

Lebenslexikon

EIN HELFER UND BERATER

IN ALLEN

LEBENSLAGEN



DR. KARL MEYER G.M.B.H. LEIPZIG
WIEN UND ZÜRICH

Alle Rechte, insbesondere das ausschließliche Recht der Übersetzung, vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise, ist verboten und wird strafrechtlich verfolgt.

Copyright by Dr. Karl Meyer G. m. b. H., Leipzig.

D r u c k : D r . K a r l M e y e r G . m . b . H . , L e i p z i g

Der gesunde Körper

Enthält 145 Abbildungen im Text

3 bunte und 3 schwarze Tafeln

Die Text-Illustrationen wurden unter Mitwirkung von Universitäts-Professor Dr. med. E. Henry Sigerist, Leipzig, und Geheimen Med.-Rat Professor Karl Sudhoff, Leipzig, ausgeführt; die Tafel-Illustrationen unter Mitwirkung von Professor Dr. med. und Dr. med. dent. Oskar Römer, Direktor des zahnärztlichen Instituts, Leipzig, und Universitäts-Professor Dr. med. Werner Spalteholz, Leipzig.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	7
Einleitung	11

ERSTER TEIL

Der Körper und seine Entwicklung

I. Buch

Stoff und Kraft im menschlichen Körper

1. Die Bestandteile oder elementaren Bausteine des Organismus 27
Die Eiweißkörper S. 27. — Die Fette S. 28. — Die Kohlehydrate; Die Stoffwechselprodukte S. 29. — Das Wasser; Die Gase; Die Metalloide; Die Metalle S. 30. — Die Zellen S. 31. — Das Bindegewebe S. 34. — Die Organe S. 35.
2. Die Kräfte im lebenden Menschen 36
Die Moleküle S. 36. — Die Atome; Das Element S. 37. — Die Elektronen S. 38. — Die Energie S. 39. — Die Wärme S. 40. — Die Diffusion S. 41. — Die Osmose; Der Stoffwechsel S. 42. — Das Wachstum S. 44. — Die Regeneration S. 45. — Die Fortpflanzung S. 46. — Die Vererbung S. 48.

II. Buch

Die Entstehung des Menschen

1. Die Herkunft des Menschen 53
Die Darwinsche Theorie; Das Variationsvermögen S. 53. — Die funktionelle Anpassung; Die Vererbungsfähigkeit S. 55. — Mimikry S. 56. — Das biogenetische Grundgesetz Haeckels S. 57. — Prähistorische Funde S. 58. — Der Neandertalmensch; Der Aurignacmensch S. 60. — Menschen der Zukunft S. 61. — Die Menschenrassen S. 62. — Rassenmerkmale; Rassen-

	Seite
beschreibung; Rasseneinteilung S. 62. — Physiognomische Eigenschaften der einzelnen Rassen S. 64. — Serologische Verhältnisse des Blutes S. 65. — Das klassische Rassenmerkmal S. 66. — Die Macht der Erbmasse S. 67.	
2. Die Entwicklung des Menschen	67
Der männliche Samen S. 67. — Das weibliche Ei S. 70. — Die Befruchtung S. 71. — Der Embryo S. 73. — Die Geschlechtsreife S. 83. — Pubertät und Wechseljahre S. 85. — Die Verjüngung; Lebensdauer und Tod S. 87.	

III. Buch

Die äußere Gestalt des Menschen

1. Das Knochengestüst	91
Die Knochen S. 91. — Knorpel S. 92. — Beinhaut; Das Knochenmark S. 93. — Verbindung der Knochen S. 95. — Hauptformen der Gelenke S. 97. — Die Kopfknochen S. 98. — Die Wirbelsäule S. 103. — Der Brustkorb S. 106. — Die Extremitäten S. 109.	
2. Die Bewegung	120
Die Muskulatur S. 120. — Muskelkontraktion S. 123. — Die Muskeln des Kopfes S. 127. — Die Muskeln der Brust S. 132. — Die Muskeln des Bauches S. 133. — Die Muskeln des Rückens und der Schultern S. 135. — Die Muskeln der Extremitäten S. 136.	
3. Die Haut	141
Die Hautfarbe; Die Hornhaut S. 142. — Die Tastpapillen S. 145. — Talg- und Schweißdrüsen S. 146. — Die Nägel S. 147. — Die Haare S. 148.	
4. Wandel der äußeren Formen	150
Der goldene Schnitt S. 151. — Fettleibigkeit S. 152. — Magerkeit; Die Veränderung der Gestalt S. 153.	

IV. Buch

Die Organe des Menschen

1. Der Stoffwechsel	161
Der Energiebedarf S. 164. — Die Nahrungsstoffe S. 166. — Tabellen über die Zusammensetzung der Nahrungsmittel S. 169. — Die Vitamine S. 181. — Hungerzustand S. 183. — Unterernährung; Einseitige Ernährung S. 185. —	

Überernährung S. 186. — Temperaturmessung S. 187. — Die Wärmeregulierung S. 189. — Das Trinkwasser S. 191. — Die Fleischnahrung S. 193. — Das Getreide S. 194. — Die Kartoffel; Die Genußmittel S. 196. — Die Wertigkeit der Nahrungsmittel nach Kalorien S. 199.

2. Die Ernährung 200

Der Verdauungsapparat; Mundhöhle S. 201. — Die Zähne S. 202. — Rachen S. 210. — Speiseröhre; Die Bauchhöhle S. 212. — Der Magen S. 215. — Der Blinddarm S. 219. — Die Leber S. 221. — Die Darmbewegungen S. 225. — Der Speichel S. 227. — Die Magenverdauung S. 229. — Die Galle S. 231. — Der Darmsaft; Fäulniszersetzungen S. 233. — Das Lymphgefäßsystem S. 237.

3. Der Kreislauf des Blutes 240

Das Herz S. 240. — Das Gefäßsystem S. 245. — Die Arterien S. 247. — Die Aorta S. 248. — Die Venen S. 252. — Die Herzmuskulatur S. 255. — Die Herzbewegungen S. 256. — Ursache für die Herzbewegung S. 258. — Herztöne S. 260. — Der Puls S. 262. — Das Blut S. 264.

4. Die Atmung 270

Das Atmungssystem S. 270. — Der Kehlkopf S. 271. — Die Stimmbänder S. 273. — Muskeln des Kehlkopfes S. 274. — Die Luftröhre S. 275. — Die Lungen S. 277. — Der Mechanismus des Atemholens S. 280. — Atmungsgeräusche S. 283. — Husten S. 284.

5. Die Ausscheidung 284

Die Drüsen S. 285. — Die Nieren S. 289. — Die Harnwerkzeuge S. 293. — Der Harnstoff S. 299. — Vorgang der Harnabsonderung S. 301. — Die Absonderung durch die Haut S. 302. — Die innere Sekretion S. 303. — Nebennieren S. 305. — Zirbeldrüse S. 306. — Thymusdrüse; Bauchspeicheldrüse S. 308.

6. Das Geschlecht 309

Die männlichen Geschlechtsorgane S. 310. — Die weiblichen Geschlechtsorgane S. 320. — Die Menstruation S. 330. — Die Geburt S. 331.

7. Die Empfindung und die Seele 334

Die Nervenfasern S. 335. — Die Nervenzellen S. 336. — Sensible und motorische Nerven S. 338. — Der Sympathikus S. 340. — Das Gehirn S. 342. — Das Nervensystem des Menschen S. 343. — Das Rückenmark S. 352. — Gehirn-Rückenmarksnerven-System S. 354. — Die Gehirnnerven S. 357. — Die Rückenmarksnerven S. 363. — Die Halsnerven S. 365. — Die Lenden-

nerven S. 367. — Das vegetative Nervensystem S. 368. — Die physiologische Tätigkeit der Nerven S. 372. — Die Tätigkeit des Gehirns S. 377. — Sitz des Bewußtseins S. 378. — Gehirnexperimente bei Tieren S. 381. — Der Schlaf S. 383. — Die Hypnose S. 385.

V. Buch

Die Sinne

1. Die Empfindung im allgemeinen 389
Die Sinnesorgane S. 389. — Der Sinnesreiz S. 390.
2. Das Gefühl 392
Der Hautsinn S. 392. — Der Schmerz S. 395. — Der Muskelsinn S. 396.
3. Der Geschmack 397
Die Zunge S. 397. — Die Geschmacksnerven S. 401.
4. Der Geruch 403
Die äußere Nase S. 403. — Die Nasenhöhle S. 405. — Das Riechen S. 407. — Empfindlichkeit unseres Geruchsinnnes S. 408. — Die Geruchsqualitäten S. 409. — Der Einfluß der Gerüche S. 410. — Beziehung des Geruchsinnnes zum Geschlechtsleben S. 411.
5. Das Gehör 411
Die Ohrmuschel S. 412. — Der äußere Gehörgang S. 414. — Das Trommelfell S. 417. — Gehörknöchelchen S. 419. — Der innere Gehörgang; Der Schall S. 426. — Qualitäten der Gehörempfindung S. 436. — Grenze der Wahrnehmbarkeit der Töne S. 437. — Klangfarbe S. 438. — Die Harmonie der Töne S. 441. — Subjektive Gehörempfindung S. 443. — Die menschliche Stimme S. 446. — Höhe des Stimmtones S. 448. — Umfang der menschlichen Stimme S. 451. — Stimmlosigkeit S. 455.
6. Das Gesicht 456
Bau des Auges; Augenlider S. 456. — Die Augenbrauen S. 459. — Der Tränenapparat S. 461. — Die Augenmuskeln S. 463. — Der Augapfel S. 466. — Die harte Augenhaut S. 467. — Die durchsichtige Hornhaut S. 469. — Die Iris S. 471. — Die Netzhaut S. 473. — Der Glaskörper; Die Kristalline S. 475. — Der Vorgang des Sehens S. 477. — Die Theorie der Farbenwahrnehmung S. 479. — Farbenblindheit S. 480. — Der blinde Fleck S. 483. — Lichtbrechungslehre S. 484. — Die Akkomodation S. 488. — Kurzsichtigkeit S. 491. — Das übersichtige Auge S. 494. — Lupe S. 496. — Mikroskop S. 497. — Der Augenspiegel S. 499. — Das binokulare Sehen S. 500.

ZWEITER TEIL

Die Erhaltung der Gesundheit

I. Buch

Die natürlichen Faktoren der Gesundheitserhaltung

- | | |
|---|-----|
| 1. Die Gesundheitspflege | 505 |
| Die hygienische Kultur in früheren Zeiten S. 506. — Die Bakteriologie S. 509. | |
| 2. Die Luft | 509 |
| Sauerstoff, Stickstoff S. 510. — Kohlensäure S. 511. — Die Bakterien S. 513. | |
| 3. Das Klima | 515 |
| Witterung und Klima S. 515. — Die Winde S. 517. — Wärme und Kälte S. 519. — Die Erkältung S. 522. | |
| 4. Das Wasser | 523 |
| Meteorwasser, Grundwasser, Quellwasser S. 524. — Die Härte des Wassers S. 526. | |

II. Buch

Die künstliche Umgebung des Menschen

- | | |
|---|-----|
| 1. Die Wohnung | 531 |
| Die Formen des Wohnhauses S. 531. — Mietskasernen; Siedlungshäuser; Reihenhäuser; Vorstadtsiedlungen S. 532. — Laubenkolonien; Bauordnungen; feuchte Wohnungen S. 533. — Die Temperatur; Das Heizen S. 535. — Die Lüftung S. 539. — Die Beleuchtung S. 541. — Gesundheitsschutz der Beleuchtung S. 545. Die Entfernung der Abfallstoffe S. 546. — Die Leichenbestattung S. 548. | |
| 2. Die Kleidung | 551 |
| Die Kleiderstoffe S. 552. — Die Unterkleidung S. 555. — Die Farbe und der Sitz der Kleidung S. 556/557. — Die Schuhe S. 559. | |

III. Buch

Die gesundheitsgemäße Lebensweise des
Menschen

1. Die einzelnen Lebensalter	563
Die Säuglingspflege S. 564. — Die Ernährung des Säuglings S. 566. — Das Stillen des Kindes S. 569. — Die künstliche Ernährung S. 570. — Die Flaschenmilch S. 572. — Das Baden des Säuglings S. 574. — Die Kleidung des Säuglings S. 576. — Das Bett des Kindes S. 578. — Die Abhärtung des Kindes S. 581. — Die Erziehung des Kindes S. 582. — Das Kleinkindesalter S. 585. — Nagel- und Mundpflege S. 586. — Die Schuljahre; Schulschäden; Pubertätszeit S. 587. — Sexuelle Aufklärung; Eheschließung S. 589. — Eheberatungsstellen; Gesundheitszustand bei Eheschließung S. 590. — Sterilität der Frau; Vererbung; Verfolgung des Stammbaumes S. 593. — Verwandtenehe S. 594. — Kinderlosigkeit; Wille zum Kind S. 595. — Merkmale eines wachsenden und schrumpfenden Volkes S. 596. — Siedlungsprogramm; Mischehen; Merkmale der verschiedenen in Deutschland vorkommenden Rassen S. 597. — Wechseljahre; Arterienverkalkung S. 599.	
2. Beruf	599
Berufsschädlichkeiten S. 601. — Schutzmaßnahmen gegen giftiges Material S. 603. — Arbeit und Ruhe S. 605.	
3. Der Schutz vor Erkrankung	606
Schutz vor Infektionskrankheiten S. 607. — Bakterien und Bazillen S. 608. — Die Krankheiten erzeugenden Mikroorganismen S. 609. — Dispositionen und Abwehrkräfte des Organismus S. 611. — Die Schutzimpfung S. 613. — Heilserum S. 614. — Die Ansteckungsgefahren S. 615. — Zeitweise Disposition S. 618. — Die Tuberkulose S. 619. — Tröpfcheninfektion S. 620. — Masern S. 622. — Diphtherie S. 623. — Der Typhus S. 624. — Ruhr; Cholera S. 625. — Malaria; Pest; Lepra; Fleckfieber, Geschlechtskrankheiten S. 626. — Schutzvorschriften gegen Geschlechtskrankheiten S. 629. — Die Gefahren des außerehelichen Geschlechtsverkehrs S. 632.	
Fremdwörterverzeichnis	638
Sachregister	647

Vorwort

Dem Wunsche des Verlegers, mein Urteil über das vorliegende Werk in einem Vorwort zusammenzufassen, kann ich nicht entsprechen, ohne vorher ausdrücklich festgestellt zu haben, daß mir eine Kritik an der Arbeit der Autoren dieses Werkes nicht zukommt. Alle Mitarbeiter sind auf den von ihnen behandelten Gebieten führende Größen. Deshalb kann ich der mir zuteilgewordenen Aufgabe nur dadurch gerecht werden, daß ich den Autoren für ihre Arbeit meinen Dank ausspreche, und zwar nicht allein wegen der hervorragenden Güte der Arbeit, sondern vor allem auch für die der Allgemeinheit geleisteten Dienste.

Die moderne Zeit mit ihrem verschärften Wirtschaftskampf hat umwälzende Neuerungen auch auf dem Gebiet der Gesundheitspflege gebracht. An die Stelle des erprobten Hausarztes, der sich in früheren Jahren die Klagen seiner Patienten ruhig und bedächtig anzuhören vermochte, um dann beinahe zu gründlich zu untersuchen und zu behandeln, ist in zahllosen Familien gezwungenermaßen der Kassenarzt getreten. Früher blieb der Hausarzt auch nach Heilung des Patienten noch dessen ständiger Gast, den er bei jedem Besuch um Rat und Hilfe bitten konnte; heute ist es dem Kassenarzt nicht möglich, alle seine Patienten unaufgefordert zu besuchen. Die Kasse vergütet nur nach bestimmten Grundsätzen, die eben unmöglich jedem Patienten voll gerecht werden können. Zeit ist Geld, das ist ein Grundsatz, der leider auch in der Gesundheitspflege, das heißt der Pflege des höchsten Gutes, das wir Menschen besitzen, die Oberhand gewinnt. Daß dieser Grundsatz insbesondere bei der Krankenpflege von keinem Beteiligten gewollt sein mag, beseitigt ihn leider nicht, und es ist ein unermeßliches Verdienst der Autoren dieses Buches, als anerkannt wissenschaftliche Größen, dem erwähnten Mangel wirksam abgeholfen zu haben und dem Laien medizinisches Wissen in leicht verständlicher und überzeugender Form zu vermitteln. Wozu der

Kassenarzt trotz des größten Pflichtbewußtseins nicht in der Lage ist, nämlich seinen Patienten in kranken wie in gesunden Tagen ein dauernder Berater zu sein, dazu ist das vorliegende Werk glänzend geschaffen. Es soll also in allen Fällen, in denen der Arzt nicht als Hausarzt in obigem Sinne herangezogen werden kann, diesen ergänzen. Keineswegs wird dies nun nur beim Kassenarzt der Fall sein. Es ist das nur ein Beispielfall. Oft reichen auch die Mittel des Privatpatienten nicht aus, den Arzt nach Belieben in Anspruch zu nehmen. Manchmal hat sich auch aus den dargelegten Gründen kein ausgesprochenes Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patienten entwickeln können, so daß sich dieser — zwar aus falscher Scham — scheut, alles mit seinem Arzt zu besprechen und sich jenem ganz zu offenbaren (Frauenleiden, Geschlechtskrankheiten, Sexualfragen usw.). In all diesen Fällen soll das Werk helfend eingreifen. Es soll also aufklären, tatsächliches Wissen vermitteln, Verständnis für das Wirken des Arztes erwecken, um so bei der beschränkten Zeit, die für die Inanspruchnahme des Arztes zur Verfügung steht, den erforderlichen Nutzen aus der Konsultation zu gewährleisten. Dann soll es aber auch das Verständnis jedes Menschen für seinen eigenen Körper wecken. Jeder soll wissen, wozu die einzelnen Organe seines Körpers notwendig sind, wie sie richtig und wie sie falsch, das heißt krankhaft arbeiten, um daran die Krankheit selbst zu erkennen. Er soll auch wissen, wie man solche Krankheiten heilt, beziehungsweise wie man ihnen vorbeugt.

Das alles dem Leser zu sagen, ihm also der Arzt im Hause zu sein, hat sich unter anderen namhaften Größen vor allem der Hauptautor zur Aufgabe gemacht. Erstmalig ist diese Aufgabe von einem Universitätsprofessor glücklich und ideal gelöst worden. So schlicht und einfach und dabei doch so vielsagend der Titel des Werkes: „Lebenslexikon“ ist, so schlicht, einfach und doch vielsagend ist das ganze Werk.

„Der gesunde Körper“ enthält die glänzende Darstellung über den menschlichen Körper und seine Entwicklung, über die Entstehung und die äußere Gestalt des Menschen, über die Organe des Menschen und deren Zweck, über die gesundheitsgemäße Lebensweise in den einzelnen Lebensaltern, Beruf und den Schutz vor Erkrankung.

„Der kranke Körper“ behandelt in einleuchtendster Weise im ersten Teil die Frage der Entstehung der Krankheiten, die Erscheinungen der Krankheiten und die Erkennung der Krankheiten, um dann im zweiten Teil zur Selbstheilung und zu den Methoden der Heilung Stellung zu

nehmen. Der dritte Teil schließlich bringt ausführliche Abhandlungen unter der Überschrift: „Die Krankheiten und ihre Erkennung“ mit den Untertiteln „Innere Krankheiten“, „Allgemeinerkrankungen“, „Chirurgie“, sowie „Geburtshilfe und Frauenkrankheiten“.

Der vom Standpunkt des Laien praktische Band, „Die Heilbehandlung des Körpers“ (Ratgeber) betitelt, ist ein Sonderband, der, für sich allein abschließend, alle praktischen Ratschläge enthält und darum dem Werke des Hauptautors beigegeben wurde. In diesem Band sind fast alle Krankheiten in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt, wobei unter jeder Krankheit die allopathische, die biochemische und die homöopathische Heilmethode sowie die Kräuterbehandlung zu finden ist. Die Kräuterzusammenstellung allein beläuft sich auf etwa 400 Rezepte, daneben finden sich noch viele Hunderte von Mitteln aus der Allopathie, Biochemie und Homöopathie, wobei auch alterprobte Hausmittel entsprechend gewürdigt wurden. Ferner ist in dem Band eine Abhandlung über die Ernährung von einem verdienstreichen Ernährungsphysiologen unter Berücksichtigung der Lehren von Ragnar Berg, Hindede, McCann und der Gersonschen Diätetik enthalten, die wesentlich dazu beiträgt, dieses aktuelle Thema entsprechend zu würdigen. Daran anschließend folgt eine außerordentlich wertvolle Ergänzung über Diätformen für besonders häufig auftretende Krankheiten, z. B. für Zuckerkrankhe, Leberleidende, Gichtiker usw. Auch die Leibeserziehung in ihrer Neugestaltung wurde eingehend erläutert und illustriert. Der mit instruktiven Bildern ausgestattete Aufsatz „Die Gymnastik der Frau und des Kindes“ ist eine ausgezeichnete Untersuchung über Wesen und Ziele der Gymnastik. Zu der Körperschulung und Körperpflege des Mannes wurde in einleuchtender Weise Stellung genommen und die Ausführungen mit wertvollem Illustrationsmaterial versehen. Die Psycho-Gymnastik (Turnkunst der Seele) zeigt, wie man mit geringem Aufwand seinen Willen und seine Triebe in die richtige Bahn bringen kann, wie Charakterveränderungen und Rekordleistungen der Seele zu erreichen sind, mit anderen Worten, wie man auf Lebensglück trainiert. Sportärztlich wird der Leser dann noch über die Hygiene bei Leibesübungen beraten. Die richtige Lebensweise des Sportlers fand eingehende Erläuterung, ebenso sind auch die bei den verschiedenen Leibesübungen vorkommenden Verletzungen und entsprechenden Verhaltensmaßregeln von einem Fachmann besprochen worden.

Mit ganz besonderer Sorgfalt, auf Grund großzügigster Unterstützung

von Professor Dr. med. Bessau, Direktor der Universitäts-Kinderklinik, Charité, Berlin; Prof. Dr. Georg Grimpe, Leipzig; Professor Meesmann, Oberarzt an der Universitäts-Augenklinik in der Charité, Berlin; Med.-Rat Dr. Ad. Reinhardt, Leiter des Pathologischen Instituts zu St. Georg, Leipzig; Professor Dr. med. Oskar Römer, Direktor des zahnärztlichen Instituts, Leipzig; Geh. Med.-Rat Professor Dr. med. Sellheim, Direktor der Universitäts-Frauenklinik, Leipzig; Universitätsprofessor Dr. med. E. Henry Sigerist, Leipzig; Professor Dr. Erich Sonntag vom chirurgisch-poliklinischen Institut der Universität, Leipzig; Universitäts-Professor Dr. med. Werner Spalteholz, Leipzig; Geh. Med.-Rat Professor Dr. med. Karl Sudhoff, Leipzig; Dr. H. Ullrich, Dozent am Botanischen Institut, Leipzig wurde das Werk illustriert. Ebenso fand von den Lehrmittelwerkstätten des Deutschen Hygienemuseums erworbenes Bildermaterial Verwendung. Durch Beigabe dieser auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden bunten und schwarzen Abbildungen wurde zum Verständnis des Lesers wesentlich beigetragen.

Daß dieses Werk den erforderlichen Nutzen stiftet, davon bin ich überzeugt und darum auch von seinem Erfolg, den ich deshalb nicht ausdrücklich zu wünschen brauche.

Sanitätsrat Dr. med. Hermann Wasserziehr.

zählte Millionen von Jahren waren schon dahingegangen, als das erste, schwache organische Leben in unvollkommenster Form auf der Erde entstand, als der erkaltende Planet genügend abgekühlt war, um die Bildung organischen Lebens auf seiner Oberfläche zu ermöglichen. Und unzählige Zeiträume gehörten dann dazu, in immer fortschreitender allmählicher Entwicklung über die Pflanzenwelt hinweg zur Tierwelt zu gelangen und in immer vollkommenerer Anpassung Stufe für Stufe den höchst komplizierten Organismus, als den der Mensch sich nun erweist, zu erreichen. „Es ist ein weiter Weg bis Tipperary.“ Und seltsam — diesen selben Entwicklungsweg, für den das ganze Menschengeschlecht dereinst Millionen von Jahren benötigt hat, um zu seiner jetzigen Vollkommenheit zu gelangen, legt nach einem merkwürdigen Naturgesetz auch heute noch jeder einzelne von uns, wenn auch in wesentlich kürzerer Frist, für sich allein zurück. Im Mutterleibe erlebt jeder Mensch in großen Zügen genau die gleiche Entwicklung vom fast formlos einzelligen Ei über die ganze Reihe der Tierwelt hinweg bis zum neugeborenen und in der Hauptsache schon fertig gebildeten Menschen.

Nach seiner Geburt entwickelt sich der Mensch weiter: vom Kinde zum Jüngling, vom Jüngling zum Mann. Dann kommt der Herbst des Lebens, und schließlich das Ende. Das Leben verdanken wir lediglich der merkwürdigen Fähigkeit aller organischen Wesen, den sogenannten Stoffwechsel in sich zu vollziehen, der sich während der ganzen Dauer unseres Daseins in uns abspielt. Daneben haben die Organismen die Fähigkeit des Wachstums. Sie gliedern sich bis zu ihrer vollen Entwicklung aus der Nahrung, die in sie eingeführt wird, neuen Stoff an: sie „wachsen“. Auf der Höhe des Daseins ändern sie sich in ihrer Körpermenge kaum merklich. Alles, was sie nun einnehmen, setzen sie in Kraft, in Energie um. Und erst, wenn dann der Tag kommt, an dem diese Tätigkeit nicht mehr vollständig ausgeübt werden kann, wenn sie in ihren Arterien, in ihren sonstigen Gefäßen und Geweben die lebens- und arbeitsfähige Substanz nicht mehr vollkommen zu ersetzen vermögen, geht es wieder abwärts, die Funktionen erlöschen, auch wenn keine besondere Krankheit dazwischen tritt, und schließlich kommt der Tod. „Senectus ipse morbus“, das Alter selbst ist schon eine Krankheit, sagt Seneca.

Wer nun vom Menschen etwas wissen will, muß sich darüber klar werden, wie er gebaut ist. Ein Mensch besteht, da er nicht im Boden wurzelt und oft an verschiedenen Orten tätig sein soll, in erster Linie aus einem festen Grundgerüst, dem *Skelett*, das mannigfach in sich be-

weglich ist; es wird von den Knochen gebildet, die mittels elastischer Bänder miteinander verbunden sind, und zwar aus Knochen der aller-
 verschiedensten Form, die sich in wunderbarer Weise in Gestalt und
 Stellung der Bestimmung, der sie dienen sollen, angepaßt haben. Auf
 der Grundlage des Ganzen, auf der festen Basis des Beckens, erhebt
 sich die Wirbelsäule, die den Schädel trägt. Das Becken wiederum ruht
 auf den beiden Säulen der Beine, die in ihrer Mitte, im Knie, beweglich

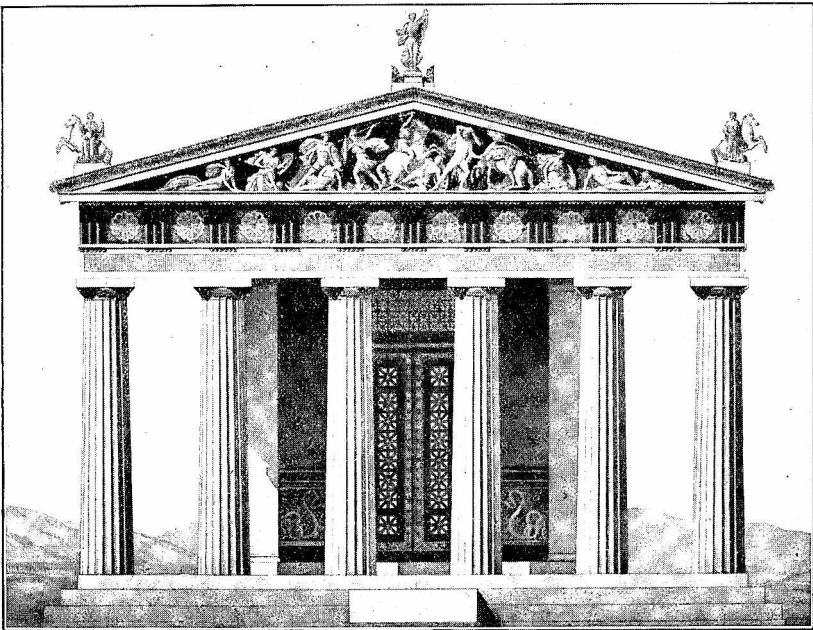


Abb. 1. Wiederhergestellte Stirnseite des Äskulap-Tempels in Epidaurus.

sind und die mit Hilfe einer eigenen Basis, nämlich des Fußgewölbes, ein
 staunenswert zweckmäßiges Gerät für Gang und Stand bilden: Allein
 dieses Skelett wäre nur ein nutzloses Gerüst, wenn an ihm nicht in ebenso
 vollendeter Zweckmäßigkeit überall *Muskeln* angebracht wären, in sich
 bewegliche Stränge, die sich kraftvoll zu verkürzen und in sinnreichster
 Art und Weise die Knochen in Bewegung zu setzen vermögen. Die
 Vielheit dieser Muskeln, ihr eigenartiger Verlauf, die sichtbaren Ansatz-
 stellen, die ihre sehnigen Enden hüben und drüben bilden, haben nicht
 nur für den Arzt, besonders den Chirurgen, große Bedeutung, auch der

bildende Künstler muß genaue Kenntnis von ihnen haben, da die äußere Gestalt und Erscheinung des Menschen fast nur von der Form der Knochen und Muskeln abhängt. „Es ist nichts in der Haut, was nicht im Knochen ist“, hat schon Goethe erkannt. Die Natur hat zunächst all die vielfachen Organe, die die Neuaufnahme von geeigneten Naturstoffen, seine Umwandlung und Einverleibung in die Körpersubstanz und die Wiederausgabe aller verbrauchten Stoffe regeln, an die Skelettmasse gehängt und sie mit ihr umschlossen. Wir Menschen müssen essen, müssen leider essen und trinken, denn wenn wir das nicht müßten, so gäbe es keinen Krieg und keine Revolutionen. Wir müssen auch atmen, denn ohne ständig erneuerte Luftzufuhr würden wir alsbald zugrunde gehen. Dazu sind erstens die Lungen mit der Luftröhre und dem Kehlkopf notwendig, dann das Herz mit seinen Blutgefäßen und drittens alle diejenigen Organe, die den Verdauungsschlauch bilden und zu ihm gehören. Auch hier zeigt sich, wie zweckmäßig, selbst im einzelnen, das Skelett eingerichtet ist, wie es die lebenswichtigsten Organe besonders schützend umschließt, wie ihm Lungen und Herz, Magen und Nieren und alle die anderen wesentlichen Organe, je nach ihrer Bedeutung für Leben und Gesundheit, mehr oder weniger geborgen eingefügt sind.

Die eingeatmete Luft, besonders der in ihr enthaltene Sauerstoff, muß nun in die entferntesten Winkel des Körpers geführt werden, um dort immer wieder aufs neue die vor sich gehenden Lebensprozesse zu unterhalten. Diesem Zwecke dient der sogenannte *Kreislauf*, das großartig angelegte und weit verzweigte Blutadersystem, in dem sich die Blutmasse vom Herzen, als seinem Mittelpunkte, aus bewegt und bis in die kleinsten Gewebeteilchen des Organismus geführt wird. Was sich dann an verbrauchter Substanz, besonders an Kohlensäure, dort vorfindet, wird durch die Blutadern, die Venen, wieder zu den Lungen zurückgeführt und dort mit der Ausatemungsluft nach außen gebracht. Das Hauptorgan dieses Blutkreislaufs, die Saug- und Druckpumpe, die wir Herz nennen, liegt inmitten der Lungen und würde sich völlig in der Mitte des Körpers befinden, wenn nicht die darunterliegende, sehr große Leber es von rechts nach links verdrängen würde. Das Herz ist durch den starken und breiten Knochen des Brustbeins, an dem die Rippen vorn zusammenlaufen, nach außen hin möglichst vor Schaden geschützt.

Die *Verdauungsorgane* füllen die Höhle des Unterleibs, den Bauch. Der Bauch ist das, was die Menschen von den Göttern unterscheidet. Sammelt sich doch in der Unterleibshöhle so mancherlei, was nicht gerade

herrlich und schön, aber doch lebensnotwendig ist. Unmittelbar unter dem Zwerchfell, einem flachgewölbten Muskel, der den Brustraum vom Unterleib wie ein aufgespannter Regenschirm trennt, liegt der Magen, ein hohler, recht geräumiger Beutel, der sich nach unten hin in dem sechs bis acht Meter langen Darm fortsetzt, der ungeordnet wie ein nicht aufgewickelter Schlauch in die Leibeshöhle hineingestopft ist. Magen und Darm haben dünne Wandungen, in deren Blutgefäße die für den Körper wertvollen Nahrungsstoffe während der langen Wanderung der aufgenommenen Speisemassen eintreten und vom Blut aufgenommen werden, während der unbrauchbare, zersetzte Rest den Körper am unteren Ende wieder verläßt. Um den langgestreckten Verdauungsschlauch herum liegen sodann die Organe, die die Verdauungssäfte bereiten und sie der zu verarbeitenden Nahrung zuführen: die Leber, die die Galle erzeugt, und die Bauchspeicheldrüse. Auch die Nieren, die aber zum Kreislaufsystem gehören, sind an der hinteren Rückwand angeheftet. Während somit das Skelett zusammen mit den Muskeln einen physikalischen Komplex darstellt, dessen Aufgabe Statik, Mechanik, Bewegung ist, bergen die Körperorgane in ihrem Innern eine ganz umfangreiche chemische Fabrik, in die durch Atmung und Nahrungsaufnahme gasartige, flüssige und feste Stoffe eingeführt werden, die dann in Röhren, Retorten und Filtern durch die Säuren und Säfte mechanisch und chemisch umgewandelt werden, bis sie geeignet sind, vom Blute aufgenommen und überall dort hingeführt zu werden, wo Bedarf nach ihnen besteht.

Woher diese großartige Fähigkeit der lebenden Zelle stammt, ist unergründlich und wird wohl nie dem menschlichen Verständnis offenbar werden. Doch selbst ein so gut organisiertes Lebewesen müßte immer noch höchst unvollkommen sein, denn es fehlte ihm ja, wie jedem vollendeten Staatsgebilde, wie es solch ein lebender Organismus darstellt, die regierende Hand, das Bewußtsein und der Wille, die es in seiner Tätigkeit lenken und leiten. Hierfür besitzen wir das Zentralnervensystem, das *Gehirn* und die *Nerven*. Das Gehirn liegt in der starren Schädelkapsel und ist allseitig knöchern fest umschlossen. Nur die Basis, auf der es ruht, ist dünner, da sie sich ja im Innern des Hauptes befindet und dort keinen besonderen Schutz nötig hat. Besonders geschützt sind auch die von ihm in den Körper herabziehenden Nervenstränge, die als „Rückenmark“ in die starre und doch infolge ihrer Gliederung ausreichend bewegliche Wirbelsäule eingeschlossen sind und von hier aus allmählich und einzeln austreten und sich tief in die verschiedenen

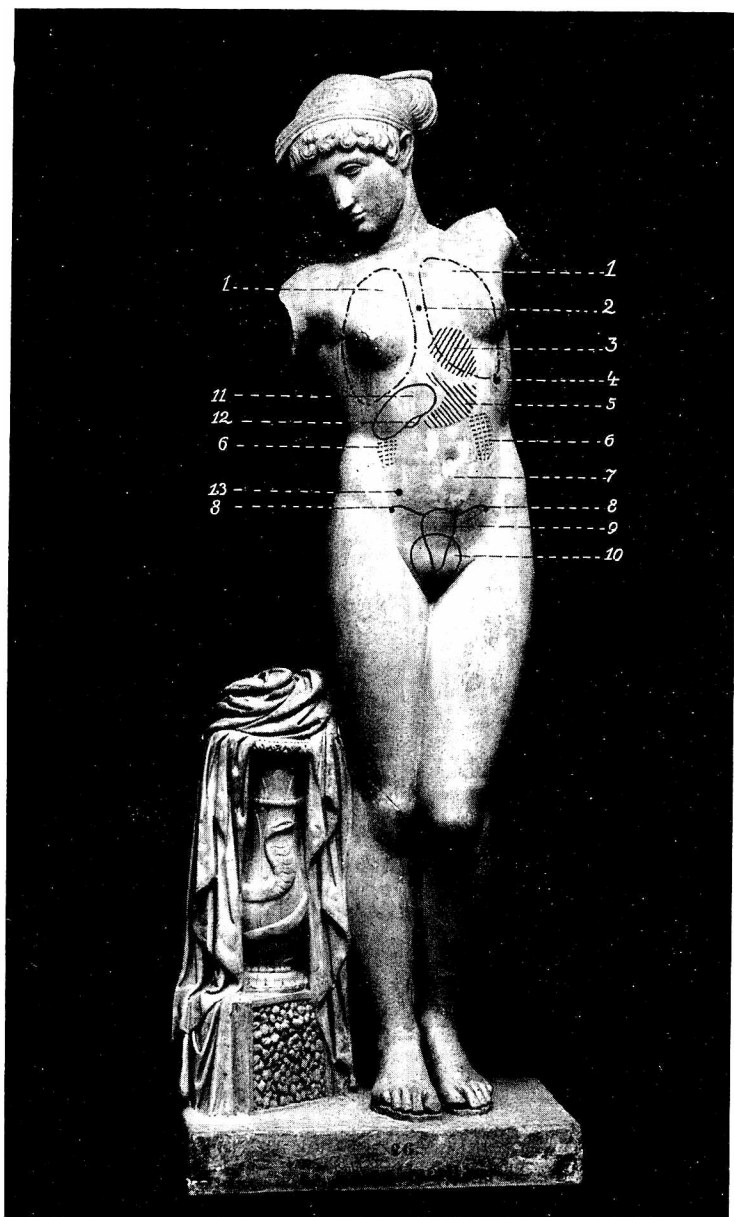
Körperregionen hineinziehen. Im Gehirn, dieser so außerordentlich fein organisierten und aus den verschiedensten Abteilungen zusammengesetzten Nervenmasse, von denen eine jede einer besonderen Obliegenheit vorsteht, ist der Sitz des Bewußtseins, das Zentrum des Willens. Von hier aus erhalten die einzelnen Organe auf dem Wege der Nerven den Anreiz zu ihrer Tätigkeit. Erst durch das Zentralnervensystem wird der Körper zu einem bewußt lebenden und handelnden Organismus.

Noch würde einem solchen Organismus die Orientierung nach der Außenwelt fehlen. Darum entsendet das Gehirn verschiedene spezifische Nerven, die mit ihren äußeren Enden in ganz besonderen Endorganen an der Peripherie ausmünden: in den Augen, den Ohren, der Nase, der Zunge. Es sind dies die *Sinnesorgane*, die alle Reize, die sie von außen her treffen, zum Gehirn überleiten und dann dort infolge des besonderen Baues dieser aufnehmenden Sinnesorgane als Gesicht, Gehör, Geruch und Geschmack dem Gehirn zum Bewußtsein bringen, während das allgemeine Gefühl, das Tastgefühl, in der ganzen Haut auf der gesamten Körperoberfläche vertreten ist und sich geltend macht.

Ganz unten im Unterleib sind die *Geschlechtsorgane* angebracht, die im Körper nur vorübergehend zur Tätigkeit kommen, aber für das Fortbestehen des Menschengeschlechtes von so außerordentlicher Bedeutung sind. Durch ihre große Empfindlichkeit und Reizbarkeit und ihren engen Zusammenhang mit dem gesamten Nervensystem vermögen sie die stärksten Rückwirkungen auf den Gesamtorganismus des gesunden wie des kranken Menschen auszuüben.

Was hier soeben im Fluge angedeutet wurde, ist ja kaum viel mehr als die Kapitelüberschrift der einzelnen großen Gruppen der Anatomie. Zu ihrer genaueren Kenntnis muß sich aber noch die der feineren, der *mikroskopischen Anatomie* hinzugesellen. Der Aufbau der Knochen, der Muskeln, der einzelnen Organe ist jedesmal ein anderer; das Material, aus dem die Organe und der ganze Organismus in seinen verschiedenen Teilen zusammengesetzt sind, ist überall ein besonderes. Auch über diese feinere Anatomie ist es nötig, eine Übersicht zu gewinnen.

Kennt man den Bau seines Körpers, so ist es des weiteren nötig zu wissen, wie sich alle diese seine Bestandteile und Organe im Leben betätigen; denn Leben und Gesundheit bestehen aus dem ungestörten und vollkommenen Funktionieren aller einzelnen Organe, die den Körper bilden, und deren harmonisches Zusammenwirken den Lebensprozeß darstellt. Hier wären zunächst die rein vegetativen Funktionen



Lage der einzelnen Organe.

1. Lungen, 2. Brustbein, 3. Herz, 4. Milz, 5. Magen, 6. Nieren, 7. Bauchhöhle, 8. Eileiter und Eierstock, 9. Gebärmutter, 10. Blase, 11. Leber, 12. Gallenblase, 13. Blinddarm.

von dem geistigen Leben des Menschen zu unterscheiden, wenn diese beiden Sphären auch durchaus nicht etwa so sehr voneinander getrennt sind, wie man annehmen möchte. „Mens sana in corpore sano“, in einem gesunden Körper ist auch ein gesunder Geist, sagt schon das alte wahre Wort, und ohne Zweifel hat Schiller recht, wenn er meint: „Es ist der Geist, der sich den Körper baut.“

Ununterbrochen verbrauchen wir durch die Lebenstätigkeit von unserer Körpersubstanz, ununterbrochen muß sie wieder ersetzt werden; und je feiner und empfindlicher ein Organ ist, desto weniger lange kann es einen solchen Ersatz entbehren, desto lebhafter geht somit sein *Stoffwechsel* vor sich. Das Blut führt infolge der pumpenden und saugenden Tätigkeit des Herzens die neuen Substanzen, die es aus der Atmungsluft und Nahrung in sich aufgenommen hat, überallhin an Ort und Stelle.

Der Bau des Herzens ist verhältnismäßig einfach. Es besteht aus Abteilungen, die zwei gesonderte, aber gleichzeitig arbeitende Pumpwerke darstellen, von denen große Röhren, Blutgefäße, ausgehen, die die Herzbewegung weiterleiten, indem sie selbst pulsieren. Es sind dies die sogenannten Arterien, die Schlagadern. Sie verzweigen sich mehr und mehr bis zu den allerfeinsten Haargefäßen und verteilen sich in allen Körpergeweben. Dann sammeln sie sich, immer mehr und mehr sich vereinigend, zu den sogenannten Blutadern, den mehr und mehr zusammentretenden Venen, deren nun dunkleres, sauerstoffarmes und kohlenstoffreiches Blut dem Herzen wieder zugeführt wird. Dort, wo diese Venen unmittelbar unter der Haut liegen, schimmern sie bläulich durch diese hindurch. Ist schließlich das verbrauchte Blut durch die Venen zum Herzen zurückgelangt, so wird es in den Lungen von der Kohlensäure befreit und mit neuem Sauerstoff gespeist. Hieran schließt sich nun mancherlei; ganz so einfach ist der Weg nicht. Die Lymphgefäße mit ihrer Flüssigkeitsbewegung gehören dazu, ebenso der angehängte Blutkreislauf durch die Pfortader. Um die Wege der Blutbahn zu übersehen, ist die Kenntnis der einzelnen Druckverhältnisse, die innerhalb des Blutkreislaufes wirksam sind, vonnöten.

Damit die aufgenommene Nahrung in das Blut und durch dieses an die rechten Körperstellen gebracht wird, muß sie zuvor die mannigfaltigsten Umwandlungsprozeduren erleiden. Der Vorgang dieser Umwandlungen, die *Verdauung*, ist überaus fesselnd. Es muß bei uns das lebhafteste Interesse erwecken, zu sehen, wie auf dem langen Wege vom Munde bis zum abgewandten Ausgange unten am Körper

jede besondere Gruppe von Nährstoffen aus der Nahrung durch besondere chemische Säfte eine besondere Umwandlung erfährt, wie schon im Munde beim Kauen die in der Speise enthaltenen Kohlehydrate zweckmäßig umgewandelt werden, wie im Magen die von seinen Wänden abgedonderten Säfte, die Salzsäure und das Pepsin, das Eiweiß verdauen und es in anderer Form für die Aufnahme ins Blut fähig machen, wie im Darm die Fette zweckmäßig verändert und in allerfeinste Tröpfchen verteilt werden, wobei besonders die Galle, die von der Leber geliefert und in den Darm hineingeschickt wird, tätig ist, wie die Bauchspeicheldrüse, wie die im Darm eingelagerten kleineren Drüsen, wie eine jede ihre ganz eigentümliche Aufgabe erfüllt, um die Nahrungsstoffe umzuwandeln und sie dem Blute zuzuführen. Hierfür ist die erste Voraussetzung, sie gänzlich löslich zu machen. Es ist eine alte Erfahrung der Chemie: „Corpora non agunt nisi soluta“, jeder chemische Körper muß, wenn er zur Wirkung kommen soll, sich in Lösung befinden; feste Substanz, wie fein auch verteilt, könnte die Darmwand nicht durchdringen.

Und weiter. Die großen Muskelgruppen empfangen für *Bewegung* und *Arbeit* vom Gehirn her die Anregung zu ihrer Zusammenziehung; ihr geordnetes Funktionieren ist die Voraussetzung für jede Körperbewegung, für jede körperliche Tätigkeit. Stellen die betreffenden Zentren im Gehirn oder die Nervenbahnen ihre Funktionen ein, so trifft das ebenso den Muskel, als wenn er selbst in sich erkrankt wäre: er wird gelähmt. Dabei lernen wir alle lesen und schreiben, gehen und stehen, ohne daß uns das Zusammenspiel der hierfür vom Gehirn ausgehenden Muskelanreize auch nur noch zum Bewußtsein käme! Die Muskeltätigkeit des menschlichen Körpers, die Innervation der Muskeln, das große System der motorischen, der Bewegungsnerven, ist ein so umfassendes, daß sich unter den Ärzten wiederum eine besondere Spezialität abgesondert hat: die der Sportärzte.

Die Lebenstätigkeiten, von denen wir soeben gesprochen haben, Atmung und Kreislauf, Verdauung und Bewegung, sind auch dem Tier zu eigen. Bewußt *denken* kann wohl nur der Mensch allein mit seinem hochorganisierten Gehirn, wie es sich aus der Tierreihe im Laufe der Jahrhunderttausende entwickelt hat. Soweit es die Zentralstelle ist für die Bewegungsimpulse, für die Aufnahme der Empfindungen vom Schmerz bis zur Wollust, für die Eindrücke, die aus den Sinnesorganen zu ihm gelangen, und manches andere mehr, ist es ein höchst kompliziertes Körperorgan. Weit Höheres aber leistet das Gehirn des Menschen, in dem

Denkfähigkeit und Denkausübung ihren Ursprung haben, als Organ der menschlichen Seele (Psyche). Schon allein aus den Äußerungen, aus den Lebenstätigkeiten des Gehirns selbst, hat der Menscheng Geist vermocht, eine ganze Wissenschaft aufzubauen, die der *Psychologie*; und die eingehendere Erkenntnis der Funktionen des Gehirns wird sich ohne Zweifel in der Zukunft noch mehr ausbreiten und vertiefen. Geht doch alles bewußte Denken, alles bewußte Handeln vom Gehirn aus.

Eng zum Gehirn gehören die Organe der *Sinne*. Sie bilden die Endpunkte, die Aufnahmeapparate für die spezifischen Sinnesnerven, die sich von ihnen aus nach dem Gehirn erstrecken und die ganz besondere Fähigkeit besitzen, daß sie, wenn sie gereizt werden — welcher Art der Reiz auch sein mag — immer nur in der ihnen eigentümlichen Art auf den Reiz antworten: der Sehnerv also auf jederlei Reiz nur mit Lichtempfindung, der Hörnerv hingegen nur mit Klangwahrnehmung. Wenn man das geschlossene Auge statt durch Licht durch einen leichten Druck auf den Augapfel reizt, so wird dieser mechanische Reiz dennoch als Licht auf das Gehirn übertragen. Dieser Vorgang entspricht dem Gesetz von der spezifischen Energie der Sinnesnerven. Es gibt kaum ein Gebiet in der gesamten Medizin, das beim Laien ein höheres Interesse erwecken dürfte, als die Physiologie der Sinnesorgane, aus der er erfahren kann, auf welche Art in dem so sinnvollen Bau des Auges die Aufnahme der Gesichtseindrücke vor sich geht, wie sie sich von hier aus auf das Gehirn übertragen, weil er durch sie Kenntnis erhält, auf wie wunderbare Art in dem komplizierten Apparat des Ohres die Aufnahme der Tonempfindung stattfindet.

Die *Physiologie*, die Lehre von den Lebenserscheinungen und den Lebenstätigkeiten der Organismen, zeigt uns, wie die einzelnen Organe im Körper arbeiten, welchen Zweck sie erfüllen, und was sie leisten. Sie ist nicht nur in ihren Grundzügen die Voraussetzung für ein Verständnis des eigenen lebenden Ichs, sie gewährt auch einen Einblick in die Tatsache, daß die arme menschliche Phantasie an enge Grenzen gebunden ist.

Der Mensch bewegt sich sein ganzes Leben hindurch inmitten einer ihm durchweg feindlichen Natur, und es ist mehr als wunderbar, daß sein zarter, so mannigfach und so fein gestalteter Organismus den unerhörten Gefahren, die ihn täglich umdrohen, den krankmachenden Einflüssen, auf die Dauer standzuhalten vermag. Denn auf Schritt und Tritt ist er vernichtenden Einflüssen aus seiner Umgebung, seinem Milieu, ausgesetzt, vom ersten Schrei bis zum letzten Seufzer, und wenn auch viele

das natürliche Ziel des Lebens nicht erreichen, im allgemeinen haben die Menschen es doch verstanden, sich durchzuringen und in ihrer Mehrzahl des Daseins Kreise zu vollenden.

Schon den Säugling bedrohen die großen Gefahren, die für ihn aus falscher *Ernährung* hervorgehen können. Für seine erste Lebenszeit ist der menschliche Organismus auf die ausschließliche Ernährung durch Milch angewiesen. Doch leider drängen die sozialen Verhältnisse immer mehr und mehr die natürlichste und sicherste Ernährung, die durch die eigene Mutter, weit zurück und ersetzen sie durch die Milch von Tieren, die nur ein unzureichender Behelf bleibt.

Eine zweckmäßige und ausreichende Ernährung ist überhaupt für jedermanns Gesundheit von allerhöchster Bedeutung. „Qui bene nutrit bene curat“, wer gut ernährt, der heilt auch gut, ist schon seit Anbeginn ein Erfahrungsgesetz der alten Ärzte. Die drei *Hauptnährstoffe*, aus denen sich jede menschliche Nahrung zusammensetzt, das Eiweiß, die Kohlehydrate und das Fett, müssen in unseren üblichen Speisen zweckmäßig gemischt enthalten sein.

Falsche Ernährung und mehr noch Unterernährung sind sehr wesentliche Krankheitsursachen. Wenn aber die Unterernährung fast immer nur aus Not und sehr gegen den Willen des von ihr Getroffenen erfolgt, so beruht die falsche Ernährung oft auf verkehrten Anschauungen und auf mißverstandenen Theorien.

Nikotin und Koffein und besonders der Alkohol sind *Gifte*, die allmählich den Körper zugrunde richten und zumindest seine Widerstandsfähigkeit gegen andere Schädlichkeiten, wenn diese ihn treffen, mindern und herabsetzen können. Diese drei Gifte, unter denen ein großer Teil der Menschheit aus Genußsucht und Gewohnheit leidet, sind häufige und weit verbreitete Krankheitsursachen. Der Begriff Gift ist ein durchaus relativer, wie ja schließlich alles im Leben relativ ist. Und wenn der weise Nathan sagt: „Es ist Arznei, nicht Gift, was ich dir reiche“, so meint er damit, daß nur eben die kleine, die heilende Dosis zur Wirkung kommt, die Heildosis desselben Stoffes, der, wenn seine Menge übertrieben groß genommen wird, aber auch nur dann, zum Gifte wird. Im üblichen Sprachgebrauch verstehen wir unter Gift lediglich solche Stoffe, die schon in einer ganz unverhältnismäßigen Winzigkeit und Geringfügigkeit im lebenden Körper schweren Schaden anrichten. Was aber ist in der Natur „groß“ und was ist „klein“? Gift ist eben kein feststehender Begriff.

Wir alle ohne Ausnahme sind fortwährend bedroht von jener Vergiftung des Organismus, die durch *Infektion* entsteht. Wir leben inmitten einer Welt von Bakterien, und in uns selbst lebt eine Welt von Bakterien. Viele von ihnen sind gutartig, harmlos, ja oft nützlich; sie schaffen, zumal innerhalb der Verdauungsgänge, vorteilhafte chemische Umänderungen des Darminhaltes, die sich nur unter ihrer Mitwirkung zweckmäßig vollziehen. Ähnlich sind, um ein Beispiel aus dem praktischen Leben heranzuziehen, besondere Bakterien zum Zustandekommen des Kuchenbackens, der Milchgerinnung, des Bierbrauens und hundert anderer Dinge mehr, unentbehrlich. Wer wüßte aber nicht und hätte es nicht schon am eigenen Leibe erfahren, daß viele andere Bakterien Krankheiten verursachen, wenn sie in den Menschen einzudringen vermögen; ja, es wäre kaum möglich, daß überhaupt noch ein Mensch auf Erden wandelte, wenn nicht eben für jeden einzelnen unter uns eine ganz besondere *Disposition*, eine ganz bestimmte Veranlagung, die Voraussetzung dafür bildete, die krankmachenden Bakterien im Körper aufzunehmen und sie dort Fuß fassen zu lassen. Durch ihren eigenen Lebensprozeß schädigen die Bakterien ihren Wirt, bei dem sie hausen, aufs schwerste, und zwar besonders dadurch, daß sie zunächst, als äußerst primitive Geschöpfe, eine ungeheuer schnelle Vermehrungskraft besitzen, so daß sie sich oft in wenigen Stunden auf Millionen und aber Millionen vermehrt haben, selbst wenn zunächst nur einzelne von ihnen eingedrungen wären. Dann beeinträchtigen die Bakterien auch den Lebensvorgang, indem sie alle eigenen Stoffwechselprodukte in den menschlichen Körper absondern, so daß nicht nur das, was sie ihm an nützlichen Stoffen entziehen, sondern mehr noch das, was sie in ihm an schädlichen Stoffen erzeugen, in unheilvoller Weise wirksam wird.

Wenn infolge einer Infektion Millionen von Bakterien im Blute eines Menschen kreisen, so kommt es zunächst darauf an, welcher Natur sie sind, und ob sie mehr oder weniger giftige Ausscheidungen zur Folge haben. So ist beispielsweise das Grippebakterium im allgemeinen für den Körper weniger giftig als die Erreger der Cholera und der Pest. Lungenentzündung, Typhus, Diphtherie und wie alle die schrecklichen Erkrankungen genannt werden, haben eine jede ihren eigenen und bestimmten Bazillus. Von der Giftigkeit der Keime hängt es ab, wieviel Unglück sie anrichten. Zweifellos ist diese Giftigkeit zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten eine verschiedene, aber immer kommt es zunächst auf die Beschaffenheit des menschlichen Körpers, auf seine

Widerstandsfähigkeit beim Überstehen einer jeden Infektionskrankheit an, sowie auf die Individualität des Kranken. Sie spielt schon beim Krankwerden, wo wir sie Disposition nennen, eine bedeutende Rolle.

Was hier kurz angedeutet wurde, genügt für nachdenkliche Leser wohl schon, um ihnen zu zeigen, ein wie großes Gebiet die Lehre von der Infektion, die Bakteriologie, darstellt. Früher, ehe man die Bakterienzusammenhänge kannte, wurde fast jede Infektionskrankheit als „Erkältung“ angesehen; schließlich findet ja auch jedermann, wenn er einmal erkrankt und die vorangehenden Tage überblickt, in seiner Erinnerung immer eine Ursache, die eine Erkältung herbeigeführt haben könnte. Ein solcher Zusammenhang erscheint uns ganz zwingend, wenn jemand tatsächlich des Nachts in den kalten Fluß gefallen ist und unmittelbar danach eine schwere Lungenentzündung davongetragen hat. Aber auch diese Lungenentzündung ist eine Infektionskrankheit: der Erreger hat durch die Erkältung Gelegenheit erhalten, sich in den nun widerstandslos gewordenen Organen auszubreiten. Die Erkältung bereitet den Boden für die Infektion. Wir müssen daher alle diese Krankheiten mit anderen Augen ansehen lernen; und somit hat die Erkältung als krankmachende Ursache eigentlich nur ein noch ernsteres Gesicht angenommen, und ihre Verhütung ist in noch höherem Grade notwendig geworden, da sie so manche schwere Krankheiten zur Folge haben kann.

Auch durch *Verletzungen* können oft krankmachende Bakterien in den Körper eindringen. Es breiten sich dann die Wundinfektionskeime aus, überschwemmen den Körper und machen aus der nur örtlichen und anscheinend unbedeutenden und geringfügigen Verletzung eine allgemeine und schwere Krankheit. Die Körperorgane werden durch die Bakterientätigkeit mit Giften überschwemmt; und so kann, wie man weiß, der kleinste Nadelstich zu schwerster Erkrankung und selbst zum Tode führen. Am klarsten läßt sich der Segen der Asepsis, nämlich die Verhütung von Wundinfektionen, in der Geburtshilfe erkennen. Eine jede Geburt hinterläßt auf der Innenfläche der Gebärmutter eine große offene Wundfläche; gelangen gefährliche Bakterien dorthin, wie es vor der genialen Entdeckung von Semmelweis, der diesen Zusammenhang zuerst erkannte, sehr häufig durch die Hände der Hebamme geschah, so ist die Blutvergiftung da, und das schwere Kindbettfieber, das so oft tödlich verläuft, unvermeidlich. Leider ist die Erkenntnis dieser ungeheuren Gefahr noch immer nicht bei allen Völkern ausreichend durchgedrungen; noch immer muß sich jede Mutter für ihr Kind

vom ersten Augenblick seines Daseins großen Opfern und Gefahren unterziehen.

Zu den vielen krankmachenden Ursachen, die man kennen muß, gehört auch die *Abnutzung* unseres Körpers. Ist der Mensch so allmählich während seines Lebens allen Gefahren glücklich entgangen, schlägt er sich schlecht und recht durchs Dasein, so bleibt er doch — soll man es beklagen oder begrüßen? — keineswegs ewig auf diesem Planeten. Alles auf der Welt nutzt sich schließlich ab, geht endlich zugrunde, so auch der Mensch, und noch vor ihm seine einzelnen Organe. Hat er erst einmal die Höhe des Lebens überschritten, hat er Nachkommen geschaffen, ist er in die sogenannten „besten Jahre“ gekommen, dann geht es bald schon wieder bergab mit ihm. Wie es schon in der Bibel heißt, daß man an dem Gliede gestraft werde, mit dem man gesündigt hat, so geht die allmähliche Abnutzung durch das Leben bei den einzelnen Menschen verschieden vor sich. Die einzelnen sind ja auch verschieden, je nach dem Erbteil, das sie von ihren Ahnen mitgebracht haben. Es kann zum Beispiel nicht einem jeden frommen, als Athlet oder Boxkämpfer durchs Leben zu gehen, und anderen wiederum würde es übel bekommen, wenn sie gezwungen wären, ihr lebelang als Bürobeamte oder Schreiber auf demselben Stuhle, an dem gleichen Schreibtisch sitzen zu müssen. Darum ist es ja auch das Bestreben des Staates, daß ein jeder nur in dem Berufe tätig sein soll, für den er körperlich und geistig die beste Eignung hat.

Oft zwingt aber die Not, und oft auch Torheit und Unbesonnenheit viele Menschen dazu, sich schon vor der Zeit in einer Berufstätigkeit zu erschöpfen, für die sich ihr Körper nicht eignet. Denn man erbt nicht nur die Millionen, man erbt auch die Mängel und die Fehler der Ahnen. Viele tragen von vornherein den furchtbaren Keim einer *Erbanlage* in sich, der sich in ihres Lebens Frühling zur Tuberkulose oder auf der Höhe ihres Lebens zur Krebskrankheit entwickelt. Viele werden durch die schrecklichste Krankheit des Menschengeschlechtes, durch die Syphilis, die noch Jahrzehnte später, nach anscheinender Heilung, Verheerungen im Körper ausübt, vor der Zeit siech. Die sogenannte Arterienverkalkung, die Haupterscheinung und die Hauptursache des Alterns, die den Menschen eigentlich erst in hohen Jahren befallen sollte, sie wird gerade durch die furchtbare Seuche der Syphilis schon in den früheren Jahren zur Entwicklung gebracht, und diese entsetzliche Krankheit zerstört das Nervensystem vorzeitig. Es besteht in der Wissenschaft heute kein Zweifel mehr, daß sich die beiden furchtbaren Krankheiten der Gehirnweichung und der Rücken-

marksschwindsucht ausschließlich auf syphilitischer Grundlage entwickeln. Wenn Menschen, in denen die Sünden der Väter, die Keime zu solchen Schädigungen, stecken, durch den Zwang des Lebens in harter Berufsarbeit gerade diejenigen Organe überanstrengen müssen, deren Schonung vielleicht besonders angebracht wäre, so ist es nicht zu verwundern, daß sie sich noch schneller und früher abnutzen, als das bei sonst Gesunden geschieht, auch wenn diese übermäßige oder ungeeignete Arbeit verrichten. Denn man darf nie vergessen, daß die Natur von vornherein dem ärztlichen Wirken ein Ziel gesetzt hat. Sie erachtet den *Tod als Notwendigkeit*. Die Natur braucht, um ihre Bilanz an Menschen stetig aufrecht zu erhalten, wie jeder gute Kaufmann nicht nur Einnahmen, sondern auch Ausgaben, und diese müssen in einem vernünftigen Verhältnis zueinander stehen. Und diese ihre Bilanz muß die Natur auch dauernd aufrecht erhalten, darum hat sie dem einzelnen Menschen kein ewiges Leben gegeben. Wir verweilen hier auf diesem Planeten nur siebzig und, wenn es hoch kommt, achtzig Jahre. Aber damit wäre es immer noch nicht getan: würden alle Menschen ausnahmslos ein Alter von siebzig Jahren erreichen, so müßten wohl bald alle Hungers gestorben sein, denn die Erde trägt nicht genug Nahrung, um sie alle zu erhalten. Deshalb hat die Natur die Krankheiten geschaffen, die eine Auslese unter der Menschheit vornehmen, die Krankheiten, die in akuten oder in chronischen Leiden die Widerstandsunfähigen dahinraffen. Es liegt daher im Interesse eines jeden einzelnen, mit dem Gut, das sein Körper für ihn darstellt, so zu wirtschaften, wie es für dessen Können und Vermögen und demzufolge auch für die Lebenserhaltung und den Bestand eines jeden einzelnen das Richtigste und Vorteilhafteste ist. Dies aber kann nur ein Mensch, der nicht nur über seinen eigenen Körper, sondern auch über alle die Gefahren, die diesem drohen, genau unterrichtet ist. Und zu dieser Kenntnis soll ihm das vorliegende Werk verhelfen.

ERSTER THEIL

Der Körper und
seine Entwicklung

ERSTES BUCH

Stoff und Kraft
im
menschlichen Körper

ERSTES KAPITEL

Die Bestandteile oder elementaren Bausteine des Organismus

Zunächst wollen wir uns einmal darüber klar werden, aus welchen Bestandteilen so ein menschlicher Körper eigentlich aufgebaut ist, was in ihm enthalten sein mag, wenn man ihn, wie er da ist, in die Retorte (Glaskolben) tut und einmal zusieht, wie er chemisch zusammengesetzt sein mag. Allzuviel wert ist er dann allerdings gerade nicht.

In Amerika hat sich ein Chemiker den Spaß gemacht, hierüber ein Rechenexempel aufzustellen, das recht beschämend ausgefallen ist. Er kam zu folgendem Resultat: Das Fett würde gerade ausreichen zur Herstellung von sieben Stück Seife, aus dem Eisen ließe sich ein kleiner Nagel fertigen, der Zucker ginge gerade in ein Salzfläschchen hinein, doch mit dem Kalk könnte man einen Hühnerstall weißen, der Phosphor lieferte die Köpfe für 200 Streichhölzer, das Magnesium aber würde nur für eine einmalige Dosis zum Einnehmen reichen, wenn man Sodbrennen verspürt, das Kalium gäbe gerade einen einzigen Schuß aus einer Kinderspielzeugkanone, und Schwefel ist so viel vorhanden, um einem kleinen Hunde damit die Flöhe zu vertreiben — macht alles in allem einen Wert von ungefähr 1 Mark 20 Pfennige an menschlichen Rohstoffen aus. Das ist zwar nur ein Scherz, der aber manchen zur Besinnung bringen wird über seinen tatsächlichen stofflichen Wert.

In der chemischen Zusammensetzung des menschlichen Organismus überwiegen, wie in jedem Lebewesen, die organischen Bestandteile, die in der belebten Natur vorkommenden Verbindungen, in größtem Ausmaße die anorganischen, die in der unbelebten Natur vorkommenden Verbindungen, und unter ihnen *die Eiweißkörper*, die Proteinstoffe, welche die Hauptbestandteile des lebenden Protoplasmas, der Substanz der lebenden Zelle, bilden. Sie finden sich ausnahmslos in

fast allen tierischen und pflanzlichen Säften und Geweben. Alle Eiweißkörper enthalten die vier großen Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und neben ihnen auch Schwefel. In manchen sind auch noch andere Elemente vertreten, wie Phosphor und Eisen, die aber keine notwendigen Bestandteile des Eiweißmoleküls darstellen. Der Kohlenstoff, ohne den es nichts Organisches gibt, nimmt allein für sich die Hälfte und mehr in Anspruch.

Die verschiedenen Eiweißkörper unterscheiden sich voneinander durch das Vorhandensein oder durch das Fehlen bestimmter Kerne in ihrer chemischen Konstitution, durch Differenzen in den Mengenverhältnissen vorhandener Kerne, sowie durch die verschiedene Anordnung der Kerne im Molekül (kleinste physikalische Einheit). Jede Tierart ist durch einen ihr eigentümlichen Aufbau des Eiweißmoleküls charakterisiert, das mit den Molekülen anderer Arten die gleichen Atome (kleinste chemische Einheit) in gleichen Mengen besitzt, aber in andersartiger Aneinanderlagerung.

Man teilt die Eiweißkörper ein in Proteine, Eiweißstoffe im engeren Sinne, Proteide, die Verbindungen von Eiweiß mit anderen Körpern darstellen, und Albuminoide, eiweißähnliche Körper. Über die Fermente, die Absonderer lebender Zellen und Drüsen, möchten wir hier noch ein Wort sagen. Sie bewirken nämlich durch ihre bloße Gegenwart chemische Umsetzungen, ohne selbst an dem chemischen Prozeß teilzunehmen. Nach Beendigung der Reaktion erscheinen sie nicht in den Umsetzungsprodukten, sondern bleiben neben diesen unverändert vorhanden. Ihre Wirkung besteht darin, daß sie chemische Prozesse, die auch von selbst, aber dann mit außerordentlich geringer und unmeßbarer Geschwindigkeit ablaufen würden, so sehr beschleunigen, daß sie in meßbarer Zeit ihr Ende erreichen. Ein jedes Ferment wirkt immer nur auf bestimmte Vertreter einer bestimmten Körperklasse ein und ist anderen Substanzen gegenüber wirkungslos.

Einen zweiten wesentlichen Bestandteil organischer Körpersubstanz bilden *die Fette*. Sie kommen reichlich im Tierkörper vor, aber auch in Pflanzen, und zwar hauptsächlich in Samen. Wir erinnern an Nüsse und Mandeln, an Kokos und Mohn. Seltener sind sie im Fruchtfleisch, so z. B. in der Olive oder in der Wurzel. Die charakteristischen Fettflecke, die sie auf Papier bewirken, kennt jeder. Die Fette sind unlöslich in Wasser, doch löslich in Äther, in Chloroform, in Benzol, in Azeton (Essiggeist) und in Schwefelkohlenstoff, weniger leicht aber in Alkohol. In wässrigen Flüssigkeiten können sie eine außerordent-

lich feine Verteilung in Form von mikroskopisch kleinen Fetttropfchen erfahren. Sie bilden dann eine Emulsion, die leicht zustande kommt, wenn Fette mit schleimigen Lösungen oder mit Lösungen von Eiweiß bzw. Seife geschüttelt werden, oder wenn man Fette, die geringe Mengen freier Fettsäuren enthalten, mit dünner Sodalösung zusammenbringt, wobei sich Seifen bilden. Fette sind chemische Verbindungen eines Alkohols, des Glycerins, mit gewissen Fettsäuren.

Die dritte der großen organischen Gruppen im Aufbau des tierischen Körpers bilden die *Kohlehydrate*. Sie kommen besonders reichlich in der Pflanze, in geringeren Mengen aber auch im tierischen Körper vor. Ihre Bezeichnung rührt daher, daß in ihrem Molekül neben dem Kohlenstoff der Wasserstoff stets in dem gleichen Verhältnis wie auch im Molekül des Wassers enthalten ist, also auf zwei Atome Wasserstoff immer ein Atom Sauerstoff. Alle Kohlehydrate sind von fester Beschaffenheit, ohne Geruch, entweder schon süß schmeckend wie die Zuckerarten, oder doch leicht durch verdünnte Säuren in Zucker umzuwandeln.

Von den Kohlehydraten hat für den Menschen besondere Wichtigkeit der Traubenzucker. Er ist im tierischen Körper nur ganz wenig im Blut, in den Muskeln, in der Leber, im Harn enthalten. Bei der Zuckerkrankheit allerdings in großen Mengen.

Sodann finden sich im Körper dauernd alle diejenigen chemischen Substanzen, welche durch den Lebensprozeß als *Stoffwechselprodukte* entstehen. Zu den stickstofffreien gehört die Kohlensäure, ein sehr bedeutsames Produkt des Atmungsstoffwechsels; sodann die Milchsäure, weiter die Oxalsäure, die als oxalsaurer Kalk im Harn auftritt. Von den stickstoffhaltigen verdient in erster Linie Erwähnung der Harnstoff, der Hauptbestandteil des Harns und das wesentlichste Endprodukt des Eiweißstoffwechsels, daneben die Harnsäure, die im Harn, in sehr geringen Mengen auch im Blut vorkommt, das Kreatin, sowie die Purinkörper, eine Gruppe von Stoffen, welche sich sämtlich von einer chemischen Grundform, dem Purin, ableiten. Einer besonderen Erwähnung bedürfen die *anorganischen Substanzen*. Sie sind neben den organischen in allen Flüssigkeiten und in allen geformten Bestandteilen des Körpers enthalten, und bilden einen für den Ablauf des Lebens notwendigen und unentbehrlichen Bestandteil des Organismus. Durch die Ausscheidungen des Körpers im Harn, im Schweiß, im Stuhlgang werden dauernd anorganische Stoffe aus dem Körper ausgeschieden. Diese müssen durch die Nahrung wieder ersetzt werden. Absichtliche Entziehung der

Salze aus der Nahrung führt zu schwersten Störungen und schließlich sogar zum Tode. Die anorganischen Salze spielen also eine große Rolle bei der Aufrechterhaltung der normalen chemischen Beschaffenheit der Körperflüssigkeiten und der Körpergewebe.

Daß es auch *Wasser* im Körper gibt, weiß jeder; daß aber das Wasser mehr als die Hälfte des ganzen Körpergewichts ausmacht, $58\frac{1}{2}$ Prozent, manchmal auch 60 und mehr, ist weniger allgemein bekannt. Es ist dies die durchschnittliche Zahl des Wassergehaltes. Bei der menschlichen Frucht, beim Fötus, beträgt er sogar 97 Prozent, ist dann aber schon erheblich niedriger beim Neugeborenen, nämlich nur noch $66\frac{2}{3}$, und nimmt mit zunehmendem Wachstum weiter ab. Bei gutem Ernährungszustand haben wir weniger Wasser im Körper als bei schlechtem, da das durch Überernährung angesetzte Fett wasserarm ist.

Von dem Flüssigen gelangen wir nun zum Luftförmigen. Wir beherbergen nämlich in uns in Form von *Gasen* vielerlei nichtorganische Stoffe, z.B. im Blut den Sauerstoff, physikalisch verankert und chemisch gebunden, in sehr geringen Mengen auch in den übrigen Körperflüssigkeiten, sodann Stickstoff, und zwar in geringen Mengen ebenfalls im Blute. Am Stoffwechsel, in dem der organisch gebundene Stickstoff der Eiweißkörper eine so große Rolle spielt, nimmt dieser gasförmige keinen Anteil. Das Wasserstoffgas entsteht durch die ablaufenden Gärungsvorgänge und findet sich dementsprechend in den Darmgasen, unter Umständen auch in denen des Magens. Der Wasserstoff geht von hier in das Blut über und von dort in die Ausatemluft. Der Schwefelwasserstoff tritt als Gärungsprodukt im Darm und im Harn zutage. Die Kohlensäure ist das Endprodukt der Verbrennung aller organischen Körperbestandteile. Sie findet sich daher in reichlichen Mengen im Blute, ebenso in allen anderen Körperflüssigkeiten und Körpergeweben.

Aus der Gruppe der *Metalloide* kommt das Chlor, in Form von Chloralkali, hauptsächlich in den Körperflüssigkeiten vor, und zwar im Blut, in der Lymphe, im Harn, im Schweiß, als freie Salzsäure bis zu dessen voller Hälfte im Magensaft, dagegen weniger oder gar nicht in den geformten Bestandteilen des Körpers. Auch Jod wurde in der Schilddrüse gefunden, Fluor in den Knochen und Zähnen, doch nur in sehr geringen Mengen. Schwefel erscheint im Körper fast nur in organischer Bindung, hauptsächlich in den Eiweißstoffen.

Die *Metalle* schließlich sind durch die Alkalien im Körper vertreten: Natrium und Kalium kommen überall in ihm vor, hauptsächlich

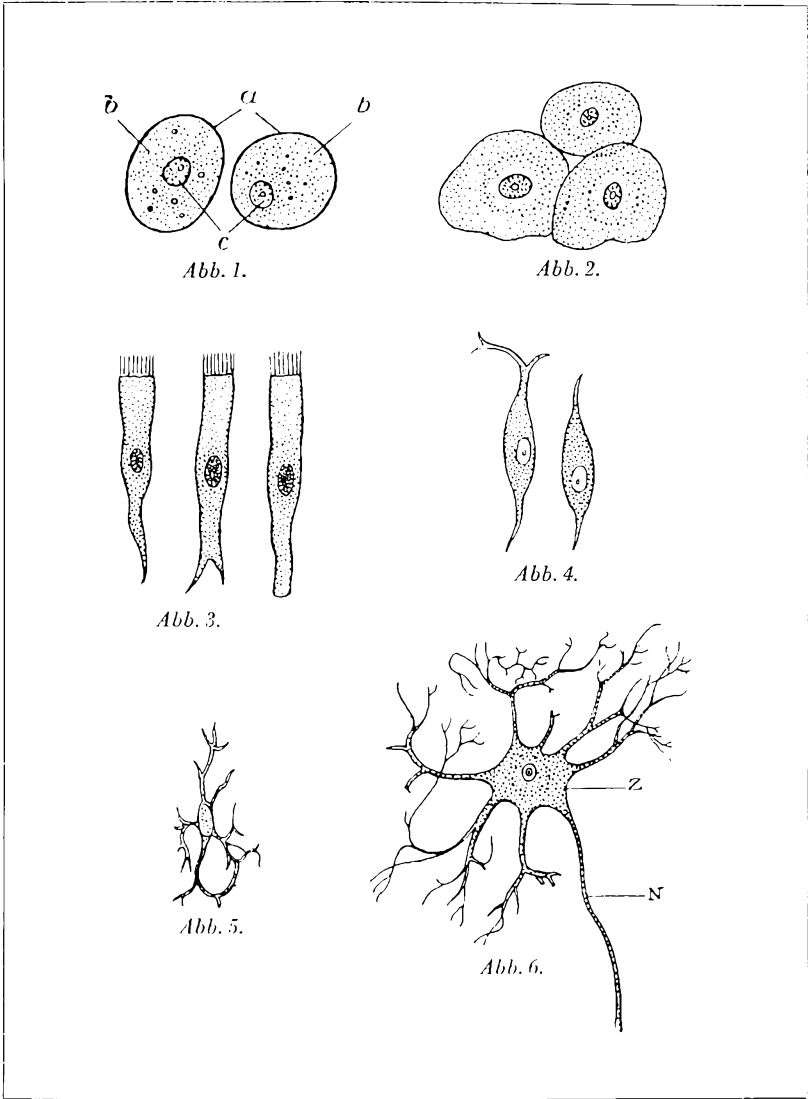
als Chloride, in geringerer Menge auch als Phosphate, als Sulfate, als Karbonate. Natrium befindet sich vorwiegend im Blute und in den Körperflüssigkeiten, Kalium im Gegensatz dazu besonders in den geformten Elementen des Körpers, in den Muskeln und in den roten Blutzellen. Erdalkalien, Kalzium und Magnesium zeigen sich als Phosphate und Karbonate in großen Mengen in den Knochen; auch in den Flüssigkeiten und den Geweben des Körpers. Aus der Reihe der Schwermetalle ist nur das Eisen in organischer Bindung als wichtiger Bestandteil des roten Blutfarbstoffes zu nennen.

Die Grundstoffe sind auch für den kompliziertesten und feinsten lebenden Organismus keine anderen als die, aus denen die leblosen, die anorganischen Gebilde sich aufbauen. Und so wenden wir uns nunmehr diesen Elementargebilden selbst zu. Nicht ohne Grund hat Michel Angelo schon vor Jahrhunderten gemeint, nur wer die Anatomie des menschlichen Körpers genau kenne, vermöge ein guter Baumeister zu sein. Wie der Organismus sich aus Grundstoffen zusammensetzt und aufbaut, so ist es die Masse der Ziegelsteine, die den Bau bildet, zusammengehalten von der Bindesubstanz des Mörtels, gestützt von Pfeilern und Trägern, geschieden in einzelne Räume durch Balken und Bretter, durchflossen von Flüssigkeit sich verzweigender Röhren, in Verbindung gehalten durch Leitungen und Drähte, und mit Schindeln oder Schiefer überdeckt.

Die elementaren Baumittel des Körpers werden nach alter Gepflogenheit im allgemeinen in zwei Gruppen, in die der Zellen und die der Zwischensubstanzen, eingeteilt. Die weitaus wichtigste Rolle für den Aufbau des Körpers wie für die Erhaltung des Lebens und der Gesundheit spielen die *Zellen*. Sie sind die wesentlichste Erscheinungsform alles organischen Lebens. Eine ganz neue Epoche für die Wissenschaft begann, als nach der Erfindung des Mikroskops zuerst der Botaniker Schleiden den Nachweis führte, daß ein jedes pflanzliche Gebilde, die Knospe und der Stengel nicht minder als das Dünengras und der Eichbaum, sich aus einer überaus großen Anzahl von ganz kleinen, dem bloßen Auge nicht mehr sichtbaren Körperchen zusammensetzt. Diesen gab er wegen ihrer Ähnlichkeit mit den Zellen einer Bienenwabe nun auch den Namen Zellen. Und kurze Zeit danach, etwa in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, wurde von dem Anatomen Schwann der Nachweis geliefert, daß ebenso der menschliche und tierische Organismus ganz ausschließlich aus Zellen aufgebaut sei. So ist das menschliche Ei, aus

dem sich später der große und komplizierte Körper des Menschen entwickelt, im reifen Zustande nichts anderes als eine einfache Zelle von kugelförmiger Form und von Sandkorngröße. Die Zelle ist in der Natur die einfachste Form, in der tierische oder pflanzliche Organismen als lebende Wesen auftreten. Dieses mikroskopisch kleine Klümpchen zähflüssiger, eiweißartiger Substanz ist mit Leben begabt, kann sich von der Stelle bewegen, ist für äußere Reize empfänglich, vermag sich durch Nahrungsaufnahme zu vergrößern und unter gewissen Umständen zu vervielfältigen und fortzupflanzen. Einzellige Organismen, lebende Wesen, die nur aus einer einzigen Zelle bestehen, sind in der Natur zahlreich. Sie bilden die niedersten Gruppen im Tier- und Pflanzenreich und werden als ein besonderes Reich, als das der Protisten, zusammengefaßt. Die einfache Kugelgestalt einer frei lebenden, ruhenden Zelle verändert sich bei jeder Bewegung, die sie ausführt. Jede Ortsveränderung einer solchen membranlosen Zelle kommt nur dadurch zustande, daß sie nach einer Seite hin Fortsätze ausstreckt und sich dann mit ihrem ganzen Leib in diese hinein ergießt. Dies nennt man amöboide Bewegung. Ist die Zellenoberfläche von einer Membran — Außenschicht — begrenzt, so streckt die Zelle feinere fadenförmige Fortsätze durch besondere Löcher in dieser heraus, heftet sich damit irgendwie an und zieht sich selbst nach. Ihre Nahrung erlangt sie auf gleiche Weise, indem sie mit ihren Fortsätzen, den Scheinfüßen oder Pseudopodien, die sie beliebig auszustrecken und wieder in ihren Leib einzuziehen vermag, die ihr zusagende Beute umspinnt und in ihr Inneres befördert. Im Innern des Zelleibes finden sich allerlei Stoffe, die auf diese Art in sie hineingelangt sind: Fetttropfchen, kleine Bläschen, die mit Flüssigkeit gefüllt sind, oder auch feine Pigmentkörnchen, sowie zarte Kristalle von Kieselsäure und Kalksalzen. Treffen von außen her Reize die Zelle, so zieht sie ihre Pseudopodien gänzlich ein, rundet sich ab und umgibt sich auch wohl mit einer durch Ausschwitzung entstehenden dickeren und widerstandsfähigeren Außenschicht.

An jeder Zelle sind zwei Bestandteile zu unterscheiden: der Zellkörper oder Zelleib und der Zellkern. Der Leib gibt der Zelle die Form. Er besteht wesentlich aus einem zu selbständiger Lebenstätigkeit befähigten, eiweißreichen Stoffe von bestimmter Struktur, dem Zellstoff. Der Zellkern befindet sich im Innern des Zellkörpers, ist ein scharf umgrenztes, kugelförmiges oder abgeplattetes oder auch in die Länge gestrecktes Gebilde, in dem sich gewöhnlich ein oder auch mehrere durch



Verschiedene Zellen.

Abb. 1. Zwei Zellen von kugelige und ovaler Form: *a* Zellenmembran, *b* Zellenkörper, *c* Kern mit dem Kernkörperchen. Abb. 2. Flache, schuppenartige Epithelzellen aus der Mundhöhle des Menschen. Abb. 3. Isolierte Flimmerzellen (Zylinderzellen). Abb. 4. Spindelförmige Zellen aus unreifem Bindegewebe. Abb. 5. Sternförmige Zellen aus einer Lymphdrüse. Abb. 6. Nervenzellen aus dem Rückenmark: *Z* = Zelle mit Pigment, *N* = Nervenfortsatz.

stärkeres Lichtbrechungsvermögen und durch scharfe Begrenzung auffallende Kügelchen erkennen lassen. Nicht alle Zellen besitzen Kerne, es gibt auch kernlose. Der Kern der Zellen spielt bei der Fortpflanzung eine bedeutsame Rolle. Als dritter, aber auch häufig fehlender Bestandteil der Zelle erscheint ein äußerst zartes, durchsichtiges Häutchen, das die äußere Oberfläche des Zellkörpers bekleidet und umschließt und Zellhülle, Zellhaut und besonders auch Zellmembran genannt wird. Im einzelnen zeigen die Zellen mancherlei Unterschiede in Form und Größe. Hiernach lassen sich mehrere Formen und Arten von Zellen unterscheiden. So gibt es kugelförmige und würfelförmige, vieleckige und platte, kegelförmige oder zylindrische oder spindelförmige Zellen, endlich auch solche von mehr oder weniger unregelmäßiger Gestalt, verästelte oder sternförmige. Zellen von sehr langgestreckter Form pflegt man als Fasern zu bezeichnen, so vor allem die Muskelfasern. Es gibt besondere Knorpelzellen, Epithelzellen, Drüsenzellen, Leberzellen, Nervenzellen, Ganglienzellen und noch manche andere. Von diesen sind die Epithelzellen diejenigen, die die freien Oberflächen der äußeren Haut, der Schleimhäute, der Drüsen bekleiden. Solches Epithel besteht aus dicht aneinander gelagerten Zellen, die in besonderen Formen auftreten: als Pflasterepithel, als Zylinderepithel, als senkrecht gestellte kurze Stäbe und als kubisches oder würfelförmiges Epithel; auch gibt es mit Wimpern versehenes Flimmerepithel. Oft scheiden diese nebeneinander gelegenen Zellen auf ihrer Außenfläche einen Saum, ein Oberhäutchen (Cuticula) aus, das zuweilen eine bedeutende Dicke erreicht und dann als Schutzüberzug in Erscheinung tritt. Bei manchen tierischen Organismen besteht das Epithel der äußeren Haut auch aus mehreren übereinander gelagerten Reihen von Zellen, deren äußere meist abgeplattet und verhornt erscheinen und daher auch Horngewebe genannt werden.

Die Bedeutung der Zellen für den tierischen Körper ist somit eine doppelte. In anatomischer Beziehung bilden sie die Grundlage, die wesentlichen Bestandteile im Aufbau aller Körpergewebe, und machen der Masse nach deren hervorragendsten Bestandteil aus. Bei der Entwicklung und dem Wachstum des Körpers wie seiner einzelnen Teile vermehren sich die Zellen durch fortgesetzte Teilung ins unendliche und gruppieren sich gesetzmäßig. In physiologischer Hinsicht sind die Zellen vermöge ihrer Befähigung zu selbständigen Lebensäußerungen die hauptsächlichsten Träger der Lebensverrichtungen. Die letzten Rätsel ihrer besonderen Fähigkeiten und Eigenschaften wird der Menscheng Geist

wohl niemals zu lösen vermögen. Ebensovienig wie wir das Wesen des Lebens selbst jemals völlig ergründen werden.

Eine zweite Gruppe von elementaren Baumitteln stellen die Zwischensubstanzen, die *Interzellulärsubstanzen*, dar. Sie erscheinen allenthalben zwischen den zelligen Elementen, einmal in größerer, dann wieder in geringerer Massenfaltung, in verschiedenster Form und Anordnung. Im ganz formlosen Zustande treten sie als Kittsubstanzen, als Bindemittel von Zellen auf. In anderen Fällen stellen sie sich in Gestalt dünner Häutchen dar, indem sie für eine Anzahl von zusammengehörigen zelligen Elementarteilen eine gemeinsame Hülle bilden. In dieser Form erscheinen sie als die Grundmembranen der Drüsen, als diejenige der Epithelien, und auch als die Glashaut der Linsenkapsel.

Die bedeutsamste Aufgabe ist den Zwischensubstanzen in gewissen Körpergeweben zugewiesen, die als Bindesubstanzen, als *Bindegewebe*, zusammengefaßt werden. Zu diesen gehören vornehmlich Knochen und Knorpel, das faserige, fibrilläre Bindegewebe und das Gallertgewebe. Der am meisten verbreitete Formbestandteil solcher Grundsubstanz sind die Fibrillen, welche in Gestalt von unmeßbar feinen und biegsamen, aber nur wenig elastischen Fädchen erscheinen, deren Substanz bei längerem Kochen Leim gibt. In dem gewöhnlichen faserigen Bindegewebe sind Fibrillen derart geordnet, daß eine Anzahl davon durch eine besondere Kittsubstanz zu dünneren oder dickeren Bündeln, zu Bindegewebebündeln, vereinigt werden. Oder es entstehen, wenn sich die Bindegewebebündel filzartig oder mattenartig durchflechten, andere sehr verschieden gestaltete Formen, wie die Schleimhäute, die Lederhaut und die Beinhaut. Endlich findet sich das faserige Bindegewebe auch im Innern der verschiedensten Körperteile, in einer zwar verhältnismäßig geringen Menge, jedoch in bestimmter Gestaltung als Bindemittel für andersartige Elementarteile des Körpers oder für gewisse Gruppen von solchen, z. B. in den Muskeln oder in den Drüsen als sogenanntes Zwischenbindegewebe. Auch im Knochen und im Knorpel haben die leimgebenden Fibrillen an der Bildung der Grundsubstanz wesentlichen Anteil. Doch hier sind sie durch festere verkittende Massen, welche im Knochen durch einen reichen Gehalt an erdigen Salzen besonders ausgezeichnet sind, verbunden. Auch sonst finden sich in den Gebilden der Bindesubstanzen noch Zwischensubstanzen, welche durch einen hohen Grad von Elastizität und Federkraft sowie durch starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet sind und sich überdies durch ihr chemisches Verhalten von den

leimgebenden Fibrillen unterscheiden. Es sind dies die elastischen Fasern oder elastischen Platten. Ein Bindegewebe oder auch Knorpel, in welchem sie in besonders großen Mengen vorkommen, zeigt einen gelblichen Farbton.

Zellen und Zwischensubstanzen sind in den verschiedenen Bestandteilen des Körpers in gesetzmäßiger Anordnung zusammengefügt. Sie werden als *Gewebe* bezeichnet.

Mit Rücksicht darauf, daß gewisse Teile des Körpers, die von einheitlicher Bauart sind, ganz bestimmten Lebensverrichtungen dienen, heißen sie *Organe* (Werkzeuge).

Betrachtet man den menschlichen Körper als Ganzes, so können an ihm ebenso wie an dem Körper der sämtlichen Wirbeltiere zwei Organsysteme unterschieden werden, die bei aufrechter Stellung senkrecht voneinander gelegen sind: ein vorderes weiteres, das vegetative Rohr, welches die Organe der Ernährung und Fortpflanzung in sich schließt und die Mundhöhle, den Nasenraum, den Schlund umfaßt, zudem die Atmungsorgane, Kehlkopf und Lungen, sowie den Verdauungsapparat, die Speiseröhre, den Magen, den Darmkanal und was sonst noch dazu gehört, ebenso die Ausscheidungsorgane, Nieren und Harnblase, sowie den gesamten Geschlechtsapparat. Das hintere engere Rohr enthält die nervösen Zentralorgane, das Gehirn und das Rückenmark, fest in sich eingeschlossen, Organe, durch welche der menschliche und der tierische Organismus erst ihr charakteristisches Gepräge erhalten. Das eine dient mit seinem Inhalt den täglichen Notwendigkeiten des Dahinlebens, das andere den höheren Verrichtungen und geistigen Betätigungen. Dieses Doppelrohr bildet mit seinen Umhüllungen den Stamm des Körpers, der, wie man weiß, verschiedene Abschnitte aufweist, den Kopf, den Hals, die Brust, den Bauch und als unteren Abschluß das Becken. Brust, Bauch und Becken nennen wir zusammengefaßt Rumpf. Außerdem besitzt der Mensch, wie auch der größte Teil der übrigen Wirbeltiere, zum Verkehr mit der Außenwelt zwei Paar Fortsätze, seine Glieder, die Extremitäten, während die Schultern und die Hüften die Übergänge zu diesen bilden.

Tief im Innern des Stammes und in den Achsen der Extremitäten liegen als Halt und Stützen die Knochen, durch Gelenke und Bänder miteinander verbunden und zusammengehalten, überall umlagert von Muskeln, denen die Aufgabe zufällt, sie zu bewegen. So werden die Knochen mit ihren Bändern zu passiven Bewegungsorganen, während die Muskeln dabei als aktive Bewegungsorgane dienen. Durch den

ganzen Körper verzweigen sich die Blutgefäße, ein System von baumartig verästelten Röhren, das die den Körper ernährende Flüssigkeit, das Blut, enthält. Von dem Zentralorgan des Herzens in steter Bewegung gehalten, wird dieses immer wieder zum Herzen zurückgeführt, um von hier aus von neuem in die verschiedenen Organe des Körpers hineingeschickt zu werden. Ebenso entsenden Gehirn und Rückenmark eine reichliche Anzahl von Nervensträngen in den Körper hinein, die sich sehr bald verästeln und ganz ähnlich wie die Blutgefäße in immer feinere und feinere Zweige teilen und in den verschiedensten Körperstellen und Körperorganen enden und oft in ganz besonders gestalteten Endaufnahmeapparaten, den Sinnesorganen, auslaufen. Die Blutgefäße und die Nerven dringen bis in die tiefstgelegenen Stellen des menschlichen Körpers hinein. Nur ganz wenige Punkte in ihm sind gänzlich ohne Blutgefäße: das Zahnbein und der Schmelz der Zähne, der Glaskörper und die Linse des Auges.

ZWEITES KAPITEL

Die Kräfte im lebenden Menschen

Der Mensch ist ein Teil der Natur, und zwar ist er ein lebendes Wesen, in dem auf den ersten Blick andere Kräfte zu wirken scheinen als in der toten, unbelebten Welt. So müssen wir, ehe wir unsere Betrachtung dem Menschen selbst eingehend zuwenden, zunächst einmal von allgemeineren Dingen sprechen, von allerlei Kräften, die in seinem Organismus wirken, von den Regeln und Gesetzen, denen sie unterliegen. Die Körper, die aus wägbarer Materie bestehen, haben Form und Gestalt und zeigen eine bestimmte Größe des von ihnen eingenommenen Raumes. Sie kommen in drei verschiedenen „Aggregatzuständen“ vor und sind dementsprechend entweder fest, flüssig oder gasförmig.

Wenn man sich die Materie fort und fort in stets kleinere Teilchen zerlegt denkt, so stößt man schließlich auf kleinste Teilchen, an denen der Aggregatzustand noch erkennbar ist, auf kleinste Partikel, die beim Eisen noch als fest, beim Wasser noch als tropfbar flüssig, beim Sauerstoff noch als gasförmig zu erkennen sind. Diese kleinste Einheit nennt man Molekül. Die Moleküle sind noch nicht die letzten Einheiten der Körper, jedes *Molekül* besteht vielmehr noch weiter aus einer Gruppe

allerkleinster Einheiten, die *Atome* heißen. Ein solches Atom kann für sich im freien Zustande nicht vorkommen. Die Atome vereinigen sich auf Grund der zwischen ihnen wirkenden chemischen Anziehungskraft mit materiell gleichen oder mit andersartigen Atomen zu Atomkomplexen, zu Molekülen. Atome müssen wir uns als an sich fest und von konstanter Größe vorstellen. Ein jedes Atom eines Elementes ist seine geringste denkbare Menge, die in eine chemische Verbindung mit anderen Atomen einzutreten vermag. Wir können daher sagen: Es gibt in der Welt so viele verschiedene Atome, als es Elemente in ihr gibt.

Ein *Element* ist ein Stoff, der durch die Mittel der Chemie nicht mehr weiter zerlegbar ist, der also aus nur gleichen Teilen besteht, er gilt als ein Grundstoff. Solche Elemente sind Kupfer und Eisen, Kohlenstoff, Schwefel, Sauerstoff, Wasserstoff usw. Wir denken uns all diese Grundstoffe aus für uns nicht mehr teilbaren Teilchen, eben aus den Atomen zusammengesetzt. Die Atome eines Elements sind untereinander völlig gleich, während die Atome der verschiedenen Elemente in ihren Eigenschaften gegeneinander, besonders in ihrem Gewichte, verschieden sind. Alle zusammengesetzten Körper entstehen dadurch, daß ein oder eine Anzahl von Atomen der verschiedenen Elemente in einen engen Zusammenhang miteinander treten. So vereinigt sich beim Verbrennen des Schwefels immer ein Atom Schwefel mit zwei Atomen Sauerstoff zu einem Molekül Schwefeldioxyd, einem stechend riechenden Gase. Diese Moleküle sind die eigentlichen Bausteine der Materie; bei den reinen Elementen treten zwei oder mehrere gleichartige Atome in engen Zusammenhang miteinander und bilden die Moleküle. Diese Verbindung der Atome zu Molekülen geschieht nach ihren ganz bestimmten ein für allemal feststehenden Gewichtsverhältnissen. So sind die Elemente Natrium und Chlor, deren Verbindung Kochsalz ergibt, im Kochsalzmolekül im Verhältnis von $23 : 35\frac{1}{2}$ aneinander gebunden. Die Verhältniszahlen der Atomgewichte der einzelnen Elemente in den Verbindungen der Stoffe sind immer konstant.

Nun war man vor wenigen Jahrzehnten noch der Ansicht, daß die Atome die letzten und die kleinsten Elementarbestandteile der Materie seien. Die Materie und der Lichtäther, so glaubten die Physiker, seien die Grundlagen unserer Welt. Die auf dem Gebiete der Elektrizität entdeckten Tatsachen, besonders die genialen Forschungen von Heinrich Hertz über das Wesen der Elektrizität und die elektromagnetischen Wellen, führten eine neue Anschauung über die letzte Zusammensetzung

der Materie herbei. So müssen wir denn außer den Atomen, welche die kleinsten feststellbaren Träger materieller Eigenschaften im chemisch wirksamen Sinne sind, auch noch die *Elektronen* unterscheiden, die Träger der elektrischen Eigenschaften. Nun wäre es das Einfachste, entsprechend den beiden Arten der Elektrizität, der $+$ und $-$, auch zwei Arten von Elektronen, positive und negative, neben den Atomen der Materie anzunehmen. Doch ist nun gerade in den letzten Jahrzehnten der Forschung eine merkwürdige Feststellung gelungen. Gewisse Atome, und zwar handelt es sich da immer um Atome von höchstem Atomgewicht, geben nämlich fortgesetzt positive und negative elektrische Teilchen ab und gehen dabei selbst in völlig andere Atome von niederem Atomgewicht über. Diese Erscheinung des Atomzerfalls nennt man Radioaktivität. Hierin haben wir also etwas von den Atomen der Materie gänzlich Verschiedenes vor uns. Da wir positive Elektrizität bisher nur in der Form der positiv geladenen materiellen Atome kannten, so müssen die Elektronen nunmehr als stets negativ elektrisch angenommen werden. Das Elektron ist demnach das Elementarquantum der negativen Elektrizität, und weiter mußte aus der Tatsache des Atomzerfalls die Folgerung gezogen werden, daß die Elektronen nun wieder die Bausteine des Atoms sind, so daß also auch die Atome der etwa 90 Elemente, die es gibt, Komplexe sind, Zusammensetzungen aus wenigen, wahrscheinlich sogar nur aus zwei verschiedenen Elementarbestandteilen, die sich eben nur in der Art ihres Zusammentretens voneinander unterscheiden. Bei der Reibung zweier Stoffe aneinander werden Elektronen aus dem Atomverbände des einen abgetrennt. Es gibt ja eine Reihe von Stoffen, bei denen die Elektronen besonders leicht aus dem Atomverbände freigegeben werden, in erster Linie die Metalle, die wegen ihres hohen Atomgewichts eine beträchtliche Anzahl von Elektronen besitzen müssen. Die elektrisch nicht mehr neutralen Atome nennen wir Ionen, und zwar die einen Kationen, die anderen Anionen. In den Metallen sind freie Elektronen vorhanden, denen eine genau gleiche Anzahl von Anionen entspricht.

Von der gegenseitigen Anordnung ihrer Moleküle nun hängt der Aggregatzustand der einzelnen Körper ab. Die festen Körper haben einen eigenen, nicht leicht veränderlichen Rauminhalt und ihre eigene Form, sie sind in weitem Maße von ihrer Umgebung unabhängig. In ihnen sind die Moleküle in bestimmter, nicht leicht veränderlicher Lage zueinander angeordnet. Doch befinden sie sich trotzdem nicht etwa in

absoluter Ruhe, sondern in steter schwingender Bewegung um eine Gleichgewichtslage. Die zwischen den Molekülen wirkenden Molekularkräfte halten sie in der bestimmten Lage zueinander fest, so daß ihre mittlere Gleichgewichtslage unverändert bleibt. Im Gegensatz zu den festen Körpern zeigen die tropfbar flüssigen zwar ebenfalls ein eigenes, nicht leicht veränderliches Volumen, aber sie haben keine eigene Form. Diese wird ihnen von der Umgebung bestimmt. In den flüssigen Körpern hat die schwingende Bewegung ihrer Moleküle so zugenommen, daß sie nicht mehr in ihre Gleichgewichtslage zurückkehren. Sie verschieben sich gegeneinander. Und die gasförmigen Körper haben nun weder ein eigenes Volumen noch eine eigene Form, sie füllen jeden ihnen dargebotenen Raum, von welcher Form auch immer, gleichmäßig aus. In ihnen hat die Bewegung der Moleküle nun derart große Ausschläge angenommen, daß sie auseinanderstreben.

Wir müssen uns die Zwischenräume zwischen den Molekülen der Materie erfüllt denken vom Äther, dem Lichtäther, einer angenommenen Substanz, die außerordentlich fein, gänzlich unwägbare und von vollkommener Elastizität sein muß. Dieser Äther ist Träger des Lichtes, welches er durch seine Schwingungen mit der unvorstellbaren Geschwindigkeit von 300 000 Kilometern in jeder Sekunde zu unseren Sehwerkzeugen leitet.

Alle Erscheinungen der Welt haften an der Materie. Unser Forschungstrieb nimmt als Ursache jeder Veränderung eine Kraft an. Die Erscheinungen der Welt sind für uns also der wahrnehmbare Ausdruck der in der Materie wirkenden Kräfte; die Kräfte selbst sind nicht wahrnehmbar, wir nehmen sie als die Ursache der Erscheinungen an. In letztem Betracht sind Stoff und Kraft nicht zu trennen: die Kräfte sind die Eigenschaften des Stoffes.

Wir nennen die Fähigkeit, Arbeit zu leisten, *Energie*. Ein Körpersystem kann auf zweierlei Art Energie besitzen. Das eine Mal infolge der Lage seiner Teile. Solche Energie heißt Spannkraft (positive Energie). Oder infolge seiner Bewegung, seiner lebendigen Kraft, die kinetische Energie genannt wird. Spannkraft enthält eine gehobene Last, die durch ihre neue Lage weiter vom Mittelpunkt der Erde entfernt worden ist. Lebendige Kraft, kinetische Energie, enthält jede in Bewegung befindliche Masse, also auch die gehobene Last, während sie von einer gewissen Höhe herabfällt. Hier zeigt sich der Übergang von Spannkraft in lebendige Kraft: die oben ruhende Last hat potentielle

Energie in sich aufgespeichert, und zwar in derselben Größe wie die Arbeit, die erforderlich gewesen war, sie zur Höhe zu heben. Kommt sie dann unten wieder mit bestimmter Geschwindigkeit an, so enthält sie von neuem lebendige Kraft. Ihre potentielle Energie ist wieder ganz in kinetische übergeführt. Wandelt sich so eine Form der Energie in die andere, so geschieht dies immer nach bestimmten Verhältnissen. Niemals wird dabei Energie gewonnen, niemals geht dabei Energie verloren. Innerhalb unseres Universums bleibt bei allen Umformungen, die die in ihm vorhandenen Kräfte erfahren, die Summe des gesamten Energieinhalts stets eine gleich große. Das ist das *Gesetz von der Erhaltung der Kraft*, die vielleicht wichtigste Erkenntnis, die der Menschheit bisher gelungen ist, das große Gesetz, das wir neben Robert Mayer vor allem dem Genie von Hermann Helmholtz verdanken. Dieses Gesetz gilt nicht nur für die unbelebte Natur, sondern ebenso auch für die belebten Wesen. Bei allen Erscheinungen, die an diesen vor sich gehen, ist es wirksam. Immer handelt es sich nur um Umwandlungen der Kräfte, um den Übergang der einen Energieform in eine andere. Das Prinzip der Erhaltung der Kraft ist das durch alle Erfahrungen bestätigte Grundgesetz der gesamten Naturlehre geworden. Dieses Gesetz beherrscht die Umwandlung sämtlicher Energien der Natur, des Schalles und der Wärme, des Lichts und der Elektrizität, der chemischen Trennung und Verbindung und der mechanischen Energie ineinander. So stellen sich diese als die verschiedenen Erscheinungsformen einer und derselben Wesenheit dar. Dies führt zur Erkenntnis ihres inneren Zusammenhangs und berechtigt, von der Einheit der Naturkräfte zu sprechen. Im gesamten All bleibt die einmal vorhandene Menge des Stoffes, der Materie, immer die gleiche. Hier kommt nichts Neues hinzu, geht nichts verloren. Nur die Form des Stoffes ändert sich ohne Unterlaß in dem gewaltigen Spiele, das Zeus mit sich selbst spielt.

Eine besondere Form der lebendigen Energie ist die *Wärme*. Hier handelt es sich um eine Bewegung der kleinsten Teile der Körper, der Moleküle und der Atome. Sehr häufig wird eine Massenbewegung in Wärme umgesetzt: wenn eine Last wie vorhin aus einer bestimmten Höhe herabstürzt, unten mit einer gewissen Geschwindigkeit anlangt und auf eine unnachgiebige Grundlage aufschlägt, so hat es den Anschein, als ob die lebendige Kraft der Massenbewegung im Augenblick des Aufschlagens verschwunden sei. In Wirklichkeit ist sie umgesetzt worden in eine Bewegung der kleinsten Teile der Masse, in Wärme. Die Menge

der entstandenen Wärme ist genau gleich der Menge der verschwundenen lebendigen Kraft. Umgekehrt wird in der Dampfmaschine die durch die Verbrennung der Steinkohlen entstehende Wärme umgesetzt in die mechanische Bewegung der Kolbenstange, in lebendige Kraft. Wir messen die Menge der Wärme nach *Wärmeeinheiten*, nach *Kalorien*. Eine Wärmemenge, welche imstande ist, ein Kilogramm Wasser um einen Grad Celsius zu erwärmen, heißt eine große Kalorie, eine solche, die ein Gramm Wasser um einen Grad erwärmt, eine kleine.

Als eine besondere Form der potentiellen Energie sei die *chemische Affinität* genannt, diejenige Spannkraft, welche die Atome zu ihren Molekülen vereinigt und zusammenhält. Werden bei einem chemischen Prozeß die verbundenen Atome voneinander getrennt, werden also chemische Affinitäten gelöst, so wird dabei Wärme verbraucht oder richtiger ausgedrückt, es wird Wärme in chemische Spannkraft umgesetzt. Wenn aber umgekehrt bis dahin getrennt gewesene Atome sich zu Molekülen vereinigen, so wird Wärme frei, die chemische Spannkraft wird also in Wärme umgesetzt.

Zum Verständnis der später zu erörternden Vorgänge ist die Erwähnung einiger physikalischer Erscheinungen nötig, nämlich der Diffusion, der Osmose und der Filtration. Wenn in einem Gefäß eine Lösung irgendwelcher Substanz, z. B. Rohrzuckerlösung, mit destilliertem Wasser so vorsichtig überschichtet wird, daß keine Vermischung der Flüssigkeiten entsteht, so wandern die Teilchen der gelösten Substanz, wie z. B. die Rohrzuckermoleküle, der Wirkung der Schwere entgegen bis zur gleichmäßigen Vermischung in das destillierte Wasser empor. Es hat eine *Diffusion* stattgefunden. Sind beide Flüssigkeiten durch eine Zwischenwand, eine Membran (tierische Haut) getrennt, so hängt ihr weiteres Verhalten von den Eigenschaften dieser Zwischenwand ab, ist sie für das Lösungsmittel, das Wasser, und für die gelöste Substanz, den Rohrzucker, völlig undurchgängig, so können die beiden Flüssigkeiten natürlich in überhaupt keine Beziehung zueinander treten, ist sie jedoch für das Lösungsmittel wie für die gelöste Substanz in gleichem Maße durchgängig, so geht ebenso natürlich eine Diffusion gerade in der gleichen Weise vor sich, als ob überhaupt keine Membran vorhanden wäre. Nun kann aber drittens die Membran halbdurchlässig sein, durchlässig für das Lösungsmittel, das Wasser, aber undurchlässig für den gelösten Körper, den Rohrzucker. Solche Membranen lassen sich künstlich herstellen, sie kommen aber auch im Pflanzenreiche und im

Tierreiche vor. In diesem Falle tritt nur ein Austausch von Wasser ein, eine *Osmose*. Tierische Membranen verhalten sich gewöhnlich so, daß sie für Wasser und auch für gewisse gelöste Stoffe durchgängig sind, für beides aber nicht im gleichen Maße, auch für die einzelnen gelösten Stoffe nur in verschiedenem Grade. Tierische Membranen setzen dem Durchtritt der gelösten Stoffe einen größeren Widerstand entgegen als dem des Wassers; unter solchen Umständen gehen dann Diffusion und Osmose nebeneinander her. Eine andere Form des Hindurchtretens von Flüssigkeit, die im Körper vorkommt, ist die *Filtration*, das Hindurchtreten von Flüssigkeit durch die größeren intermolekularen Poren einer Membran, abhängig vom Drucke.

In der Natur gibt es eine Reihe von Erscheinungen, wie Wachstum, Fortpflanzung, Eigenbewegung, Empfindung und andere mehr, die nur an belebten Wesen vorkommen, in der unbelebten Natur dagegen nicht, so daß hier eine prinzipielle Verschiedenheit zu herrschen scheint. Alle lassen sich auf eine einzige Gruppe von Erscheinungen, auf den *Stoffwechsel*, zurückführen, der für die lebenden Wesen charakteristisch ist. Alle lebenden Wesen vermögen Stoffe aus ihrer Umgebung in sich aufzunehmen, sie zu Bestandteilen ihres eigenen Leibes zu machen. Sie vermögen wieder Stoffe auszuschcheiden, deren sie nicht mehr bedürfen.

Die Bedeutung dieser Besonderheit für die lebenden Wesen ist eine zweifache. Zunächst wird durch diesen Stoffwechsel den lebenden Körpern derjenige Stoff zugeführt, dessen sie zum Aufbau ihres Leibes bedürfen. In den ausgewachsenen Organismen gehen im Laufe des Lebens dauernd Zellen zugrunde, die durch neue zu ersetzen sind. Um das hierzu nötige Material dem Körper immer wieder von neuem in der Nahrung zuzuführen, müssen wir essen. Dieses Nahrungsmaterial, dessen wir ständig bedürfen, stammt von anderen lebenden Wesen, von Tieren oder Pflanzen. Es muß erst einer weitgehenden Umwandlung unterzogen werden, ehe es zur Aufnahme in den Körper geeignet ist. Erfahrung hat erwiesen, daß die chemischen Substanzen, aus denen sich die Zellen eines bestimmten Lebewesens zusammensetzen, vor allen anderen die Eiweißstoffe, durch einen je nach Art und Rasse bei dem einzelnen Individuum besonders eigentümlichen Aufbau ihrer großen Moleküle aus einfacheren Bausteinen charakterisiert sind. Da das in der Nahrung eingeführte Material artfremd ist, muß es zunächst durch die Verdauungsvorgänge so weit zerlegt und umgewandelt werden, bis der ursprüngliche Aufbau des Moleküls zerstört und ein indifferentes Material

geschaffen ist, das nunmehr dem Körper dargeboten werden kann. Aus diesem baut der Organismus erst das für ihn passende Material mit den charakteristischen Eigentümlichkeiten seiner eigenen Art wieder auf und verwendet dieses nun zur Vervollständigung seiner Körperzellen. Weiter ist mit dem Stoffwechsel ein Energiewechsel verbunden, der den Lebewesen die für den Betrieb der Lebensvorgänge erforderliche Energie liefert. Dieser Energiewechsel verläuft bei allen lebenden Wesen im gleichen Sinne, nämlich, die chemische Spannkraft von kompliziert zusammengesetzten Stoffen wird in lebendige Kraft umgesetzt, in die kinetische Energie, welche zur Unterhaltung der Lebensvorgänge dient und in den verschiedensten Formen nach außen abgegeben wird. Die Tiere nehmen in ihrer Nahrung außer Wasser und Salzen die drei großen Gruppen von Nahrungsstoffen: Eiweißkörper, Fette und Kohlehydrate auf, Stoffe, die infolge ihres komplizierten chemischen Aufbaues reichliche chemische Spannkraft in sich bergen. Im tierischen Körper werden diese komplizierten Verbindungen in einfache gespalten und unter der Mitwirkung des ständig eingeatmeten Sauerstoffes oxydiert. Die Endprodukte des Stoffwechsels, die schließlich nach außen abgegeben werden, sind dann nur noch ganz spannkraftfreie Verbindungen, wie Kohlensäure und Wasser, und recht spannkraftarme, wie Harnstoff. Auch in den Pflanzen spielt sich ein in gleicher Richtung verlaufender Energiewechsel ab. Auch im pflanzlichen Organismus werden komplizierte chemische Verbindungen, vor allem Kohlehydrate, doch auch Fette und Eiweißstoffe abgebaut und oxydiert und wird als Endprodukt Kohlensäure produziert. Hier dient die freiwerdende chemische Energie somit in derselben Weise wie im tierischen Körper dem Betriebe der Lebensvorgänge.

Die Umwandlung von Spannkraften chemischer Energie in lebendige Kräfte ist also eine allen Lebewesen gemeinsame Eigenschaft. Die Tiere sind auf die organische Substanz anderer Lebewesen angewiesen, in letzter Linie also auf die grünen Pflanzen. Hier ist ein ewiger Kreislauf: von den Tieren nähren sich die einen unmittelbar von Pflanzen, die anderen, zu denen auch die Menschen gehören, verzehren ihre pflanzenfressenden Mitgeschöpfe, in beiden Fällen ist die Pflanzenwelt die Quelle alles tierischen Lebens. Im tierischen Organismus verbindet sich der in der Nahrung eingenommene Kohlenstoff, der Hauptbestandteil der Pflanzen, mit dem eingeatmeten Sauerstoff und wird in Form von Kohlensäure wieder ausgehaucht.

Die tierische Wärme, welche die warmblütigen Lebewesen auszeichnet, stammt aus der Spannkraft der im Körper verbrennenden Stoffe. Diese sind kompliziert zusammengesetzte chemische Verbindungen, im wesentlichen Eiweißstoffe, Fette und Kohlehydrate, welche Energie in Form von Spannkraft enthalten. Solche Verbindungen verbrennen mit dem durch die Atmung aufgenommenen Sauerstoff zu verhältnismäßig einfachen Stoffen, die innerhalb der Ausscheidungen den Körper verlassen: zu Kohlensäure oder Wasser oder Harnstoff. Diese sind dann gänzlich energiefrei wie die Kohlensäure und das Wasser, oder enthalten doch wie der Harnstoff wesentlich weniger Energie als die Körper, aus denen sie entstanden sind.

Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft gilt in der belebten und in der unbelebten Natur. Die Physiologie hat die Aufgabe, die Erscheinungen, die das Leben darbietet, auf die Kräfte der unbelebten Natur zurückzuführen und nach den für diese gefundenen Gesetzen zu erklären. Alle Erscheinungen, die an den lebenden Wesen wahrzunehmen sind, vollziehen sich als gesetzmäßige Äußerungen der Naturkräfte ebenso wie die Vorgänge in der unbelebten Natur.

So sehr nun alle Vorgänge im lebenden Organismus nichts anderes sind als Erscheinungen, die sich auch in der Physik und der Chemie der unbelebten Natur abspielen, erfordert das Verständnis für das Wesen des Lebensprozesses noch eine besondere Betrachtung von Vorgängen besonderer Art, die nur dem Leben eigentümlich sind. Sie sind von komplizierterer Natur.

Zu diesen Lebensäußerungen gehört das *Wachstum*. Auch ein Kristall vergrößert sich, wächst. Doch ist das bei ihm nur ein mechanischer Vorgang, nur eine Anlagerung von außen her dargebotener Substanz. Das Wachstum der Lebewesen aber hängt zunächst vom Wachstumstrieb ab, einer vererbten Eigenschaft der lebenden Zellen, die je nach der Tierart verschieden ist, aber auch bei den einzelnen Individuen derselben Art in gewissen Grenzen schwankt. Ein normales Wachstum kann nur stattfinden, wo die Nahrung einen Überschuß über das Erhaltungsmaß, über diejenige Nahrungszufuhr also hinaus liefert, die eben gerade ausreicht, um das Stoffwechselgleichgewicht aufrechtzuerhalten. Durch einen Teil eines solchen Überschusses wird zuerst die Wärmeproduktion des Körpers gesteigert, wie durch jede überschüssige Nahrung, zum anderen Teil jedoch wird sie dazu verwendet, den Anwuchs zu bestreiten. Auch der Säugling verwendet seinen Nahrungsüberschuß nicht etwa ganz und

gar zum Wachstum. Bei einem annähernd zwei Monate alten Kinde wurde der Nahrungsüberschuß in Kalorien gemessen. Er war ungefähr ein Drittel über den Mindestverbrauch, wovon fast die Hälfte auf die Wärmesteigerung entfiel und nur etwas mehr als die Hälfte auf den Anwuchs, auf den Ansatz von Fett und Eiweiß. Wird die Nahrungszufuhr bei einem jugendlich wachsenden Tiere stark eingeschränkt, so steht das Wachstum nicht still: das Skelett wächst weiter, der Körper gewinnt an Höhe und Größe, aber seine Reservestoffe, das Fett und ein großer Teil des Muskelgewebes werden eingeschmolzen und verbraucht und erst dann, wenn das Tier alle verfügbaren Reserven aufgezehrt hat, steht das Wachstum still. Wenn ein derartiges Tier nach vorübergehendem Wachstumsstillstand infolge solcher unzureichenden Ernährung dann wieder reichlich ernährt wird, so kann es die Unterbrechung seines Wachstums nachträglich wieder vollkommen ausgleichen.

Mit dem Wachstumsvermögen der lebenden Organismen eng verknüpft ist die Fähigkeit der *Regeneration*. Man versteht darunter das Vermögen der Wiederherstellung verlorengegangener Teile eines Organismus. Sie findet sich unter den niederen Tieren in wesentlich umfangreicherer Weise als bei den Warmblütern. Zerschnittene Infusorien regenerieren sich jedoch nur dann, wenn noch ein Teil des Zellkerns in dem Teilstück vorhanden bleibt. Spinnen und Krebse ersetzen ihre Fühler, Beine und Scheren, Schnecken Teile des Kopfes samt den Fühlern und Augen, sofern das zentrale Nervensystem unverletzt geblieben ist. Manche Fische vermögen wiederholt ihre Flossen, wenn sie zerstört sind, besonders die Schwanzflossen, zu erneuern, Salamander und Eidechsen zeigen ein Wiederwachsen des ganzen verlorenen Schwanzes mit den Knochen, den Muskeln und sogar dem hintersten Teil des Rückenmarkes.

Viel beschränkter ist die Regenerationskraft bei den Warmblütern und beim Menschen. Sie ist hier nur dem jugendlichen Alter eigen. Hat ein Knochen einen Bruch erlitten, so werden die Bruchstücke durch eine anfangs weiche Bindemasse wieder miteinander verbunden, die teils von der Knochenhaut, teils vom Mark und dem Knochengewebe selbst abstammt. Indem diese Masse (Kallus) verknöchert, werden die Bruchenden fixiert, später findet eine Regeneration, eine vollständige Rückbildung der Verdickung an der Bruchstelle statt. Auch heilen Substanzverluste dadurch, daß eine Narbe von bindegewebiger Struktur die Lücke ausfüllt. Eine künstliche Regeneration ist die *Transplantation*,

die Überpflanzung abgetrennter Teile des Körpers. Sie gelingt am leichtesten, wenn das abgetrennte Stück bei demselben Individuum, von dem es stammt, transplantiert wird, hingegen schon weniger leicht, wenn ein Teil von einem Individuum auf ein anderes, wenn auch von der gleichen Art, übertragen werden soll. Offenbar spielen hier die Unterschiede im Aufbau des Eiweißes, die bei den verschiedenen Individuen vorliegen, eine ausschlaggebende Rolle. Sind Nasen oder Ohren und selbst Finger mit scharfen und reinen Schnittflächen abgetrennt, so heilen sie oft, sogar noch nach Verlauf von Stunden, wieder an, ein Beweis, daß das Leben abgetrennter Gewebe noch eine ganze Zeit hindurch sich zu erhalten vermag.

Ein weiterer wichtiger Vorgang, der sich in der tierischen Welt abspielt, ist die *Fortpflanzung*.

Noch ist es nicht lange her, daß man eine Urzeugung, eine Entstehung lebender Wesen aus unbelebter Materie, für möglich hielt. Während Aristoteles noch Insekten und Ungeziefer und selbst Frösche aus Urzeugung entstanden glaubte, nahm man diese später nur noch für die niedersten Lebewesen, die Infusorien, die Bakterien an. Aus zahlreichen Versuchen hat sich aber übereinstimmend das sichere Resultat ergeben, daß in einer Masse, die durch länger anhaltende, hochgradige Erhitzung aller in ihr befindlichen lebenden Keime wirklich beraubt worden ist und nun durch sicheren Verschuß in zugeschmolzenem Glasgefäß vor nachträglicher Verunreinigung mit neuen lebenden Keimen geschützt wurde, nicht wieder lebende Wesen entstehen. Der alte Satz Harveys hat also seine Geltung bewahrt: *omne vivum ex ovo*, alles Leben kommt nur aus Lebendigem her oder aus dem Ei.

Da es eine Urzeugung nicht gibt, so findet die Entstehung eines neuen lebenden Wesens, welcher Art es auch sein mag, immer durch ein anderes Wesen in der Form der Elternzeugung statt. Diese kann ungeschlechtlich sein oder geschlechtlich. Auch können beide Arten der Fortpflanzung bei der gleichen Tierart als gemischte Fortpflanzung vorkommen. Bei der *ungeschlechtlichen Fortpflanzung*, der Monogonie, die auch vegetative Fortpflanzung genannt wird, nimmt die Entstehung eines neuen lebenden Wesens ihren Ausgang von einem einzigen Organismus. Zunächst vollziehen sich Wachstumsvorgänge, bis es schließlich zur Abtrennung eines Lebewesens kommt. Dies geschieht auf zweierlei Weise, je nachdem wird der Vorgang als Teilung oder als Knospung unterschieden. Bei der Teilung wächst der ganze Körper des ursprüng-

lichen Tieres bis zu einer bestimmten Größe und teilt sich dann in zwei oder in mehr neue Individuen, in Einzelwesen, die untereinander gleichwertig sind. Sie unterscheiden sich nicht wesentlich von dem ursprünglichen. Bei der Knospung dagegen ist das der Fortpflanzung vorausgehende Wachstum nur auf einen bestimmten Körperabschnitt des ursprünglichen Tieres beschränkt. Hier kommt es zur Bildung eines Auswuchses, der Knospe, die sich dann weiterhin zu einem dem ursprünglichen Tiere entsprechenden Organismus entwickelt. Dabei bleiben Muttertier und Tochtertier im Anfang deutlich unterschieden. Auch die Knospung kommt bei den Protozoen, den Einzellern, häufiger aber bei den Metazoen, den Vielzellern, z. B. den Würmern, vor. Die durch Knospung entstandenen neuen Wesen lösen sich entweder von dem Muttertier los, um als Einzelindividuen weiterzuleben, oder sie bleiben dauernd mit ihm vereint, so daß es zur Bildung eines Tierstocks kommt.

Bei Pflanzen geht die Fortpflanzung durch Sporen, die von manchen Lebewesen erzeugten einzelligen Gebilde, vor sich, die sich durch eine große Widerstandsfähigkeit gegen äußere Schädlichkeiten auszeichnen, und die nach der Trennung von dem Mutterwesen sich zu einem neuen Individuum heranbilden. Diese ungeschlechtliche Fortpflanzung findet auch bei Einzellern nur für eine bestimmte, freilich ziemlich ausgedehnte Reihe von Generationen statt.

Bei der *geschlechtlichen Fortpflanzung*, der Amphigonie, nimmt die Entstehung eines neuen Wesens ihren Ausgang von der Vereinigung zweier verschiedener Zellen, einer männlichen und einer weiblichen Geschlechtszelle. Die Geschlechtszellen sind nach zwei Richtungen hin verschieden ausgebildet: die eine Art von Zellen gewinnt unter Rückbildung ihres protoplasmatischen Anteils eine große Beweglichkeit: die männliche Geschlechtszelle, das Spermatozoon oder Sperma. Die andere Art Zellen dagegen bildet im Gegensatz hierzu gerade ihren protoplasmatischen Anteil besonders aus, häufig noch unter Aufnahme weiteren reichlichen Nahrungsmaterials, das der Entwicklung des neuen Wesens dienen soll; sie ist daher meist unbeweglich. Das ist die weibliche Geschlechtszelle, das Ovum, das Ei. Aus der Vereinigung der männlichen und der weiblichen Geschlechtszelle ergibt sich die Befruchtung. Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich das neue Individuum. Meist sind diese verschiedenartigen Geschlechtszellen auf verschiedene Individuen verteilt, so daß das eine, das weibliche, nur Eier, das andere, das männliche, nur Spermatozoen zu erzeugen vermag. Doch kommt es auch vor,

daß dasselbe Individuum sowohl männliche wie weibliche Geschlechtszellen hervorbringt: entweder in ein und derselben Geschlechtsdrüse, einer Zwitterdrüse, oder in männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüsen, die es beide besitzt. Solche Doppelgeschlechtigkeit (Hermaphroditismus) findet sich bei Bandwürmern, bei Egel, Lungenschnecken und Manteltieren.

Als eine Rückbildung der geschlechtlichen Fortpflanzung (Jungferzeugung) muß die *Parthenogenese* angesehen werden. Hier vermögen sich weibliche Geschlechtszellen zu einem neuen Wesen zu entwickeln, ohne daß eine Befruchtung durch männliche Geschlechtszellen vorangegangen wäre.

Die Entwicklung der *Eier* zu dem neuen Lebewesen vollzieht sich innerhalb des mütterlichen Organismus bei den lebendige Junge gebärenden Tieren, oder außerhalb davon bei den eierlegenden Tieren. Lebendige Junge gebären die meisten Säugetiere. Arten, die lebendige Junge gebären, kommen auch unter Amphibien, Reptilien, Fischen vor. Gewöhnlich vollzieht sich die Befruchtung im Körper der Mutter, so daß die dann nach außen abgelegten Eier bereits befruchtet sind und sich schon in der Entwicklung befinden, wie das bei den Vögeln der Fall ist. Solange das entstehende neue Individuum sich in den Eihüllen befindet, gilt es als Embryo. Es kann die Eihüllen als vollständig ausgebildetes Wesen verlassen oder in einem noch unfertigen Zustande als sogenannte Larve. Die postembryonale Entwicklung dieser Larve zum ausgebildeten geschlechtsreifen Tiere kann direkt so vor sich gehen, daß die Ausbildung der Larve sich der des fertigen Tieres immer mehr nähert. Auch gibt es eine Entwicklung auf Umwegen, eine Metamorphose. Hier besitzt das fertige Tier Organe, die der Larve noch fehlen. Aber auch die Larve hat Organe, die später wieder zugrunde gehen und bei dem fertigen Tiere nicht mehr vorhanden sind. In solcher Metamorphose pflanzen sich Insekten fort als Raupe, Puppe, Schmetterling, ebenso Amphibien als Kaulquappe und Frosch. Die Wege der immer wieder sich erneuernden Erschaffung der Lebewesen sind mannigfaltig und wunderbar.

Nicht minder sind dies die Rätsel der *Vererbung*. Die Nachkommen gleichen in ihren körperlichen und geistigen Eigenschaften den Eltern oft bis zu staunenerregendem Grade. So muß mit Notwendigkeit als materielle Grundlage des Vererbungsvorganges eine Substanz angenommen werden, die der Träger erblicher Eigenschaften ist, und die

sich bei der Befruchtung unmittelbar von den Eltern auf die Embryonalanlage überträgt. Dies ist das Idioplasma, die Anlagesubstanz, und wird gewöhnlich als Erbmasse bezeichnet. Bei der Verschmelzung der beiden Geschlechtszellen im Befruchtungsorgan ist der Anteil der väterlichen und mütterlichen Zellensubstanz ein sehr ungleicher. Dagegen sind die Kernsubstanzen an Menge gleich, und aus der Verschmelzung dieses männlichen Kernes mit dem weiblichen entsteht der neue Kern der befruchteten Eizelle. So enthält jede Tochterzelle und somit also auch jede Zelle des späteren Embryos zur einen Hälfte väterliche und zur anderen mütterliche Kernelemente. Für die Vererbung hat der Augustinerpater Gregor Mendel grundlegende Gesetzmäßigkeiten entdeckt, die nach ihm *Mendelsche Regeln* heißen. Als Beispiel folgendes: die beiden Abarten der Pflanze *Mirabilis Jalapa alba* und *Mirabilis Jalapa rosea* unterscheiden sich voneinander nur durch die Farbe ihrer Blüten. Die eine hat weiße, die andere rote Blüten. Bei ihrer Vereinigung entsteht eine Pflanze mit hellrosa Blüten. Die Eigenschaften der Eltern haben sich miteinander zu einer von beiden Seiten her zu gleichen Teilen übertragenen neuen Eigenschaft kombiniert. Wird dieser so erhaltene Bastard nun durch Selbstbefruchtung rein weiter gezüchtet, so hat die nächste Generation nicht nur rosa Blüten, sondern ein Viertel weiße, ein Viertel rote: nur die übrigen zwei Viertel haben wieder rosa Blüten. Geht nun die Züchtung durch Selbstbefruchtung weiter, so liefert die neue Generation eine rotblühende und eine weißblühende Gruppe, die ihre Eigenschaften konstant vererbt. Die rosablühende erzeugt bei der Vermehrung immer wieder in derselben Weise ihre verschiedenen Nachkommen, ein Viertel rot, eins weiß, zwei Viertel rosa.

Als Erklärung für diese Gesetzmäßigkeiten nimmt man an, daß die elterlichen Eigenschaften in der bei der Befruchtung zur Vereinigung kommenden Erbmasse als besondere Anlagen vorhanden sind. Die verschiedenen Erbanlagen finden sich wahrscheinlich in dem Vererbungsstoff der Zelle. Die Gesamtheit aller derjenigen Kernstoffe innerhalb der Zellen, die Farbstoff leicht annehmen, nennen wir eben deshalb Chromatin. Aus diesem Chromatin formen sich während der fortschreitenden Zellteilung scharf umschriebene Stücke „Chromosomen“ in Gestalt von Schleifen, Hufeisen, Haarnadeln, Haken, Eiern oder Kugeln, die unter dem Mikroskop sich als scharfe Bilder darstellen. Wenn sich die ganze Zelle zur Teilung anschickt, so löst sich der festere Zellkern in dem flüssigeren Zelleib vorübergehend auf. Nur das Chromatin bleibt

ganz unlöslich. Ja, es sieht sich beinahe so an, als ob seine Chromosomen aus der Lösung heraus kristallisierten. Die Chromosomen bilden die Träger der vererbaren Eigenschaften. Die neu gefundenen Gesetze der Vererbung werfen auch ein helles Licht des Verständnisses auf den seit langem bekannten *Atavismus*, den Rückschlag zur Ahnenähnlichkeit. Darunter versteht man das Auftreten gewisser Eigentümlichkeiten der Körperbildung und der geistigen Eigenschaften, auch gewisser Krankheitsanlagen von mehr oder weniger weit entfernten Ahnen her. Diese Erscheinung ist besonders ausgesprochen bei gekreuzten Rassen. Das eine oder das andere Individuum der folgenden Generationen schlägt auf den besonderen Typus eines der Stammeltern zurück. So schlagen die meisten Obstsorten, wenn sie aus Samen statt aus Stecklingen gezogen werden, auf die wilde Stammart zurück. Auch bei Haustieren der verschiedensten Rassen treten gelegentlich Kennzeichen einer wilden Art auf, so bei den Tauben die Merkmale der Felsentaube, die darum gerade als Stammform unserer zahllosen Taubenrassen angesehen wird. Gewöhnlich betrifft der Rückschlag nur einzelne Merkmale. Pferde zeigen gefärbte Querriegel an den Beinen, die auf eine dem Zebra ähnliche Stammform deuten. Oder sie weisen statt eines einfachen Hufes mehrere freie Zehen auf, was an eine frühere Ahnenstufe erinnert.

Die *Ähnlichkeit* zwischen zwei Individuen beruht auf der Übereinstimmung ihrer Erbmasse. Es gibt sogar eine Möglichkeit, daß zwei verschiedene Einzelwesen in ihrem gesamten Chromosomenbestand vollkommen übereinstimmen. Dies ist der Fall bei den eineiigen Zwillingen, wo eine einzige befruchtete Eizelle auf Grund eines besonderen Entwicklungsstrebens zwei Keimanlagen entstehen läßt.

Noch einer letzten Besonderheit des tierischen und vor allem des menschlichen Organismus möchten wir gedenken, obwohl sie nicht zu den unbedingten Eigenschaften des Lebens zu gehören scheint, sondern ihre Impulse wohl von außen her aus der Umwelt empfängt, nämlich der *Periodizität*, die sich während des Ablaufs des Lebens zeigt. Deren augenfälligste Erscheinung ist die nach 28 Tagen regelmäßig sich wiederholende weibliche Blutung. Auch Männer haben ihre Periode, natürlich in anderer Form, die man auf 23 Tagen berechnet haben will: Tage der Unlust, der Niedergeschlagenheit, der herabgesetzten Widerstandsfähigkeit. Aber wahrscheinlich ist die Periodizität im Ablaufe des menschlichen Lebens eine viel umfassendere und kompliziertere. Nur wissen wir noch nicht viel davon.

Der Berliner Arzt Wilhelm Fließ hat — ebenso wie einige andere Gelehrte auch — eine gesetzmäßige Wiederholung allen Lebensgeschehens festgestellt, aber seine Berechnungen sind noch nicht allgemein anerkannt worden.

Es gibt — ein unwiderleglicher Beweis für die Tatsache eines Zusammenhanges mit den Einflüssen aus dem Weltall — in unseren Zonen alljährlich zur Frühlingszeit eine Häufung von geschlechtlichen Gewalttaten, von Selbstmorden und Einweisungen in Irrenanstalten in steter Wiederkehr. Auch ist durch experimentelle Untersuchungen der Nachweis geführt worden, daß sich um die gleiche Zeit die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit bei den Schulkindern und bei Erwachsenen sehr merkwürdig ändert: die körperliche steigt, die intellektuelle sinkt. Diese Krise des menschlichen Organismus zur Frühlingszeit ist eine Art Rausch, der allerdings den meisten von ihm Heimgesuchten gänzlich unbewußt bleibt. Der triebhafte Tätigkeitsdrang nimmt zu, die vernünftige Überlegung mit ihren Hemmungen geht zurück.

Ob Wärmezunahme oder Lichtzunahme der Frühlingsmonate die Ursachen sind — verläuft doch merkwürdigerweise die Selbstmordkurve entsprechend den Tageslängen — oder ob beides zusammen wirkt, etwa die Erwärmung geistig lähmend und die Lichtzunahme motorisch erregend wirkt, oder ob die luftelektrischen Vorgänge, die Gewitterneigung der Atmosphäre im Frühling, verantwortlich zu machen ist, jedenfalls stehen hier kosmische Einflüsse außer Zweifel. Die größte Wahrscheinlichkeit spricht für die Luftelektrizität als biologische Einflußvermittlerin, die übrigens auch als die Ursache für das höchst seltsame und bisher völlig einzigartige Verhalten des Palolowurms angesehen wird. Dieses merkwürdige Südseetier schwärmt zu seiner Fortpflanzung alljährlich im Oktober oder November, also im dortigen Hochfrühling, an die Meeresoberfläche aus, aber nur in der Nacht, die auf das letzte Mondviertel fällt. Alle Erklärungsversuche dieses an sich gegen jeden Einwand sichergestellten Tatbestandes sind unbefriedigend, so auch derjenige der mondbestimmten Spülungsgewalt der Flut. Jetzt ist allgemein die Anschauung in Geltung, daß der vom Mond bestimmte Gang der luftelektrischen Periode der Mittler zwischen der Mondphase und der Palolokrise sei. Wir wissen aber auch, daß sich mit den Jahreszeiten die Lichtzusammensetzung ändert, die Mischung von wärmenden, von chemisch wirksamen und von ultravioletten Strahlen. Auch werden durch die Strahlen in der Luft Gase erzeugt, denen die wichtigsten

physiologischen Einwirkungen der Strahlen zu verdanken sind. Dies ist ein großes, noch zu erforschendes Gebiet der Wissenschaft. So hat sich auch herausgestellt, daß die Schlaftiefe und die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit am Tage in je einer Kurve verlaufen, die in den Hauptverhältnissen einander ähnlich sind. Der verursachende Faktor liegt hier für uns noch gänzlich im Dunkeln. Den einzigen Anhaltspunkt für den Schlaf geben nur die sogenannten Wendestunden des Luftdruckes und der Luftelektrizität ab, die bei normaler, also bei ländlicher Lebensweise, ungefähr mit dem Einschlafen und mit dem Erwachen zusammenfallen. Für die dreistündige Mittagssenke der Tagesleistung, die zwischen zwölf und drei Uhr liegt, dürfte wiederum die Tagesperiode der Lichtstruktur maßgebend sein. Außerdem soll eine Periode von sieben Jahren nach mancher Ansicht in der Welt herrschend sein. An Goethes Leben in Lieben und Dichten ist sie einwandfrei nachgewiesen als gesicherter Tatbestand, der freilich ebenso vereinzelt dasteht wie der des Palolowurms, zumal eine kosmische Siebenjahresperiode sonst nicht ausreichend bekannt ist. Dagegen ist die achtundzwanzigtägige Periode, die unsere Frauen durchmachen, auch sonst auf ein reiches Tatsachenmaterial aus der pflanzlichen, der tierischen und sogar auch aus der geistigen Welt gestützt.

Jeder menschliche Organismus ist in seiner Gesamtheit Schwankungen unterworfen, die sich sachlich und persönlich kundgeben, und die eine körperliche und eine seelische Seite haben. Diese Schwankungen kehren in regelmäßigem Rhythmus wieder. Die Dauer einer solchen Schwankung läßt sich am zweckmäßigsten als eine Periode bezeichnen. Die weibliche Regelung ist dabei als die Teilstrecke einer Kurve aufzufassen. Es gibt zwei Typen solcher deutlich erkennbaren Perioden, den weiblichen von 28 und den männlichen von 23 Tagen. Entsprechend der Bisexualität (Doppelgeschlechtigkeit) des Menschen sind in jeder Persönlichkeit beide vorhanden, jedoch in ganz verschiedenen Zusammensetzungen, die wechseln können. Die dreiundzwanzigtägige und die achtundzwanzigtägige Periode sind weder die kleinsten noch die größten der im menschlichen Körper auftretenden Wellenbewegungen. Sie lassen sich nur infolge ihrer deutlichen Erscheinungen und ihrer für die Beobachtung günstigen Dauer leichter erkennen als die anderen, von denen auch eine dreiundzwanzigstündige sichergestellt ist. Ein weiteres Eindringen der Wissenschaft in diese noch so dunklen Zusammenhänge wird ohne Zweifel die bedeutsamsten Aufklärungen über das Wesen des Lebens im Gefolge haben.

ZWEITES BUCH

Die Entstehung
des
Menschen



ERSTES KAPITEL

Die Herkunft des Menschen

Die uralte Frage nach seiner Herkunft hat den Menscheng Geist immer wieder beherrscht und bewegt. Erst in neuerer Zeit sind wir durch das Genie Charles Darwins einer Beantwortung bedeutend näher gerückt. Die Vermutung, daß der Mensch, daß die Lebewesen überhaupt, nicht von jeher in derselben Gestalt, welche sie heute zeigen, existiert haben, sondern daß ihre Gestalt sich von einfacher organisierten Wesen herleitet, ist schon im Altertum aufgetaucht und von Empedokles, Anaximandros und anderen Naturphilosophen mit Bestimmtheit ausgesprochen worden. Aber eine einigermaßen befriedigende Antwort bedeutete dies noch keineswegs. Erst Buffon und Goethe in seiner Metamorphosenlehre bildeten sich eine bestimmte Anschauung von dem fortschreitenden Entwicklungsorgane der Lebewesen, bis schließlich Charles Darwin in der natürlichen Zuchtwahl ein mechanisches Prinzip nachweisen konnte, durch welches der Fortschritt der lebenden Wesen zu höheren Entwicklungsstufen verständlich wurde.

Die Grundlagen der *Darwinschen Theorie* bilden die drei Erfahrungstatsachen der Veränderlichkeit der Lebewesen, der Vererbungs-fähigkeit der Lebewesen und der Überproduktion an Lebewesen.

Gegenüber dem früher herrschenden Grundgesetz von der Unveränderlichkeit der Arten zeigte Darwin zunächst an einem auf einer großen Reise um die Welt gesammelten und durch die Beobachtungen vieler Jahre auf dem Gebiete der Züchtung gewonnenen und ungeheuer reichhaltigen Material, daß das *Variationsvermögen*, das Veränderungsvermögen der Pflanzen und der Tiere, ungemein viel weiter geht und

von einer weit umfassenderen Bedeutung ist, als man jemals geglaubt hatte. Schon die tägliche Erfahrung zeigt, daß die im Begriffe der Art zusammengefaßten Individuen einander ebensowenig gleichen, wie etwa die einzelnen Glieder innerhalb einer menschlichen Familie. Sie weichen von dem angenommenen Urbild ihrer Art mehr oder weniger ab. Auch die Beobachtung wildlebender Pflanzen und Tiere bestätigt dies. Die Erfahrungen der Tierzüchter und der Pflanzenzüchter erweiterten solche Beobachtungen noch durch den Nachweis, daß kein einziges Organsystem des lebenden Körpers von diesem Variationsvermögen frei bleibt. Die ungeheuerere Mannigfaltigkeit unserer Kulturpflanzen und Haustiere (man denke nur an die Spielarten der Gartenblumen und der Obstsorten oder an die von Darwin zum besonderen Gegenstand seiner Studien gemachten Taubenrassen) bietet das ausgiebigste Beweismaterial gegen das nun ja überwundene Gesetz von der Unveränderlichkeit der Art. Die Varietäten (Abarten) sind nun, lehrte Darwin, nichts anderes als neu beginnende Arten. Es kommt nur darauf an, daß sie sich mit der Zeit weit genug von der Stammform entfernen, um selbständige neue Arten zu werden und als solche zu gelten.

Die Ursache der meisten Abänderungen liegt in äußeren Einwirkungen, auf welche jeder Organismus in bestimmter und ihm eigentümlicher Weise reagiert. Bestimmte Tiere ändern infolge einer abweichenden Nahrung ihre Farbe. Wir können Kanarienvögel durch eine fortgesetzte Beimischung von spanischem Pfeffer zu ihrer Nahrung dahin bringen, eine tief orangerote Färbung ihres Gefeders anzunehmen. Bei gewissen Blattkrebse lassen sich bestimmte Formverwandlungen beliebig hervorrufen, wenn der Salzgehalt des Wassers, in welchem sie leben, vermehrt oder vermindert wird. Ein direkter Einfluß der Temperatur zeigt sich bei gewissen Schmetterlingen. Bei ihnen gehen aus überwinterten Puppen Schmetterlinge hervor, die durch Färbung und Flügelschnitt von der Sommerbrut verschieden sind. Die Winterform läßt sich hingegen im Sommer künstlich erzielen, wenn man die Puppen der Sommerbrut in einen Eiskeller bringt. Dieser Werdegang ist besonders lehrreich, da er auch die Nachwirkung der Einflüsse äußerer Bedingungen auf alle Lebensperioden deutlich erweist. Derartige Änderungen beschränken sich in der Regel nicht auf ein einzelnes Organ oder auf ein Organsystem, sondern verknüpfen sich oft mit solchen in anderen Organen, wie die Farbe der Haare mit derjenigen der Augen oder die Geweihbildung mit dem gleichzeitigen Fehlen aller oberen Zähne oder

zumindest der Schneidezähne. Diese Wechselbeziehung der Organe ist noch vielfach dunkel und unaufgeklärt.

Ein wichtiger Faktor bei der Abänderung der Arten ist die sogenannte *funktionelle Anpassung*, der durch Übung erreichte Gebrauch oder Nichtgebrauch bestimmter Körperteile. Jeder von uns kennt die kräftigen Arme der Arbeiter, die muskulösen Beine der Tänzerinnen und der Reiter. Auf der anderen Seite schwinden Organe, die außer Gebrauch gesetzt werden, alsbald dahin, wie die Augen der beständig im Finstern lebenden Tiere, die Füße der festwachsenden Lebewesen und die meisten äußeren Organe aller Schmarotzertiere. Hier geht eine direkte Anpassung an neue Lebensbedingungen vor sich, indem die Veränderung unmittelbar das Zweckmäßige bewirkt: entweder eine Stärkung der betreffenden besonders notwendigen Glieder durch fortgesetzten Gebrauch oder den Schwund der überflüssigen bei aufgehobener Benutzung.

Ein zweites Hauptprinzip der Abänderung beruht in der *Vererbungs-fähigkeit* der neuerworbenen Eigentümlichkeiten. Überall finden sich in der Natur konstante Lokalformen von Pflanzen und Tieren, welche die Vererbungs-fähigkeit bestätigen. Auch die gesamte Praxis der Züchter beruht auf der genauen Kenntnis und richtigen Anwendung gewisser Gesetze der Erbllichkeit. Die Erbllichkeit geht so weit, daß oft sogar kleine, körperliche und geistige Eigentümlichkeiten, wie Warzen oder Muttermäler, wie Mienenspiel und Sprache, Gesten und Gangarten, Gewohnheiten und Neigungen bis in die geringfügigsten Einzelheiten vererbt werden. Der sich gleichbleibende Rassencharakter der Juden inmitten der anderen Völker durch so viele Jahrhunderte hindurch ist ein Beispiel von dem Einfluß der Inzucht auf die konservative Erbllichkeit.

Im Hinblick auf die künstliche Züchtung kam Darwin auf den Gedanken, in der freien Natur einen Tatbestand zu vermuten, welcher die gleiche Wirkung wie die bewußt auswählende Tätigkeit des Züchters auszuüben und die Entstehung bestimmter Varietäten zu begünstigen und herbeizuführen vermag. Er fand die Lösung in den berühmten Darlegungen des Nationalökonom Malthus über das Mißverhältnis, welches in der menschlichen Gesellschaft infolge der starken Zunahme der Bevölkerung gegenüber der beschränkten Anzahl der Nährstellen herrscht. So erschloß sich ihm die Erkenntnis, daß ein ähnlicher *Kampf ums Dasein*, wie ihn Malthus unter den Menschen sich abspielen sieht, in noch weit höherem Maße unter den Tieren und Pflanzen bei ihrer meist ungeheuren Vermehrungsfähigkeit vor sich geht. Dieser sollte aus

Naturnotwendigkeit die Folge haben, daß nur die den obwaltenden Lebensverhältnissen am besten entsprechenden Abarten erhalten bleiben und sich weiter fortpflanzen, die anderen jedoch zugrunde gehen.

Mit diesem Prinzip der sogenannten natürlichen Auslese, der *Zuchtwahl*, erklärte Darwin das Wesen der Mannigfaltigkeit der lebenden

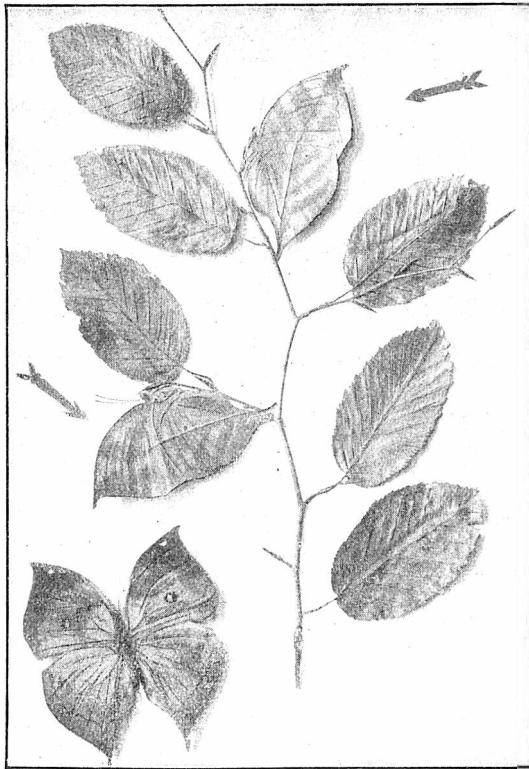


Abb. 2. Lebendes Blatt (Callina Inaches, Indien).

Organismen, der Zweckmäßigkeit ihres Baues und ihrer Entwicklung bis zum Menschen. So kommt es zum Überleben des Passendsten. Die früher so viel bewunderte Zweckmäßigkeit des Baues bestimmter Organismen und ihre vollkommene Anpassung für ihre Lebensverhältnisse, die nur durch den Willen eines Schöpfers erklärbar schienen, sind in dieser neuen Auffassung nichts anderes als die Endergebnisse eines allseitigen Variationsvermögens im allgemeinen Konkurrenzkampf. Man weiß, daß viele Tiere in der Farbe ihrer Umgebung gekleidet sind, die Polarwesen in der Farbe des Schnees, die Wüstentiere in ein sandgelbes Gewand. Die an der Erde lebenden Tiere sind häufig grau oder graubunt, die Baumraupen und die Frösche grün, viele Seetiere beinahe durchsichtig wie Glas. Bei vielen Tieren, bei Nachschmetterlingen, bei Heuschrecken, bei Raupen, erstreckt sich diese Nachahmung der Umgebung, die sogenannte *Mimikry*, bis auf die Zeichnung der Rinden oder der Blätter, auf denen sie gewöhnlich unbeweglich sitzen (s. Abb. 2).

Organismen, der Zweckmäßigkeit ihres Baues und ihrer Entwicklung bis zum Menschen. So kommt es zum Überleben des Passendsten. Die früher so viel bewunderte Zweckmäßigkeit des Baues bestimmter Organismen und ihre vollkommene Anpassung für ihre Lebensverhältnisse, die nur durch den Willen eines Schöpfers erklärbar schienen, sind in dieser neuen Auffassung nichts anderes als die Endergebnisse eines allseitigen Variationsvermögens im allgemeinen Konkurrenzkampf. Man weiß, daß viele Tiere in der Farbe ihrer Umgebung gekleidet sind, die Polarwesen in

Die Auslese muß die treibende Kraft sein, die zur Erhöhung der allgemeinen Leistungsfähigkeit führt. Sie vermag also eine *Vervollkommnung* der Lebewesen von den niederen Stufen zu höheren zu bewirken, und zwar infolge ihres Prinzips der Arbeitsteilung. Die Vollkommenheitsstufe eines Lebewesens prägt sich am einfachsten dadurch aus, daß sein Körper zur Ausführung der verschiedenartigsten, ihm obliegenden Leistungen immer spezialisierter entwickelte Organe ausgebildet hat.

Durch die zahllosen Wechselbeziehungen der lebenden Natur hat sich nun unter dem regelnden Einfluß der natürlichen Auslese und der geschlechtlichen Zuchtwahl im Laufe unübersehbarer Zeiträume aus sehr geringen Anfängen jene ungeheure Mannigfaltigkeit der Pflanzen- und Tierformen entwickelt, die immer wieder aufs neue unser Staunen und unsere Bewunderung erregt. Erst durch die Erklärungen der Darwinischen Theorie wird das natürliche System der Pflanzen und Tiere, bei denen man schon längst von Verwandtschaftsbeziehungen und natürlichen Familien gesprochen hatte, verständlich.

Die weitere Ausgestaltung der Entwicklungslehre ist der genialen Erkenntnis Ernst Haeckels zuzuschreiben, welcher das *biogenetische Grundgesetz* formuliert hat. Dadurch fällt mit einem Schlage ein neues Licht auf die Darwinschen Anschauungen. Er führte den Nachweis, daß die Entwicklungsgeschichte des einzelnen Individuums einer jeden Art in abgekürzter Wiederholung ein bis ins einzelne getreues Nachbild der Geschichte ihres ganzen Stammes darstellt. Ernst Haeckel erst gab der Abstammungslehre, die uns so überzeugend zeigt, wie und auf welchen Wegen alle Organismen und ihr wundervoll zweckmäßiger Bau im Laufe einer unendlich langen Entwicklung allmählich geworden sind, die Gestalt eines abgerundeten naturphilosophischen Systems.

Was der Lehre Darwins und mehr noch derjenigen Haeckels am meisten die allgemeine Annahme bei vielen Zeitgenossen erschwert hat, war der für sie kaum ertragbare Gedanke, daß der Mensch mit dem *Affen* in naher verwandtschaftlicher Beziehung stehen solle. Und doch unterscheidet sich der Mensch, das höchst entwickelte organische Wesen, in seiner körperlichen Bildung in keiner Weise von einem Tier. Er besitzt auch nicht ein einziges Organ, das nicht auch bei diesem sich fände. Ebensowenig gibt es irgendwelche wesentliche Unterschiede in der äußeren Gestalt zwischen ihm und den menschenähnlichen Affen, dem Gorilla, dem Schimpansen und dem Orang.

Selbstverständlich gibt es Unterschiede. Sie liegen zunächst in dem

Überwiegen des Hirnschädels über den Gesichtsschädel beim Menschen, wodurch dessen Gesicht sich nicht vor, wie bei den Affen, sondern fast senkrecht unter der geräumigen Schädelkapsel befindet. Zwar zeigt sich bei den niederen Menschenrassen eine Annäherung an die tierische Schnauzenbildung, als ein Vorspringen des Kiefertails am Gesicht. Jenes starke Überwiegen des Schädels beim Menschen aber hat, wie bekannt, seinen Grund in der mächtigen Entwicklung des von ihm eingeschlossenen Gehirns, namentlich des Großhirns. In der Gesichtsgestaltung fehlt die Schnauze. Die Form der Nase und die ihrer Öffnungen, sowie das Hervorspringen des unteren Unterkiefers als Kinn, nicht minder auch die geschlossene und nicht durch Lücken unterbrochene Zahnreihe bilden die hauptsächlichsten Merkmale, welche den Menschen von dem ihm nächstverwandten Affen unterscheiden. Auch befähigt die besondere Form des menschlichen Kehlkopfes zum Sprechen und zum Gesang. Beim Affen ist der Arm länger als das Bein, namentlich der Vorderarm und die Hand. Beim Menschen überwiegt die Entwicklung der Beine als säulenartige Träger des nur von ihnen gestützten und getragenen gesamten Körpers. Der aufrechte Gang kommt allein dem Menschen zu, ist auch dem höchstgestellten Affen nur ganz vorübergehend möglich. Hieraus ergibt sich manche weitere Verschiedenheit im Bau und in der Entwicklung der Knochen und der Muskeln, die schaufelförmige Bildung des Beckens beim Menschen, die mehrfache Krümmung seiner Wirbelsäule, die stark entwickelte Gesäßmuskulatur und besonders seine Wadenmuskulatur. Der Mensch ist das einzige Wesen, das Waden hat. Sein Fuß ist jedoch nach dem gleichen Plane gebaut wie der Affenfuß. Dieser heißt zu Unrecht Hand. Er ist ein Greiffuß. Der wesentliche Unterschied ist, daß die Großzehe beim Menschen nicht auch wie bei den Affen, daumenartig den übrigen Zehen entgegengestellt werden kann. Die gewaltige Lehre Darwins sieht in einer folgerichtigen Durchführung des Entwicklungsprinzips im Menschen nur das Endglied einer unendlichen Reihe von Ahnen. In der gegenwärtigen Schöpfungsperiode sind die sogenannten Anthropoiden, die menschenähnlichen Affen, seine nächsten Verwandten. Menschen und Anthropoiden stammen jedoch keineswegs voneinander ab.

Woher ward uns die Kunde von Dingen, die so viele Jahrmillionen hinter uns liegen? Wir verdanken sie den *prähistorischen Funden*. Wenn wir in früheren Erdschichten Werkzeuge, die zu bestimmten Zwecken gefertigt waren, finden, so kann man daraus nur auf die

Anwesenheit von Menschen schließen. Kein Tier vermag sich Werkzeuge zu bestimmten Zwecken herzustellen. Und so bilden diese Werkzeuge für uns die wichtigsten urgeschichtlichen Quellen für die Kenntnis der damaligen Menschen. Die Grenze zwischen Menschen und Tieren wird nur vom Geist bestimmt. Als einzig zurückgebliebene Spuren müssen uns die Werkzeuge, Zeichnungen und plastischen Werke, die sie geschaffen haben, über die geistige Tätigkeit der vorzeitlichen Menschen Aufschluß geben. Unserer Jetztzeit ging das Diluvium oder die Eiszeit voraus, dieser das Tertiär. Die Dauer dieser einzelnen geologischen, erdgeschichtlichen Entwicklungsstufen der Erde ist ungeheuer. Das Diluvium hat wohl eine halbe bis zu einer ganzen Million von Jahren gedauert. Das sind andere Zahlen als die sieben Tage der Schöpfungsgeschichte! Zu Beginn dieses Zeitraumes finden sich die ersten Spuren des Menschen in der Auvergne, in der Gegend der Stadt Aurillac im Cantal. Man hat sich gewöhnt, die prähistorischen Funde nach dem Orte zu benennen, an dem sie die Jahrhunderttausende überdauert haben. Um jene Zeit hatte die Gegend, in der diese Cantalmenschen lebten, ein Klima, ähnlich wie heute Rom oder Lissabon. Die Lebensbedingungen waren sehr günstig. Wir wissen von der körperlichen Beschaffenheit des damaligen Menschen nichts Genaues. Doch müssen sie jedenfalls schon gut bewegliche freie Hände besessen haben, sonst wäre es ihnen nicht möglich gewesen, diese Steinwerkzeuge herzustellen.

Dies sind die ersten Menschen, von denen wir etwas wissen. Menschen, die in der ältesten *Steinzeit* lebten, hatten zweifellos auch Waffen und Werkzeuge aus Holz. Früher schon als sie hatten Menschen gelebt, die nur Holz Waffen besaßen. Vor nicht mehr als hundert Jahren verwendeten die Tasmanier, jenes tiefstehende Urvolk im Süden Australiens, noch ganz ähnliche Steinwerkzeuge. Das Klima hatte sich allmählich etwas abgekühlt, aber immer nur allmählich. Jetzt folgten nacheinander vier äußerst kalte Zeiträume, Eiszeiten, aber mit dazwischenliegenden warmen Zwischeneiszeiten. Das Ganze dauerte etwa bis zu einer Million Jahre. Dann begann mit einer neuen Nacheiszeit, in der wiederum Kälteschübe auftraten, die Jetztzeit. Inzwischen unterlag der Mensch den allerverschiedensten Lebensbedingungen, die, da sie immer neue Bedürfnisse weckten, in hohem Maße zur weiteren Entwicklung und Ausbildung seines Gehirns beitrugen. Man fand Menschenspuren teilweise zusammen mit den Knochen des Mammuts und des wollhaarigen Rhinoceros. Erst am Ende dieser Eiszeit treten dann Feuersteinwerkzeuge

auf, welche einen Fortschritt zeigen. Gefunden sind sie bei Strepv in Belgien. Diese Werkzeuge bilden einen Übergang zu Werkzeugen der nächsten Stufe, der Altsteinzeit, die mit der Kulturstufe von Chelles, das östlich von Paris gelegen ist, beginnt.

Dann haben sich in den Kulturstufen von Chelles und namentlich von St. Acheul bei Amiens die paläolithischen Werkzeuge gefunden; die späteren, in prachtvollster Ausführung und in sehr zahlreichen Formen, zeugen für eine an sich schon hohe Kultur. Der *Neandertalmensch*, so benannt, weil sein erstes Exemplar im Neandertale bei Düsseldorf gefunden worden ist, stellt eine neue Menschenart dar. Wir wissen nach den zahlreichen Funden, die sie betreffen, einiges: es war ein kleiner, höchstens 1,60 Meter an Körperhöhe erreichender, untersetzter, plump gebauter Mensch mit dicken Gelenken und sehr starker Muskulatur. Die Knie waren krumm, der Kopf auffallend groß und nach vorn überhängend, mit fliehender Stirn und fliehendem Kiefer. Das Gesicht war sehr lang, die Nase sehr groß und breit. Es war nicht der Schönheitstypus des heutigen Menschen. Das Gehirn war bereits groß, aber noch niedrig entwickelt. Dieser Mensch muß ein guter Jäger mit scharfen Sinnesorganen gewesen sein. Der Neandertalmensch hat bereits die Leichen der Mitmenschen in Höhlen begraben, wenn auch in roher Weise.

Später, viel später hat der Mensch der Jetztzeit den Neandertalmenschen bezwungen und ausgerottet. Der *Aurignacmensch* taucht in Frankreich in der dritten warmen Zwischeneiszeit auf, benannt nach der Höhle von Aurignac in der Haute Garonne. Erst diese Art Mensch hat nun alle jene Eigenschaften besessen, die für eine weitere Entwicklung des Menschengeschlechts durch die Jahrtausende hindurch bis zu unserer Zeit notwendig waren. Seine Gelenke waren dünn, Schädel, Gesicht und Nase waren kleiner, zierlicher geworden. Von Osten kommend, ist er wohl schon während dieser langen Wanderung in verschiedene Rassen zerfallen. Er entwickelte sich durch die Kulturstufen der Altsteinzeit, der Mittelsteinzeit und der Neusteinzeit hin, dann durch die *Kupferzeit*, die *Bronzezeit*, die *Eisenzeit* bis in die geschichtlichen Zeiten hinein.

Das Leben des Urmenschen kann nur ein höchst kümmerliches gewesen sein, denn viele, viele Jahrtausende lang vermochte er sich lediglich aus Stein, Knochen und Horn, aus Stoffen, wie die Natur sie ihm selber darbot, ganz rohe Werkzeuge herzustellen. Erst allmählich im Laufe der Zeiten konnte er zur Herstellung besserer und feinerer behauener, schließlich sogar polierter Steinwerkzeuge in der danach

benannten Steinzeit fortschreiten. Auch diese Periode, aus welcher die Hünengräber und die Pfahlbauten stammen, war, wie wir gesehen haben, eine ungemein lange. Erst als er sich dann die Kenntnis der Verarbeitung der Metalle, der Bronze in der Bronzezeit und ganz besonders des Eisens in der Eisenzeit schuf, schritt er allmählich zu einer höheren Kulturstufe fort. Da seine Entwicklung im wesentlichen von den örtlichen Verhältnissen abhängig sein mußte, so ist sie in den verschiedenen Gebieten des Erdballs zeitlich eine sehr verschiedene. Auch heute finden sich bei gewissen Völkern noch Zustände vor, die denen der rohen Urzeit ganz und gar entsprechen. Unsere Vorfahren lebten ja in einem ähnlich rohen Zustand, wie die jetzigen Urbewohner Australiens, Polynesiens und Amerikas.

Was wird nun aus den Menschen in ferner Zukunft werden? Natürlich weiß das keiner, aber einiges läßt sich über den *Menschen der Zukunft* wohl vermuten. Wir Menschen sind stolz auf unseren aufrechten Gang — er unterscheidet uns ja von allen übrigen Säugetieren —, und wenn sich auch ein paar Affen vorübergehend, Kopf hoch, Brust heraus, auf zwei Beinen bewegen können, so erholen sie sich doch alsbald wieder auf allen Vieren von solchen Ausschweifungen: der Mensch ist und bleibt der einzige Zweifüßler auf Erden. Unter der Decke des scheinbar zur Ruhe gekommenen Veränderungswillens geht aber die Entwicklung weiter. Heute gilt der zwölfrippige Mensch als normal. Scheinbar hat sich an diesem Zustand seit der Steinzeit nichts geändert. In Wirklichkeit jedoch ist die Natur in neuerer Zeit, wenigstens bei den weißhäutigen Völkern, ununterbrochen am Werke, eine weitere Einschmelzung des Rippenskeletts herbeizuführen. So schwinden die zehnte, elfte und zwölfte, also die drei untersten lendennächsten Rippen zu immer kleineren Zacken zusammen, wie wir an zahlreichen Skeletten feststellen können. Die Rasse scheint dabei nicht ohne Einfluß zu sein. In der Schweiz gerät die zehnte Rippe mehr in Verkümmern. Andererseits wird die zwölfte bevorzugt. Gar keine Abänderungsgelüste haben bisher die Brustkastenrippen gezeigt.

Kein Stillstand also des unendlichen Werdeganges und Schöpfungsprozesses. Auch in körperlicher Hinsicht wird der Mensch in der künftigen Zeit nicht mehr das sein, was er heute ist, wie auch wir nicht mehr das sind, was wir in jener Vergangenheit waren.

Doch kehren wir von der Zukunft wieder in die Vergangenheit zurück. Infolge der Besonderheit der verschiedenen Lebensbedingungen und durch die überall andersartigen klimatischen Einflüsse des Erdballs,

ebenso auch durch die besondere Ausbildung gewisser Körperteile und Organsysteme infolge fortgesetzten Mehrgebrauchs im Sinne der Lehre Darwins von der natürlichen Zuchtwahl und der Entstehung der Arten, insbesondere durch die geschlechtliche Zuchtwahl selbst, haben sich im Laufe der Jahrtausende die verschiedenen *Menschenrassen* entwickelt, die gegeneinander die erheblichsten Unterschiede aufweisen.

Die *Rassenmerkmale*, d. h. Merkmale, die erblich von anderen gesonderte und genealogisch zusammengehörige Gruppen kennzeichnen, sind streng zu trennen von den Merkmalen des Menschen bzw. von Menschengruppen, die durch Umwelteinflüsse entstehen und mitunter die Rassenmerkmale abzuändern scheinen oder sie weitgehend überdecken. Die wichtigsten Merkmale für die *Rassenbeschreibung* und *Rasseneinteilung* sind: Augenfarbe, Haarfarbe, Haarform, physiognomische Einzelheiten, blutserologische Unterschiede, Körpergröße, Schädelform und Gesichtsform. Bei anderen Merkmalen ist es noch nicht entschieden, wie groß der ererbte und erworbene Anteil ihrer Bildung ist, so daß sie für die Rassenbestimmung nicht mit Sicherheit verwendet werden können. Das gilt vor allem von den Körperproportionen, Einzelheiten der Schädelknochen und der Knochen der Gliedmaßen, Muskelvariationen, Hautleisten der Hand- und Fußsohle, Zahnform usw. Man kann aber sagen, daß die oben als feststehend angeführten Rassenmerkmale genügen, um festzustellen, daß es deutliche ererbte Unterschiede zwischen den Menschen gibt, wodurch man sie in Gruppen, Rassen einteilen kann.

Die *Augenfarbe* ist bedingt durch eine doppelte Pigmenteinlagerung in die Iris. Die hintere Irisschicht besitzt eine doppelte Lage von Epithelzellen, die an sich schon genügt, um die Iris lichtundurchlässig zu machen. Vor ihr liegen dann noch im Irisgewebe Pigmentzellen; ihre Häufigkeit bzw. ihr Fehlen bedingt die Augenfarbe. Beim Menschen ist die Färbung im allgemeinen dunkel, rassenmäßig kann das Pigment der vorderen Irisschicht verschwinden. Daraus entstehen je nach der Stärke des Verlustes die hellbraunen, grauen, grünen und blauen Augen. Blaue Augen sind also nicht durch blaues Pigment, sondern durch Pigmentmangel bedingt. Auf den Erbgang der Augenfarbe kann nicht eingegangen werden.

Die *Haarfarbe* ist bedingt durch Pigmenteinlagerung (Pigmentkörner und gelöstes Pigment), Dichte des Pigmentes, Luftgehalt des Haares und Einfettung der Haare durch die Talgdrüsen. Daneben ist zu beachten, daß die Sonne und das Seewasser bleichend wirken. Diese Um-

welteinflüsse erschweren zwar oft die Bestimmung der Haarfarbe, haben aber ebensowenig wie andere Umwelteinflüsse (z. B. Ernährung) einen direkt farbändernden Einfluß, so daß die Haarfarbe als ausgesprochenes Rassenmerkmal angesehen werden kann, was weiter dadurch bewiesen ist, daß die Haarfarbe der Rassen auf der Erde durchaus nicht immer den klimatischen Zonen parallel geht. Durch die Verschiedenheit der Pigmentmenge und Pigmentablagerung kommt es zu der bekannten reichen Farbenreihe. Im großen können wir zwei Reihen vom hellsten Gelblichweiß und zartesten Silbergrau bis zu Schwarz erkennen. Die erste geht über Goldblond, Goldbraun, Braun bis zum tiefsten Schwarzbraun, die andere über Silbergrau, Aschgrau, Dunkelgrau (nicht Altersgrau!) zu echtem Schwarz. Die erste Reihe besitzt also eine gewisse Rotkomponente. Es ist heute als erwiesen anzusehen, daß diese Verschiedenheit auf Rassenunterschieden beruht. Die Mehrzahl aller Menschen weist dunkel-schwarzbraunes und schwarzes Haar auf. Helleres Braun und Blond als Rassefarbe findet man ursprünglich nur in Europa. Wirklich blond ist nur die nordische Rasse. Die Vererbung der Haarfarbe erfolgt nach dem Mendelschen Aufspalten. Auch bei der Haarfarbe ist ein deutliches Nachdunkeln zu beobachten, so daß oft ganz hellblonde Kinder später dunkles Haar haben. Es dürfte das dadurch bedingt sein, daß für die Pigmentbildung „Hormone“ eine Rolle spielen, die z. T. während der Geschlechtsreife erneuert und verstärkt werden. Im Alter erfolgt dann ein Pigmentschwund und Auftreten von Gasbläschen in den Haaren, wodurch das Haar grau bzw. weiß wird. Diese Erscheinung kann man verschieden frühzeitig beobachten. Es gibt Familien, bei denen dieser Vorgang sehr früh oder sehr spät einsetzt. Möglicherweise ist auch diese Erscheinung erblich.

Bei der *Hautfarbe* ist für ihren Ton die Stärke der Pigmentablagerung in der Oberhaut maßgebend. Die Pigmentzellen finden sich bei allen Rassen in den tiefsten Lagen der Zellen der Oberhaut. Die Menge der Pigmentzellen variiert bei den einzelnen Rassen; je geringer sie ist, desto mehr ist die Blutfarbe des Unterhautzellgewebes zu erkennen (rosaweiße Hautfarbe). Mit zunehmender Pigmentmenge geht diese Farbe zu Gelblich, Braun bis Dunkelbraun über. Auch die Hautfarbe ist bei der Geburt nicht sofort ausgebildet. Erst in den ersten Lebensmonaten ist die Pigmentbildung der Haut abgeschlossen. Noch mehr als bei der Haarfarbe ist zu beobachten, daß Umwelteinflüsse, also nicht vererbare Faktoren, den Pigmentgehalt ändern. So wird in erster Linie durch Ultraviolett-

schnittsgröße von 140 cm gegenüberstellen. Daß naturgemäß auch entsprechend in den einzelnen Körperabschnitten sich bei den einzelnen Rassen in ihrer Länge Unterschiede finden, ist wohl selbstverständlich. Sie sind ebenso wie die Gesamtkörpergröße durch die Besonderheiten des Knochenskelettes bedingt.

Neben der Körpergröße werden vielfach auch die äußere Körperform und die Körperproportionen für die Beurteilung der Rassen herangezogen. Hier spielen aber so viele Umwelteinflüsse eine Rolle, die zu weitgehenden Veränderungen der äußeren Erscheinungsform des menschlichen Körpers führen, daß es zur Beurteilung dieser Dinge größter Erfahrung bedarf. Leider werden bei dieser Frage oft Rasse und Konstitution, zwei ganz verschiedene Begriffe, und deren Merkmale durcheinander geworfen. Gewiß werden auch in der äußeren Körperform eine Reihe von Rassenmerkmalen wiederzufinden sein. Doch sind diese Fragen noch lange nicht bei allen Rassen hinreichend geklärt. Als Beispiel sei hier nur hervorgehoben, daß bei den verschiedenen europäischen Rassen deutliche Unterschiede in der Form und Bildung der weiblichen Brust, in der Höhe und Form der Taille, in der Beckenform, in der Form und Linie des Gesäßes, in den Konturen und der Linienführung des Schenkels festgestellt werden können. Erinnert sei weiter als Zeichen des Vorhandenseins von äußeren Körpermerkmalen als Rasseeigentümlichkeiten an die eigenartige Fettablagerung über dem Gesäß bei den Hottentotten- und Buschmannfrauen, die nur diesen eigen ist (sog. Steatopygie). Aber an die Beurteilung dieser Dinge sollte sich nur der machen, der große Erfahrung hat.

Als klassisches Rassenmerkmal wird die *Schädel-* oder *Kopfform* bezeichnet, wobei man sowohl die Gesamtform des Schädels, sowohl des Gehirn- als auch des Gesichtsschädels, wie auch seine Teile beurteilt. Dabei wird meist der sog. Schädelindex, das Verhältnis des Breiten- zum Tiefendurchmesser des Kopfes, angewandt. Wir können hier bei den einzelnen Rassen eine große Anzahl von ererbten, also rassenmäßigen Merkmalen feststellen. So stellt Fischer in seiner menschlichen Erblichkeitslehre zur Charakterisierung der Mannigfaltigkeit der Rassenmerkmale gerade am Kopf folgende beiden Schädel gegenüber: den schmalen, langen, niedrigen Negerschädel mit deutlich betonten Stirn- und Scheitelhöckern, mit flachen, kleinen Nasenbeinen, deutlichen sog. Pränasalgruben, niederer runder Nasenhöhle, rundlich gewölbter niedriger Stirn, schnauzenartig vorgebautem Kieferskelett (sog. Prognathie), derben Jochbeinen, dem großen, stark gewölbten, langen, schmalen, „nordischen“

Schädel mit seinen dachfirstartig gegeneinander gestellten, vorspringenden, langen, schmalen Nasenbeinen, der senkrechten Gesichtprofilierung, dem langen, schmalen Gesicht, scharf markiertem Kinn. Daraus erkennen wir die große Zahl von Rassenmerkmalen, die sich aus dem Studium des Kopfes bzw. des Schädels ergeben, die natürlich auch auf die anderen Rassen anwendbar sind. Und trotzdem finden wir auch hier Umwelteinflüsse, die die Rassenmerkmale verwischen und verändern können, wenn sie in frühester Jugend, also zu Zeiten, wo der Schädel noch formbar ist, auf die Schädelform einwirken.

Bei allen Merkmalen, die für die Rassen in Frage kommen, gibt es eine Reihe von Umwelteinflüssen, die diese überdecken können. Es gehört eben gerade auf dem Gebiet der Rassenkunde viel Erfahrung zur Beurteilung der Fälle, und es kann nirgends mehr als auf dem Gebiet der Rassenforschung vor Dilettantismus gewarnt werden. Trotz aller Umwelteinflüsse darf die *große Macht der Erbmasse* nicht unterschätzt oder gar übersehen werden. Ihr kommt die größte Bedeutung und erste Rolle bei der Menschwerdung zu.

Näheres über die in Deutschland vorkommenden Rassen und ihre äußeren Merkmale siehe S. 597.

ZWEITES KAPITEL

Die Entwicklung des Menschen

Damit ein neuer Mensch entstehe, ist es notwendig, daß eine männliche Samenzelle mit einem weiblichen Ei innerhalb des Leibes der Mutter eine innige Verschmelzung eingeht, wie wir es als ähnlichen Vorgang bei Tier und Pflanze sehen (s. Abb. 3).

Der *männliche Samen* besteht aus zwei Bestandteilen, einer dicken Flüssigkeit, die nur als Träger dient, und einem in ihr verteilten körperlichen Inhalt, der das Wesentliche darstellt. Die Samenflüssigkeit stammt vorwiegend aus dem Beiapparate, den „akzessorischen“ Geschlechtsdrüsen: der Samenblase, der Vorsteherdrüse, den Cowpersehen Drüsen. Die Samenfäden dagegen, die, wie wir schon wissen, Spermatozoen oder Spermien genannt werden (s. Abb. 4), bilden sich im Hoden selbst, und zwar in dessen gewundenen Samenkanälchen. Das Wort Spermatozoen entstand übrigens durch falsche Anschauung, es bedeutet: Samentier. Die Samenflüssigkeit erscheint weißlichgelb und

zähklebrig. Sie gerinnt an der Luft zunächst gallertartig, wird aber dann wieder dünnflüssiger. Nach Wasserzusatz scheidet sie weißlich durchscheinende Flocken ab. Bei längerem Stehen bilden sich in ihr längliche Kristalle, die aus einem Phosphat, aus Spermin bestehen. Dieses Spermin verleiht dem Samen seinen eigentümlichen Geruch.

In dieser Samenflüssigkeit schwimmen die Spermatozoen umher, deren jedeseine Länge von 50 bis 60 Mikromillimetern besitzt. Sie haben einen abgeflacht birnenförmigen Kopf, an den sich ein pfriemenförmiges Mittelstück und der fadenförmig verlängerte Schwanz anschließen.

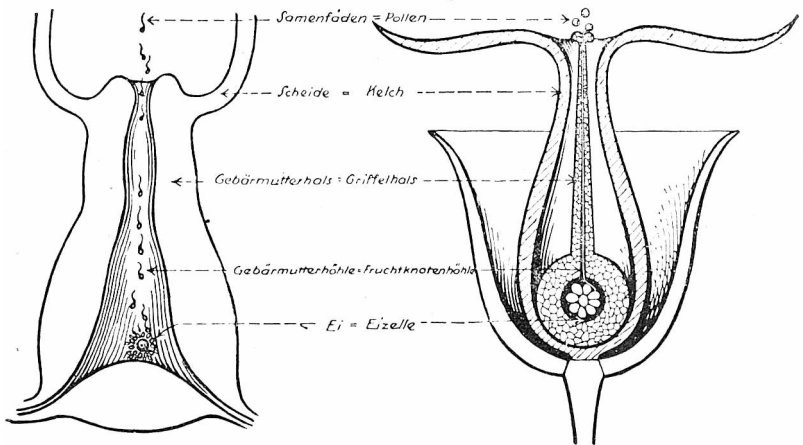


Abb. 3. Die Befruchtung beim Tier und bei der Pflanze.

Die vorhandene Gleichartigkeit der Vorgänge ist in die Augen springend: Das Eindringen der Spermatozoen und des Pollenschlauches durch den Hals bzw. Griffel zur Samenanlage (Eizelle) bildet die in der Funktion unveränderliche, in der Art der Exekution aber äußerst variable Grundlage dieser wichtigsten Betätigung des Organismus.

Durch das Hin- und Herschlagen des letzteren können sie, während sie sich dabei oft um ihre eigene Achse drehen, sich in einer Minute um drei bis vier Millimeter fortbewegen. Am lebendigsten sind sie unmittelbar nach ihrer Entleerung aus den Samenkanälchen. Ihre Bewegung geht von dem Protoplasma des Mittelstückes und des Schwanzes aus. Diese Teile einer jeden Spermie werden auch, vom Kopfe abgetrennt, für sich allein bewegungsfähig. Solange die Samenfäden jedoch ohne ihre spätere Verdünnungsflüssigkeit allein im Hoden ruhen, fehlt ihnen noch jegliche Bewegung. Sie wird erst während ihres Aufenthaltes im Nebenhoden und durch die Vermischung mit den Absonderungen der mit-

wirkenden Geschlechtsdrüsen möglich. Ein jeder Samenfaden ist eine Zelle. Der Kopf entspricht ihrem Kern. Schwanz und Mittelstück bilden den protoplasmischen Leib der Zelle. Ein sehr zartes Häutchen bedeckt als Kopfkappe vorn den Kopf. An den Samenfäden einzelner Wirbeltiere findet sich hier ein mit Widerhaken besetzter Spieß, den die menschlichen Spermatozoen wohl nicht benötigen. Sie bleiben auch ohne Widerhaken dort, wo sie sich einmal festgesetzt haben. Für

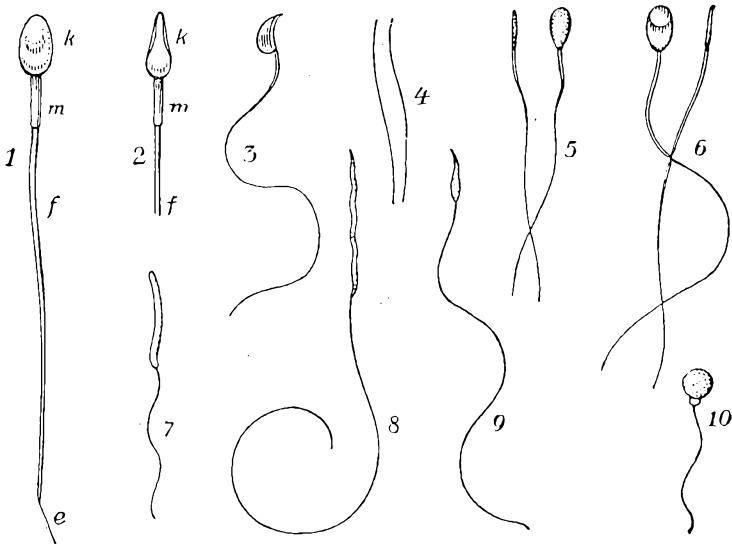


Abb. 4. Spermatozoen.

1. vom Menschen (600 mal vergrößert), der Kopf von der Fläche gesehen, 2. den Kopf von der Kante gesehen, *k* Kopf, *m* Mittelstück, *f* Schwanz, *e* Endfaden, 3. Samenfaden der Maus, 4. vom Bothriocephalus latus, 5. vom Reh, 6. vom Maulwurf, 7. vom Grünspecht, 8. von der Schwarzdrossel, 9. vom Bastard vom Stieglitz-Männchen und Kanarienvogel-Weibchen, 10. vom Cobitis (Kletterfisch).

die Entwicklung der Samenfäden ist zu wissen wichtig, daß in dem Epithel (oberste Zellschicht der Haut) der gewundenen Kanälchen des Hodens, aus dem sie entstehen, sich zwei Arten von Zellen befinden: die Ursamenzellen und die Stützzellen. Die Bildung der Samenfäden geht von den Ursamenzellen aus. Sie vermehren sich durch indirekte Teilung, werden zu Samenmutterzellen und machen noch weitere Zellteilungen durch, bis aus jeder von ihnen vier Zellen entstehen, die Spermatozoen. Diese haben jede nur die halbe Masse des Chromatins, nur die halbe Zahl der Chromosomen eines Normalkerns. Von diesen

wird eine jede zu einem Samenfaden, indem der Kern der Zelle sich zum Kopfe gestaltet und ein geringer Teil des Zellprotoplasmas zum Schwanze. So bilden sie sich, solange der männliche Organismus auf der Höhe seines Daseins überhaupt Samen produziert, in reicher Zahl. Mehr als 60 000 finden sich in einem Kubikmillimeter. Nach geschlechtlichen Erregungen steigt diese Zahl noch höher an. Die Menge des bei einer einzelnen Samenentleerung abgegebenen Samens ist schwankend. Durchschnittlich umfaßt sie ungefähr drei Kubikzentimeter mit über 200 Millionen Samenfäden. Demnach müßten auf ein jedes reife weibliche Ei des Menschen mehrere 100 Millionen Samenfäden kommen, von denen nur ein einzelner sein Ziel zu erreichen braucht. Hier treibt die Natur, um sicher zu gehen, eine ungeheure Verschwendung.

Das *weibliche Ei*, das Ovum, ist ein kugelförmiges kleines Gebilde von einem viertel bis zu einem drittel Millimeter Durchmesser groß, also wie ein winzigster Stecknadelkopf, doch immerhin für ein geübtes Auge unmittelbar erkennbar. Es überragt also seine mikroskopischen Partner, die Spermatozoen, mächtig an Umfang. Auch das Ei ist eine selbständige Zelle. Der protoplasmatische Inhalt ist von einer dicken, festen und elastischen, dabei fein strahlenförmig gestreiften Hülle umgeben. Dieser Inhalt ist das körnige und elastische Dotter mit seinem hellen, bläschenförmigen, mit einem Kerngerüst versehenen Kern und dem amöboid beweglichen Kernkörperchen. Auch die Entwicklung der Eier verläuft so, daß in dem Keimepithel auf der Oberfläche des Eierstocks einzelne rundliche Abteilungen durch Hineinwachsen des Ovarialgewebes abgeschnürt werden. Eine jede solche abgeschnürte Abteilung birgt meist ein, mitunter auch zwei Eier. Ihre volle Ausbildung erhalten die Eier zur Zeit der Geschlechtsreife, und zwar immer nur eines. Beim Heranreifen senken sie sich zunächst tiefer in das Gewebe des Eierstocks hinein, erweitern dieses durch Flüssigkeitsaufnahme, so daß sich ein Hügel bildet. Wenn das Ei reif ist, taucht es aus der Tiefe des Gewebes wieder gegen die Oberfläche des Eierstocks hervor. Von den im Eierstock enthaltenen Eiern erreicht jedoch nur ein kleiner Teil seine normale Entwicklung. Ihre Gesamtzahl im menschlichen Ovarium beim einjährigen Kinde beträgt 50 000, doch gehen die meisten Eier wieder zugrunde. Im Alter von 14 Jahren beträgt ihre Zahl nur noch 16 000 und zu 17 und 18 Jahren nur noch 5000 bis 7000. Auch von diesen gehen im weiteren Leben noch die meisten verloren, und nur ungefähr 500 gelangen in einer jeden Frau zur Reife und werden ausgestoßen.

Die Urcier, die durch lebhaftes Wachstumsvorgänge an Größe beträchtlich zugenommen und einen großen bläschenförmigen Kern erhalten haben, müssen aber, um befruchtungsfähig und entwicklungsfähig zu werden, noch einen *Reifeprozess* durchmachen, der im Prinzip ganz ebenso verläuft wie derjenige bei der Entwicklung der männlichen Spermatozoen. Durch zwei unmittelbar und ohne Ruhezustand aufeinanderfolgende Zellteilungen, von denen die eine ohne Spaltung der Chromosomen vor sich geht, wird die Masse des Chromatins und die Zahl der Chromosomen des Kerns auf die Hälfte reduziert. Diese Reifungsvorgänge führen beim Ei zur Bildung und zur Ausstoßung der sogenannten Richtungkörperchen. Sie spielen sich nicht selten erst dann ab, wenn das Spermatozoon schon in das Ei eingedrungen ist.

Die *Befruchtung des Eies* erfolgt nunmehr so, daß ein Samenfaden in das weibliche Ei eindringt. Dieser bewegt sich gegen den Kern des Eies hin, wobei sich sein Kopf mit einem Strahlenkranz umgibt, der Schwanz löst sich auf und der allein übrig bleibende Kopf bildet jetzt einen farbigen Klumpen, der zu einem zweiten neuen Kerne anschwillt, dem Spermakern. Endlich verschmelzen der Kern des Eies und der des Samens miteinander zu dem neuen Kerne des befruchteten Eies. Der Dotter gewinnt hierbei ein strahlenförmiges Aussehen. Durch die Reduktionsteilung, die bei der Reifung des Eies und bei der Entwicklung der Samenfäden stattgefunden hat, ist die Masse des Chromatins und die Zahl der Chromosomen des Eies wie des Samenkernes auf die Hälfte derjenigen eines Vollkerns gebracht worden. Durch die Vereinigung von Eikern und Samenkern entsteht nun wieder ein Vollkern: der Kern des befruchteten Eies. Die Samenfäden wandern von der Gebärmutter nach den Eileitern. Die Flimmerbewegung in den inneren Wegen des mütterlichen Körpers wirkt hierbei nicht mit, da sie ja nach außen, also nach entgegengesetzter Richtung ihren Wimperschlag vollführt. Es hat sich auch bei künstlich im mikroskopischen Präparat erzeugter Strömung erwiesen, daß die Spermatozoen gegen den Strom zu schwimmen vermögen. Sie müssen daher auch der nach außen gerichteten Strömung in der Gebärmutter und in den Eileitern der Säugetiere entgegen schwimmen können. Im übrigen wird das Ei, wenn es erst einmal unbefruchtet in die Gebärmutter gelangt ist, in ihr nun überhaupt nicht mehr befruchtet, da es hier abstirbt. Die Wanderung durch den Eileiter ist wahrscheinlich der gegebene Ort und die gegebene Zeit für die

Befruchtung. Beim Menschen dauert diese Tubenwanderung rund zehn Tage. Die Zeit für die Erlangung der Reife zur Festsetzung der Eier dauert weitere vier Tage, so daß die Einpflanzung des befruchteten Eies in der Gebärmutter nach etwa 14 Tagen der Ovulation, nach dem Freiwerden des reifen Eies, beendet ist.

In dem *befruchteten Ei* zieht sich zunächst die Dottermasse ein wenig enger um den neugebildeten Kern zusammen, wobei sie sich von der Dotterhaut etwas entfernt. Dann erst erfolgt eine Teilung des Kernes und fast unmittelbar danach auch des Dotters in zwei gekernete Kugeln. Dieser Prozeß, Furchung genannt, wiederholt sich nach dem Schema der Zellteilung immer weiter an den so entstandenen Kugeln, so daß sich zunächst aus den zweien vier, dann acht, hiernach sechzehn, zweiunddreißig und immer weitere neue Kugeln bilden. So wird der Dotter schließlich in zahlreiche kleine kernhaltige Kugeln, die Furchungskugeln oder Urzellen zerlegt. Er besteht jetzt aus einem zusammengeballten Haufen von Urzellen, *Morulae*, Maulbeerkugeln genannt. Dieser Furchungsvorgang am befruchteten Ei ist nichts anderes als eine typische Zellteilung, wobei eigentümliche Vorgänge am Kern der sich teilenden Zelle stattfinden. Immer kommt es auf den Kern an. In den Kernen ist Leben und Form und Kraft niedergelegt. Sie sind das Ewige, sie allein sind die Träger des Lebens. Der Kern vergrößert sich, verliert seine Kernmembran und seine Kernkörperchen. Das Chromatinfadenwerk in ihm nimmt zu. Es wird zunächst zu einem Knäuel, zerfällt dann in einzelne schleifenförmige Stücke, die Chromosomen, die wir ja schon von der Vererbung her kennen. Die Zahl dieser Chromosomen, also der spezifischen Substanzen im Innern des Zellkernes, von denen wir bis jetzt nicht viel mehr wissen, als daß sie sich durch bestimmte Farbstoffe unterscheiden lassen, ist für jede Tierart feststehend. Beim Menschen beträgt sie 24.

Inzwischen ist das ganze Ei durch Aufnahme von Flüssigkeit gewachsen. Alle Zellen, welche es enthält, legen sich nun, gegenseitig vieleckig abgeflacht, am Rande eng aneinander und bilden eine zellige Blase, die Keimblase. Aus dieser geschlossenen Keimblase wird nun ein offenes Hohlgebilde, dessen Wandung aus einer doppelten Zellenlage besteht. Es ist ein Innenraum vorhanden, der Urdarm, der vorn eine Öffnung hat, den Urmund. Diese Embryonalform hat eine Wandung aus zwei Schichten, einer inneren und einer äußeren. Zwischen ihnen breitet sich später eine dritte Zellanlage aus. Das sind die drei Keimblätter,

aus denen sich weiterhin durch Differenzierung der Zellen die einzelnen Gewebe und die einzelnen Organe des Embryos entwickeln (s. Abb. 5).

Aus der Keimblase scheidet sich sehr bald der eigentliche Embryonalbezirk, aus dem der *Embryo* selbst, der Keimling, sich entwickelt. Gegen die Mitte der vierten Woche ist der Embryo etwa 12 Millimeter lang, aber sehr stark gekrümmt, so daß der Kopf und das Schwanzende ganz nahe beieinander liegen. Seine Hauptorgane, das Herz, der Darm, das Gehirn und das Rückenmark sind in ihrer Grundlage fertig. Doch fehlt jede Spur von irgendwelchen Gliedmaßen und am Kopf jegliche Öffnung. Das Hinterende ist in ein kleines Schwänzchen ausgezogen.

Im *zweiten Monat* hat der Embryo eine Länge von 35 Millimetern erreicht, von denen allein der Kopf die volle Hälfte ausmacht; das Gesicht beginnt sich zu entwickeln (s. Abb. 6).

Auch die *Sinnesorgane* treten auf, die Augen als oberflächliche schwarze Punkte, die Nasenlöcher als flache Gruben, die Ohren als seichte Vertiefungen.

Den Mund bildet eine weite Spalte, in deren Grunde sich die Zunge als eine winzige Erhebung wahrnehmen läßt.

Der Hals ist sehr kurz und der Rumpf so dünnwandig, daß Herz und Leber durchschimmern. Arme und Beine sind kurze Stümpfe, allerdings schon mit Andeutungen der Finger und der Zehen. Das Schwänzchen hat in der fünften bis sechsten Woche seine bedeutendste Größe erreicht und besteht nicht mehr bloß aus Haut, sondern trägt in seinem Innern mehrere Wirbel. Viel früher aber schon ist ein Knorpelstrang entstanden, die sogenannte Rückensaite, ein Vorläufer des Rückgrats. Die Urwirbel haben diese Rückensaite und auch das Nervenrohr umwachsen, so daß beide Gebilde jetzt in ihrem Innern liegen. Weiterhin hat sich diese häutige Wirbelsäule in eine knorpelige umgewandelt, schon im Anfang des zweiten Monats. Am Ende dieses zweiten Monats beginnt die Wirbelsäule bereits zu verknöchern, ebenso der Schädel und manche Knochen des Rumpfes. Andere wieder, so das Brustbein,

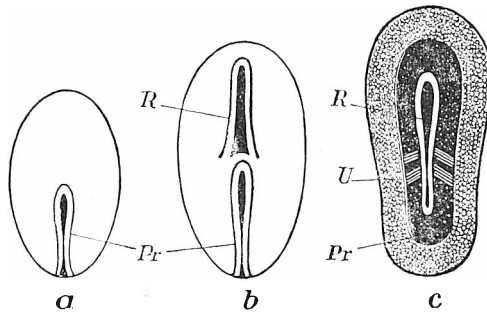


Abb. 5. Der Primitivstreif
Pr Primitivstreif, R Rückenfurche, U erstes
Urwirbelpaar.

werden erst vom sechsten Monat ab zu Knochen. Im *dritten Monat* tritt ein Ereignis von besonderer Wichtigkeit ein: die Ernährung des

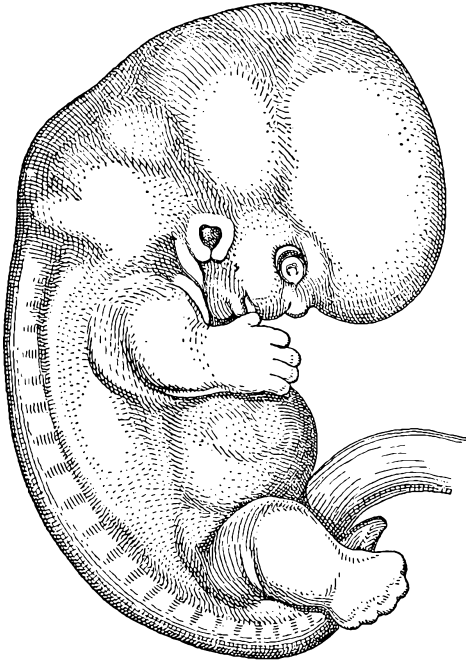


Abb. 6. Menschlicher Embryo, sechs Wochen alt (stark vergrößert).

Embryos. Die ursprüngliche Eihaut verschwindet sehr rasch, nachdem sich das befruchtete Ei in der Gebärmutter festgesetzt hat und von deren Wandung umwachsen ist, was gewöhnlich am Ende der zweiten Woche geschieht. An ihre Stelle tritt nun eine Hülle, die der Embryo selbst sich bildet. Sowie dieser eine gewisse Größe erreicht hat, erhebt sich an ihm vom Kopfe und vom Schwanze her je eine Hautfalte, die einander entgegenwachsen und nach erreichter Berührung miteinander verschmelzen. Gleichzeitig hebt sich auch die äußere Schicht der Wandung der Keimblase von

deren innerer Schicht ab. Auf diese Weise kommen zwei Hüllen zustande, eine innere, welche nur den Rückenteil des Embryos umgibt und von seinem Körper selbst ausgeht, und eine äußere Hülle, welche das ganze Ei mit dem Embryo einschließt. Diese bleibt der Uteruswand stets dicht anliegen und streckt zottenartige Fortsätze in deren Schleimhaut hinein. Aus der Wand des Mitteldarms wächst gleichzeitig ein Bläschen hervor, das sich rasch vergrößert, sich an die blutwässrige Hülle anlegt und hier an der Innenfläche dicht an ihr hinwächst und auch in ihre Zotten eindringt. Vom Herzen des Embryos aus treten

der inneren Schicht ab. Auf diese Weise kommen zwei Hüllen zustande, eine innere, welche nur den Rückenteil des Embryos umgibt und von seinem Körper selbst ausgeht, und eine äußere Hülle, welche das ganze Ei mit dem Embryo einschließt. Diese bleibt der Uteruswand stets dicht anliegen und streckt zottenartige Fortsätze in deren Schleimhaut hinein. Aus der Wand des Mitteldarms wächst gleichzeitig ein Bläschen hervor, das sich rasch vergrößert, sich an die blutwässrige Hülle anlegt und hier an der Innenfläche dicht an ihr hinwächst und auch in ihre Zotten eindringt. Vom Herzen des Embryos aus treten

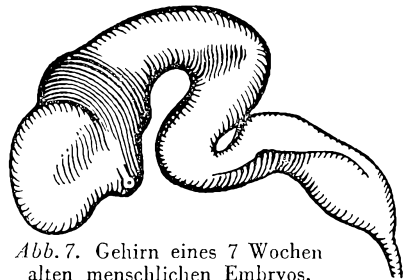


Abb. 7. Gehirn eines 7 Wochen alten menschlichen Embryos.

beträchtliche Blutgefäße in die Zotten der blutwässrigen Hülle hinein. Indem nun in der Haut der Uteruswandung große von Blut durchströmte Lücken entstehen, ist eine Verbindung zwischen mütterlichem und kindlichem Blute gewonnen. Die Blutgefäße des Embryos werden vom mütterlichen Blute umspült und erhalten auf diesem Wege nun die nötigen Nahrungsstoffe zugeführt. Diese Verbindung des Embryos mit dem Uterus nennt man Mutterkuchen. Der Stiel des erwähnten Bläschens nebst seinen Blutgefäßen ist der Nabelstrang. Beide sind schon in der dritten Woche des Embryos ausgebildet. Wie dieser sich weiter entwickelt, so dehnen sich die umhüllenden Häute aus. Es bildet sich um den Embryo eine von Flüssigkeit erfüllte Blase. So schwimmt dieser frei im Fruchtwasser, am Nabelstrang aufgehängt.

Im *dritten Monat* hat er schon eine Länge von 6 bis 7 Zentimetern und ein Gewicht von etwa 15 Gramm. Die Anlagen für die Harnorgane und die Geschlechtswerkzeuge sind zwar schon in der vierten Woche da. Nieren lassen sich erst in der sechsten erkennen. Hoden und Eierstöcke, die ursprünglich einander völlig gleich sind, können erst am Ende des zweiten Monats unterschieden werden. Beide liegen anfangs ziemlich hoch im Bauche und rücken erst später nach abwärts, die Eierstöcke nur wenig, die Hoden jedoch vom siebenten Monat an sogar aus dem Bauche heraus bis in den Hodensack. Auch die äußeren Geschlechtsorgane sind von Hause aus einander ebenfalls gänzlich gleich. Erst im dritten Monat läßt sich das Geschlecht bestimmen. Der Darm ist im Anfang gerade und noch sehr kurz. Doch beginnt er schon in der fünften Woche eine Schleife zu bilden, die aber außerhalb des Bauches im Nabelstrang liegt und im zweiten Monat infolge ihrer steten Verlängerung in ihm fünf bis sechs Windungen vollführt. Im dritten Monat tritt er in den Bauch zurück. Die Lunge, deren Anlage in ein paar winzigen Ausstülpungen des Vorderdarms besteht, ist beim Menschen erst vom Ende der vierten Woche ab erkennbar. Sie stellt dann zwei hohle Säckchen dar, die durch einen kurzen unpaaren Gang in den Schlund münden. Ihre innere Ausbildung dauert fast bis zum vollen Ende der Schwangerschaft. Die Leber ist gleichfalls durch eine Ausstülpung des Darms gebildet und ist bereits im dritten Monat schon so stark, daß sie fast den ganzen Unterleib ausfüllt.

Im *vierten Monat*, an dessen Ende der Embryo eine Länge von zehn bis zwölf Zentimetern und ein Gewicht von 150 Gramm hat, ist die Haut rosenrot, der Kopf bedeckt mit dünnem Flaum, das Gesicht gewinnt

menschlichen Ausdruck. Im *fünften Monat* verliert die Haut ihre Durchsichtigkeit und überzieht sich allmählich mit einer käseartigen Schmiere, dem Fruchtschleim. Die Haare fangen an am Kopfe wie auch am übrigen Körper als Wollhaar zu wachsen, die Nägel werden hornartig. Jetzt beginnen Bewegungen. Im *sechsten Monat* beträgt die Länge des Embryos 30 Zentimeter, sein Gewicht 800 bis 1000 Gramm. Er schwimmt frei im Fruchtwasser und vollführt in ihm Bewegungen. Jetzt könnte er lebend geboren werden, atmen und wimmern, sich selbst einige Zeit bewegen, ginge aber sehr bald zugrunde. Der Kopf ist noch unverhältnismäßig groß, die Pupille durch eine Haut verschlossen. Im *siebenten Monat* geboren, kann er bisweilen am Leben erhalten werden. Im *achten Monat*, wo die Länge 40 Zentimeter beträgt und das Gewicht bis zu zwei Kilo erreicht hat, sind die Augenlider geöffnet, die Hornhaut ist durchsichtig und die Pupille ist offen. Ein im *neunten Monat* geborenes Kind ist gegen 42 Zentimeter lang und bis zu drei Kilo schwer, im zehnten Monat 45 bis 50 Zentimeter lang und an dreieinhalb Kilo schwer. Die Wollhaare verschwinden jetzt, die bisher rote Haut ist dicht und weißrötlich, die Kopfhaare haben sich verlängert, die Nägel werden fest, die Ohrenknorpel dick und dicht, seine äußere Oberfläche ist mit Fruchtschleim überzogen. Im Darmkanal findet sich Kindspech, in der Gallenblase Galle, in der Harnblase Harn. Die Schwangerschaft dauert 40 Wochen.

Kurz vor Ende der Schwangerschaft hat der Fötus, wie er vom dritten Monat ab genannt zu werden pflegt, eine ganz bestimmte Lage innerhalb der Gebärmutter. Der Kopf ist nach unten gegen den Muttermund hin gekehrt, das Kinn gegen die Brust gedrückt, die Beine sind mit den Knien an den Bauch angezogen, die Arme kreuzen sich entweder auf der Brust oder sind an sie angedrückt, so daß die Hände dem Gesicht anliegen. Solange er noch klein genug ist, um frei im Fruchtwasser schwimmen zu können, wechselt er seine Lage häufig, doch hängt meist der schwere Kopf nach unten.

Der menschliche Embryo hat bis zur Geburt seinen ihm eigentümlichen fötalen Blutkreislauf. Das Herz besteht aus zwei Kammern, aber nur einer Vorkammer, die zwar im dritten Monat durch eine Scheidewand auch in zwei Abteilungen geschieden wird. Doch bleibt zwischen diesen ein Loch offen, das Foramen ovale. Wenn sich die Hauptblutgefäße ausgebildet haben, kommt es zu folgendem Blutkreislauf: die linke Herzkammer treibt das Blut, wie beim erwachsenen Menschen,

nach der Geburt in die große Körperschlagader, die Aorta und deren Äste. Von diesen aus verlaufen nun beim Fötus zwei besondere Arterien, die Nabelarterien, durch den Nabel hindurch im Nabelstrang zum Mutterkuchen, wo der Gasaustausch mit dem mütterlichen Blut stattfindet. Die Nabelvene leitet das jetzt sauerstoffreich gewordene arterielle Blut in die Bauchhöhle des Embryos zurück, wo sie es fast ganz in die Leber, zu einem kleinen Teil jedoch durch einen besonderen Kanal auch direkt in die untere Hohlvene ergießt. In diese gelangt das Blut aus der Leber. Somit führt diese Hohlvene sowohl arterielles, sauerstoffreiches wie auch venöses, sauerstoffarmes Blut und schafft es in die rechte Vorkammer, in welche auch das Blut aus der oberen Hohlvene eintritt. Von der rechten Vorkammer strömt dann das gemischte Blut durch das Foramen ovale in die linke Vorkammer und durch sie hindurch in die linke Herzkammer, womit es den Kreislauf beendet hat. Ein anderer Teil fließt in die rechte Herzkammer und beginnt den Lungenkreislauf.

Sobald jedoch das neugeborene Kind zu atmen beginnt, wird alles dies wie von einer plötzlichen Revolution durcheinandergeworfen. Die Blutströmung durch den Nabelstrang hört auf, da dieser unmittelbar nach der Geburt abgebunden und durchschnitten wird. Die im kindlichen Körper verbliebenen Reste der Nabelarterien verschließen sich in den nächsten ein bis zwei Wochen und wandeln sich zu einem soliden Strang um, zum seitlichen Blasenband. Ebenso gehen die direkten Verbindungen im fötalen Körper ein, die nur für den fötalen Kreislauf eigens angelegt waren, und es schließt sich, wenn auch nur langsam, dann das Foramen ovale in der Scheidewand der beiden Vorkammern. Der normale Kreislauf hat den fötalen abgelöst.

Gar so sicher, wie das Sprichwort es meint, ist der Embryo im Mutterleibe nicht geborgen. Trotz seiner geschützten Lage finden immer noch mancherlei äußere Schädlichkeiten den Weg zu ihm. Mißbildungen können ihre Ursache darin haben, daß aus allerlei Anlässen die gesamte Entwicklung oder diejenige einzelner Teile gehemmt wird und zurückbleibt. Oder es kommt in der Gebärmutterhöhle zu Selbstamputationen des Embryos, die dadurch sich vollziehen, daß Gewebstränge sich krankhaft neu bilden und quer durch die Eihöhle hindurchziehen, wobei sie sich um einzelne Glieder des Embryos herumlegen können und diese zusammenschnüren und zum Absterben bringen. Dann wird ein Kind geboren, dem ein Fuß, ein Arm, einige Finger fehlen. Auch Krankheitsstoffe und Gifte können aus dem mütterlichen Körper in den des Kindes

übergehen, da dasselbe Blut durch den Leib der Mutter wie durch den des Kindes fließt.

Die vielfachen Mißbildungen, die aus verschiedensten Ursachen zustande kommen, haben von jeher die Phantasie der Völker beschäftigt. Mißgeburten als Wundergestalten spielen in ihrer Sagenkunde eine bedeutsame Rolle. Viele der so befremdlich anmutenden indischen und ostasiatischen Göttergestalten verdanken ihre äußere Form der ziemlich getreuen Wiedergabe von zweifellos einmal tatsächlich beobachteten Menschenmißbildungen, wenn auch in phantasievoller Übertreibung. Kennt doch auch die griechische Sage zahlreiche derartige, zum Range von Göttern oder Fabelwesen erhobene Menschenwunder. So stellt die vielbrüstige Diana von Ephesus die künstlerische Wiedergabe eines Vorkommnisses der nicht allzu seltenen Mehrbrüstigkeit der Frauen dar. Die Einäugigkeit Polyphems ist auf die Beobachtung der sogenannten Zyklopie zurückzuführen, einer Mißbildung, bei der die beiden Augen zu einem einzigen unter der Stirnmitte liegenden verschmolzen sind. Der Gott des Krieges und des Friedens, Janus, erinnert an eine Janiceps genannte Mißbildung, bei der Zwillinge am Hinterkopf miteinander verwachsen sind, während die Körper von unten her bis fast zur Schulterhöhe getrennt bleiben. Die herrliche Antike deutete das Wunderliche menschlicher Mißgeburten ins göttlich Wunderbare um. Das frommgläubige Mittelalter sah in ihnen die Folgen von Verwünschungen und Behexungen, hielt sie für göttliche Strafe und für den Einfluß des Teufels. Eine ganze Reihe von Mißbildungen stehen in enger Beziehung zur Stammesgeschichte des Menschen, so die unausgebildeten Organe, die gleichsam als uralte Erbstücke Erinnerungen an die Tage der Ahnen sind, z. B. die Haarmenschen oder die Hundemenschen, bei denen das Wollhaarkleid, das der Embryo von der Mitte des fünften Monats bis zum Ausgang des siebenten trägt, zum Teil oder auch ganz stehen geblieben und weiter gewachsen ist. Dies ist ein Atavismus, ein Rückschlag auf das Urhaarkleid des Menschen, das sich bei den Kindern der niedrigsten Menschenrassen, bei den Papuas von Neuguinea und bei den zentralafrikanischen Zwergvölkern regelmäßig zeigt. Noch merkwürdiger erscheinen die geschwänzten Menschen. Ich sagte schon, daß ein solches Steißbeinanhängsel ein normaler Besitz des menschlichen Embryos sei, im Sinne der Abstammungslehre also eine tierische Bildung. Seine Erhaltung nach der Geburt ist auf eine Entwicklungshemmung zurückzuführen. Zu den Hemmungsbildungen, die auch ihrerseits ein helles

Licht auf die Stammesgeschichte des Menschen werfen, gehört weiter das schon eben erwähnte Auftreten von überzähligen Milchdrüsen, die als Brüste völlig ausgebildet sind oder sich auch nur durch überzählige Brustwarzen andeuten. Solche Abnormität kann vererbt werden. Ein bekanntes historisches Beispiel für sie bietet die Mutter des römischen Kaisers Alexander Severus, die danach ihren Beinamen Mammäa erhielt. Ebenso gibt es eine Schwimmhautbildung an den Händen oder den Füßen, weiter den bekannten Wolfsrachen und die Hasenscharte, die ein unvollständiger Verschluss der Mundhöhle und der Nasenhöhle sind. Auch der Vielfingrigkeit ist zu gedenken. Diese häufig vererbte Erscheinung dürfte auf der Grenze zwischen Hemmungsbildung und krankhaftem Prozesse liegen. Überzählige Finger oder auch Zehen bestehen meist nur in einer Vermehrung auf sechs, doch sind auch schon zehn zur Beobachtung gekommen. Gewöhnlich stellen sie sich als eine Verdoppelung des kleinen Fingers oder des Daumens dar und ebenso auch der betreffenden Zehen. Sie kommen häufig zur Erscheinung. Auch die Mehrlingsgeburten, die immer noch ziemlich häufig sind, lassen sich als eine immer seltener werdende, rückständige Art der Fortpflanzung auffassen, die an die tierische erinnert. Von einer Mulattin am Kap wird berichtet, die jedesmal vier bis fünf Kinder zur Welt brachte. In Preußen entfielen während eines Jahrzehntes auf 1 200 000 Geburten weit über 30 000 Zwillinge und nahe an 500 Drillinge. In Berlin kommt schon auf etwa 90 Geburten je eine Zwillingsgeburt. Jeder fünfundvierzigste Berliner, dem man begegnet, ist also ein Zwilling. Sechslinge sind beglaubigt zweimal von Menschenfrauen geboren worden. Über Siebenlinge berichtet in Wort und Bild ein Grabstein einer Familie Thiele Roomer zu Hameln. Die sogenannten siamesischen Zwillinge entstehen durch Verwachsung oder Verschmelzung im Mutterleib. Sie sind an irgendeinem Teile ihrer Körper durch eine Brücke von Haut, Muskeln, Blutgefäßen und Nerven oder auch von Knochen fast immer untrennbar fest miteinander verbunden. Solche Zwillinge sind sehr wohl lebensfähig. Jene Siamesen, die dieser Mißbildung den Namen gegeben haben, brachten es auf ein Alter von 63 Jahren.

Die Frage, ob der Embryo bereits ein *selbständiges Wesen* sei, wäre für den Mediziner dahin zu beantworten, daß er nur einen Bestandteil der Mutter darstellt. Die Juristen denken anders, und man kann ihnen nicht einmal ernsthaft widersprechen. Sie schützen durch die Gesetzgebung die im Werden begriffene Existenz, indem sie die Abtreibung

der Leibesfrucht mit schweren Strafen bedrohen und ihr erbrechtliche Ansprüche zugestehen.

Die Zugehörigkeit zu einem bestimmten *Geschlecht* ist an der Embryonalanlage zunächst nicht erkennbar: die Anlage der Geschlechtsdrüsen selbst und auch die der zu ihnen gehörigen Gebilde erscheint anfänglich durchaus unbestimmt und gleichartig. Erst im weiteren Laufe der Entwicklung kommt es zur Ausbildung der charakteristischen Geschlechtsdrüse, welche die Zugehörigkeit des Embryos zu dem einen oder zu dem anderen Geschlecht bestimmt. Je nachdem sich ein Hoden entwickelt oder ein Ovarium entsteht, erfolgt dann auch aus der ursprünglich unbestimmten und gleichartigen Anlage die Bildung der entsprechenden weiteren Geschlechtscharaktere immer nach der Richtung hin, wie es die betreffende Geschlechtsdrüse jedesmal verlangt. In allerdings seltenen Fällen verbleiben beim Menschen sogar die äußeren Geschlechtsorgane in ihrer ursprünglichen unwirksamen Anlage bestehen, also in einer Hemmungsbildung, bei welcher dann eine äußere Geschlechtsbestimmung unmöglich ist, während die inneren Geschlechtsdrüsen sehr wohl einem bestimmten Geschlecht angehören; dies nennt man Pseudohermaphroditismus. Noch seltener kommt es vor, daß auch die inneren Geschlechtsdrüsen gleichzeitig beiderlei Geschlechts sind, daß eine Persönlichkeit also sowohl Eierstöcke und Gebärmutter wie auch Hoden besitzt, während die äußeren Genitalien nicht typisch ausgebildet sind. Dies ist echter Hermaphroditismus.

Die Ursachen für die *Bildung des Geschlechts* des werdenden Individuums könnten zu verschiedenen Zeitpunkten der Entwicklung wirksam werden. Möglicherweise ist das Geschlecht schon in der Keimzelle vorbestimmt, etwa in der Weise, daß gewisse Eier unter allen Umständen männliche, andere wiederum weibliche Nachkommen hervorbringen. Vielleicht erfolgt die Geschlechtsbestimmung schon bei der Befruchtung und durch sie, oder tritt erst im Laufe der Entwicklung ein. Nach letzten Forschungen hat die Annahme bei weitem mehr als nur Wahrscheinlichkeit für sich, daß das Geschlecht durch die Geschlechtszellen vererbt wird. Kommt nun bei der Befruchtung ein Ei mit einem Spermatozoon weiblicher Tendenz zusammen, so entsteht natürlich ein weibliches Wesen. Vermischt sich dagegen ein Ei mit einem Spermatozoon männlicher Neigung, so überwiegt die männliche, und es muß ein männliches Wesen zur Entstehung kommen. Für einen derartigen Unterschied der Spermatozoen ist nun in der Tat bei vielen Tieren eine sichtbare Grund-

lage gefunden worden, ein Unterschied im Chromosomengehalt der Spermatozoen. Die eine Art von ihnen enthält tatsächlich ein Chromosom mehr als die andere. Dieses überzählige Chromosom gilt direkt als das Geschlechtschromosom. Der gleiche Unterschied findet sich auch bei den entsprechenden männlichen und weiblichen Zellen des Körpers selbst. So enthalten bei einigen Tierarten die weiblichen Körperzellen zwölf, die männlichen dagegen nur elf Chromosomen. Bei der Bildung der Geschlechtszellen durch Rückbildungsteilung erhalten, wie wir wissen, die Eier die Hälfte der Chromosomenzahl. Hier also sechs. Alle Eier sind demnach unter sich gleichartig. Bei der Bildung der Spermatozoen, Zellen mit nur elf Chromosomen, müssen zwei verschiedene Arten von Spermatozoen in gleicher Anzahl auftreten: die eine Hälfte hat sechs, die andere nur fünf Chromosomen. Wenn nun ein Ei, das seine sechs Chromosomen besitzt, von einem Spermatozoon mit ebenfalls sechs Chromosomen befruchtet wird, so entsteht eine befruchtete Eizelle mit zwölf Chromosomen, also ein weiblicher Nachkomme. Kommt es dagegen zur Befruchtung eines Eies durch ein Spermatozoon von nur fünf Chromosomen, so entsteht daraus nun eine befruchtete Eizelle mit nur elf Chromosomen, ein männliches Wesen.

Diese Erkenntnis über die Bildung des Geschlechtes bei den Nachkommen stellt dem uralten Wunsche der Menschen nach einer *willkürlichen Beeinflussung des Geschlechts* neues Hoffen in Aussicht. Im Kinde erblicken Vater und Mutter ihre Wiedergeburt. Und namentlich im Sohne sehen die Menschen den echten Erben ihres Lebens. Fast immer geht der Eltern Sehnsucht nach männlicher Nachkommenschaft. Von den Eskimos, den Maoris, den Chinesen, den Indern gilt dies so sehr, daß die neugeborenen Mädchen ausgesetzt oder gar getötet werden. Den Chinesen wie den Japanern gilt es als ein Unglück, keinen Sohn zu besitzen, und der Talmud lehrt: wenn ein Mädchen geboren wird, so weinen alle Engel. Was Wunder, wenn von jeher die Menschen das Verlangen beseelte, das Geschlecht ihrer Kinder im Mutterleibe beeinflussen zu können. Da zwei verschiedene Sorten von Samenfäden nachweisbar sind, die sich nur durch eine kleine Abweichung im Aufbau ihres Kernapparates, also ihres für die Vererbung wichtigsten Substansteiles voneinander unterscheiden, wissen wir, daß die eine Keimsorte stets zu männlicher, die andere stets zu weiblicher Nachfolge werden muß, daß die eine Art von Samenfädchen Männchenbestimmer sind, die andere Weibchenbestimmer. So ist die Geschlechtsbestimmung bereits beim

allerersten Entwicklungsschritt des neuen Lebewesens an einem geringfügigen Aufbauunterschied erkannt. Jetzt hat für den Menschen ein jeder Versuch, das Geschlecht willkürlich zu bestimmen, von der Tatsache auszugehen, daß bereits die Keimzellen vor der Befruchtung die beiden Geschlechter gewissermaßen vorgebildet in sich tragen. So kann es nur darauf ankommen, der einen oder der anderen Sorte von Samenfäden, die ja in gleicher Auswahl vorhanden sind, bei der Befruchtung zum Siege zu verhelfen.

Mit der Geburt ist der Neugeborene ein fertiger Mensch. Jetzt heißt es zunächst wachsen. Auch das geschieht nach bestimmten Gesetzen. Der kleine Mensch ist bei der Geburt ungefähr einen halben Meter groß. Diese Körperlänge schwankt nur in ganz engen Grenzen bei den einzelnen. Das *Wachstum* ist in den ersten zwei Jahren am ausgesprochensten. Die Zunahme beträgt bei Knaben im ersten Jahre etwa zwanzig Zentimeter, also fast die Hälfte der Anfangsgröße, auch im zweiten Lebensjahre noch immer zehn Zentimeter. Die Mädchen wachsen etwas langsamer. In den nächsten vier Jahren wird das Wachstum geringer, bleibt aber immer noch beträchtlich. Bei Knaben folgen nun fünf bis sechs Jahre mäßigen Wachstums. Erst mit dem zwölften Jahre setzt wieder eine Periode erneuten schnelleren Wachstums ein, die bis zum siebzehnten Lebensjahre anhält, um dann in eine Periode sehr langsamen Weiterwachsens überzugehen. Mit dem fünfundzwanzigsten Jahre hat der Mensch seine größte Körperlänge erreicht. Das Wachsen hat aufgehört. Nun folgt ein langer Stillstand während eines Zeitraumes von fünfundzwanzig Jahren. Mit dem fünfzigsten Lebensjahre beginnt die Körperlänge abzunehmen. Bis zum neunten Jahre sind die Mädchen etwas kleiner als die Knaben. Doch beginnt bei ihnen jetzt schon das schnelle Wachsen, so daß die Mädchen vom zehnten bis zum fünfzehnten Lebensjahre größer als die Knaben sind. Sie erreichen bereits mit achtzehn Jahren ihre größte Körperlänge, die dann im allgemeinen erheblich unter derjenigen des Mannes bleibt. Auch bei der Frau beginnt mit dem fünfzigsten Lebensjahre die greisenhafte Abnahme der Körperlänge. Das Wachstum in die Breite folgt dem Längenwachstum nach. Nur in den ersten drei Lebensjahren ist die Breitenentwicklung noch stärker als das so intensive Längenwachstum. Verhältnismäßig am schwächsten wächst der Kopf, die Beine wachsen am stärksten. Die Glieder wiederum wachsen intensiver als der Rumpf, die Beine schneller als die Arme.

Das *Körpergewicht* nimmt in den ersten vier und fünf Tagen nach der Geburt meist um zweihundert Gramm ab, infolge von Wasserabgabe durch Lunge und Haut bei zunächst noch geringer Wasserzufuhr, außerdem durch Fetteinschmelzung bei der noch unzureichenden Ernährung. Auch Abgabe von Harn und Kindspech aus dem Darm zählen mit. Erst am zehnten bis vierzehnten Tage ist das Körpergewicht demjenigen des Neugeborenen wieder gleich. Häufig aber erst wesentlich später, ohne daß darum irgendwelche pathologischen Umstände vorzuliegen brauchen. Wird das Kind mit Frauenmilch genährt, so verdoppelt sich in den ersten fünf Monaten sein Gewicht. Innerhalb des ganzen ersten Jahres soll es verdreifacht werden. Ein fünfjähriges Kind hat normalerweise das Doppelte desjenigen Gewichts, welches es als ein einjähriges besessen hat. Ein zwölfjähriges das Doppelte wie ein fünfjähriges. Zwischen dem zwölften und dem fünfzehnten Jahre übertrifft das Gewicht der Mädchen, ebenso wie ihre Körperlänge dasjenige der Knaben. Der Grund liegt in der frühzeitigen Geschlechtsreife der Mädchen. Gegen das sechzigste Lebensjahr beginnt eine Gewichtsabnahme. Das Gehirn wächst nur bis zum dritten Jahre. Auch die Leber und die Eingeweide bleiben im Wachstum zurück. Milz und Nieren wachsen ungefähr wie der Gesamtkörper. Das Fett und die Muskeln wachsen mehr als der ganze Körper.

Erst von einem bestimmten Lebensalter des Menschen ab beginnen seine Geschlechtsdrüsen, Hoden und Eierstöcke, die fertigen Geschlechtszellen, Spermatozoen und Eier, nach außen hin abzugeben. Erst jetzt tritt *Geschlechtsreife* ein. Für das weibliche Geschlecht liegt diese Zeit im dreizehnten bis fünfzehnten, für das männliche im vierzehnten bis sechzehnten Lebensjahre. In heißen Klimaten werden die Mädchen bedeutend früher, manche sogar schon im achten Lebensjahre geschlechtsreif. Mit dem Eintritt der Reife beginnen auch im übrigen Körper die für das Geschlecht charakteristischen Veränderungen. Die inneren und äußeren Geschlechtsorgane werden größer und blutreicher. Beim weiblichen Geschlecht bildet sich das Becken charakteristisch aus, die Schamhaare sprießen hervor. Es beginnt die menstruelle Blutung. Auch an anderen Organen treten zur Zeit der Geschlechtsreife neue Besonderheiten auf. Dies nennt man sekundäre Geschlechtscharaktere, im Gegensatz zu den primären, die den Genitalapparat selbst betreffen. Bei der Frau erlangen nun erst die Brustdrüsen und die Brustwarzen ihre normale Ausbildung, während beim Manne der Bart zu wachsen beginnt.

Zur gleichen Zeit wird der Kehlkopf der Knaben bedeutend weiter, in der Richtung von vorn nach hinten. Dabei werden die Stimmbänder länger und dicker, so daß die Stimme um wenigstens eine Oktave tiefer wird: der sogenannte *Stimmwechsel* geht hier vor sich. Gestalt und Antlitz erhalten die dem Geschlechte eigenartige Formung. Die geistige Haltung bekommt ihr charakteristisches Gepräge. Diesen Einfluß, den die Entwicklung der Keimdrüsen beim Manne wie bei der Frau auf den ganzen Körper ausübt, hielt man früher für *nervöse Wirkung*, ohne jedoch die Art oder die Bahn einer solchen nervösen Beeinflussung zu kennen.

In neuerer Zeit hat die Anschauung die Oberhand gewonnen, daß hier eine chemische Beeinflussung nach dem Typus der inneren Sekretion wirksam ist. Die Keimdrüsen geben nach außen ihre Geschlechtsprodukte ab, nach innen zu ins Blut andere wirksame chemische Substanzen, Hormone. Diese bewirken die charakteristischen Veränderungen im Körper. Über die Natur dieser von den Geschlechtsdrüsen produzierten Hormone ist wenig bekannt. Man kennt nur ihre Wirkung.

Es liegen allerdings Beobachtungen vor, aus denen Schlüsse auf diejenigen körperlichen Elemente der Geschlechtsdrüsen gezogen worden sind, von denen die Produktion der spezifischen Hormone ausgeht. Für die männliche Geschlechtsdrüse nehmen manche Gelehrte an, daß die innere Sekretion hier nicht von den an der Bildung der Spermatozoen beteiligten Elementen, also nicht von dem spezifischen, dem generativen Gewebe der Keimdrüse bewirkt wird, sondern daß sie, wie man bisher annehmen mußte, von gleichgültigeren Elementen, von den im Zwischengewebe der Hoden vorhandenen Zwischenzellen ausgeht. Den Drüsen dieses Gewebes wäre also die innere Sekretion des spezifischen Hormons zuzuschreiben. Steinach nennt sie die *Pubertätsdrüsen*. Am deutlichsten lassen sich die inneren Zusammenhänge, die beim Erlöschen der Geschlechtsfunktion im gesamten Organismus wirksam werden, bei der künstlichen Unterbrechung der Geschlechtstätigkeit, der *Kastration*, erkennen. Die künstliche Entfernung der Keimdrüsen hat die Rückbildung oder mangelhafte Ausbildung der geschlechtlichen Eigentümlichkeiten zur Folge. Bei Knaben wurde Kastration früher aus religiösen Gründen ausgeführt, z. B. in Italien zur Gewinnung von Sängern mit hohen Stimmen, im Orient zur Gewinnung von Haremswächtern. Bei weiblichen Personen muß häufig aus ärztlichen Gründen bei Erkrankungen der Eierstöcke die Kastration vorgenommen werden.

Haustiere, Hengste, Stiere, Widder, Hähne werden, wie bekannt, seit altersher kastriert. Die Folgen der Kastration sind viel ausgesprochenere, wenn sie vor der Erlangung der Geschlechtsreife ausgeführt ist, als wenn sie erst im höheren Alter stattfindet. Beim Manne bedingt sie verkümmerte Entwicklung der Genitalien, des Penis, der Samenblasen, der Vorsteherdrüse, außerdem mangelhaftes Wachstum und ausbleibende Verknöcherung des Kehlkopfes. Dadurch bleibt der kindliche Charakter der Stimme. Der Bart fehlt. Das Längenwachstum und der Fettansatz sind gesteigert. Der Geschlechtstrieb bleibt jedoch erhalten; es können sogar Erektionen und Ejakulationen eines spärlichen und dünnflüssigen Sekrets auftreten. Bei der Frau hat die Spätkastration, über die allein Beobachtungen vorliegen, gleichfalls eine Rückbildung der Genitalien zur Folge, einen Schwund der Gebärmutter und der Scheide, sowie das Aufhören der Menstruation. Auch die Brustdrüse verfällt häufig dem Schwunde. Doch sind Schwellungen der Brüste und Auftreten von Milchabsonderung beobachtet worden. Der Geschlechtstrieb erlischt nicht, doch soll er vermindert sein. Bei der im Alter eintretenden Rückbildung der Genitalorgane und bei krankhaften Veränderungen der Eierstöcke erfahren die Frauen recht häufig eine Annäherung an den männlichen Typus. Bartwuchs tritt auf und männlich tiefe Stimme.

Erreicht die Frau den Herbst des Lebens im fünfundvierzigsten bis fünfzigsten Lebensjahr, so erlischt ihre Geschlechtsproduktion wieder. Sie tritt in die *Wechseljahre* ein, während beim Manne Hervorbringung von Samen bis in das höchste Alter beobachtet wird. Trotzdem hat auch der Mann seine Wechseljahre. Sie liegen gewöhnlich später als bei der Frau, sind für ihn aber von nicht geringerer Bedeutung. Die Wechseljahre bilden einen gewaltigen Einschnitt im Dasein eines jeden. Der Herbst des Lebens beginnt. Hat der Körper auf dem Wege durch das Leben nun schon ein halbes Jahrhundert hindurch alle die äußeren Anfechtungen erfahren und ertragen müssen, so haben inzwischen die Bausteine des Körpers, die Körperzellen, nun auch gewaltige Veränderungen aus inneren Ursachen erfahren, die im Ablauf des Lebens, die in den Lebensvorgängen selbst begründet sind. Im Stoffwechsel, der das Wesen des Lebens ist, entspricht der dauernden Dissimilation, dem Verbrauche der lebenden Substanz, die ebenso dauernde Assimilation, der Wiederaufbau der zerstörten Substanz, aber dieser Ersatz vermag für die ganze Dauer der Lebenszeit mit dem Verbrauche nicht völlig gleichen Schritt zu halten, er bleibt, wenn auch nur sehr allmählich,

hinter ihm zurück; die lebende Zelle verfällt schließlich im Laufe des Lebensvorganges der Abnutzung. Die *Alterserscheinungen* beginnen. Sie müssen von den durch äußere Einwirkungen bedingten Veränderungen grundsätzlich getrennt werden, wenn auch natürlich mit zunehmendem Lebensalter beide Momente recht oft zusammenwirken, denn diese Altersveränderungen setzen natürlich die Lebensfähigkeit und die Widerstandskraft der Zellen gegen alle krankmachenden Einflüsse erheblich herab, so daß der alternde Organismus häufig einer Krankheit erliegt, die der jugendliche Körper überwunden haben würde. Darum ist auch der Tod im hohen Alter trotzdem fast immer ein pathologischer Tod. Die häufigste aller im Alter auftretenden Erkrankungen ist die *Arteriosklerose*, jene chronische Veränderung der Arterienwandungen, die zu deren Verdickung und fettigem Zerfall und zu Verkalkung führt. Dadurch wird die Blutzirkulation erheblich beeinträchtigt. Dies kann zu schwersten Folgezuständen in verschiedenen Organen führen und setzt so die Widerstandsfähigkeit des Körpers gegen alle andersartigen Krankheitsursachen aufs schlimmste herab.

Besonders deutlich treten die Altersveränderungen an allen denjenigen Zellen auf, die sich durch ihre besondere Differenzierung für bestimmte Aufgaben im Organismus von dem embryonalen Zustande der Zellen weit entfernt haben, die sozusagen noch ehe das Leben begann, ihren Genossen weit vorausgeeilt waren, so vor allem die Ganglienzellen des zentralen Nervensystems und die Muskelzellen des Herzens. Sie haben auch die Teilungsfähigkeit während des Lebens eingebüßt. Die regelmäßige Altersveränderung stellt einen Schwund, eine Verkleinerung der Zellen dar und damit natürlich auch der gesamten Organe: des Gehirns, des Herzens, der Leber und der Nieren, des Magens und des Darms, der Lungen, der Knochen. Es lagert sich zudem ein gelbbrauner Farbstoff in kleinen Körnchen im Protoplasma der Zellen ab, die als liegengebliebene und nicht mehr durch Saftströmung zu entfernende Stoffwechselprodukte anzusehen sind und für den normalen Ablauf der Lebensvorgänge in der Zelle störend wirken. Die Arterien zeigen, auch wenn keine komplizierende Arteriosklerose vorliegt, eine Herabsetzung ihrer Elastizität, die Knochen werden leicht brüchig und nehmen in ihrer Größe ab. Das Bindegewebe, das Zusammenhalt und Stütze der Organe darstellt, erscheint nun bei der Abnahme der funktionellen Elemente im Verhältnis reichlicher. Es ist außerdem zäher geworden. Die Abnahme der geschlechtlichen Potenz im Alter, aber auch die

übrigen körperlichen und geistigen Alterserscheinungen können vielleicht einmal behoben werden, wenn es gelingt, die innere Sekretion der Keimdrüsen, die im Alter nachläßt, neu anzuregen und zu höherer Leistung zu bringen. Das ist die *Verjüngung* nach dem Prinzip moderner Gebshuten.

Die *Lebensdauer* des Menschen kann bis zu achtzig, ja bis zu hundert Jahren kommen. Doch hat hier wohl die Bibel am ehesten Recht, daß das Menschenleben siebenzig Jahre währet und nur wenn es hoch kommt, achtzig. Indessen gibt es Fälle einer außergewöhnlich langen Dauer des Lebens. Die Lebensdauer der Tiere schwankt dagegen in den weitesten Grenzen. So lebt der Elefant hundertfünfzig und zweihundert Jahre, das Pferd und der Esel nur vierzig bis fünfzig, das Rind nur zwanzig und dreißig, Schafie und Ziegen nicht mehr als zehn bis fünfzehn. Die Vögel besitzen eine auffallend hohe Lebensdauer. Ein Haushuhn wird fünfzehn bis zwanzig Jahre alt, Tauben werden vierzig bis fünfzig, Enten sechzig bis siebenzig. Ein Adler lebt sechzig und achtzig Jahre, eine Haaregans achtzig, ein Papagei selbst über hundert Jahre. Sehr langlebig sind auch die Reptilien, die Amphibien und die Fische. Eine Schildkröte kann zweihundert und dreihundert Jahre am Leben bleiben, eine Kröte vierzig, der Kaiman sogar hundertfünfzig und der Hecht zweihundert Jahre. Man hat die Lebensdauer der Tiere in eine gesetzmäßige Beziehung zu ihrer Entwicklungszeit bis zur Erreichung der vollen Körpergröße oder bis zur Geschlechtsreife bringen wollen. Doch haben sich durchgehende Gesetzmäßigkeiten solcher Art nicht ergeben. Aber vielleicht besteht eine Beziehung zwischen der Lebensdauer und dem Energieverbrauch während des Lebens. Nach vollendetem Wachstum verbraucht je ein Kilo Lebengewicht aller Tiere während der Lebenszeit annähernd die gleichen Energiemengen. Sie betragen durchschnittlich nahe an zweihunderttausend Kalorien. Der Mensch ist den Tieren auch hierin bei weitem überlegen. Er übertrifft alle anderen untersuchten Säugetiere mit seinen mehr als siebenhunderttausend Kalorien ganz ungemein.

Der Stillstand der Lebensprozesse ist der *Tod*. Es gibt aber Zustände vom latenten Leben, vom Schwindel, in denen die Stoffwechselvorgänge so stark herabgesetzt sind, daß sie äußerlich vom wahren Tode nicht mehr zu unterscheiden sind. Unter günstigen Bedingungen ist eine Wiederbelebung aus solchen Zuständen möglich, z. B. können manche niederen Tiere nach erfolgter Eintröcknung lange Zeit hindurch im

scheinbar leblosem Zustande verharren. Werden sie wieder angefeuchtet, so erwachen sie wieder zu neuem Leben. Ähnliche Erscheinungen zeigen sich beim Einfrieren von Tieren und beim Winterschlaf, in dem einzelne Säugetiere eine starke Herabsetzung aller ihrer Lebenserscheinungen erfahren. Auch der Winterschlaf ist wesentlich durch eine Abkühlung der Tiere bedingt; Murmeltiere beginnen halbwach zu sein, wenn ihre Körpertemperatur achtundzwanzig Grad beträgt, bei achtzehn Grad sind sie schlaftrunken, bei sechs befinden sie sich schon im leisen, bei einundeinemhalben Grad im festen Schlaf. Hierbei sinkt der Herzschlag unter Abnahme des Blutdrucks bis auf acht oder zehn Schläge in einer Minute. Die Atemzüge, die Darmbewegungen stocken völlig. Nur die sogenannte „kardio - pneumatische“ Bewegung, die winzige Einsaugung und Wiederausstoßung von Luft aus dem Brustraume infolge des sich ständig verkleinernden und wieder vergrößernden pulsierenden Herzens unterstützt den geringfügigen Gasaustausch in den Lungen. Bis zu einer Abkühlung etwa von Null Grad kommt es bei diesen Tieren nicht. Sie erwachen, bevor die Temperatur zu solcher Tiefe gesunken ist. Doch können Winterschläfer, gleichviel ob im wachen Zustande oder im Schläfe, eine künstliche Abkühlung bis auf unter Null überstehen und sich von selbst wieder erholen. Sie lassen sich somit weit tiefer abkühlen als andere Säuger. Sie geben hierbei ihre Wärme schnell ab und vermögen sich geschwind auch selbständig wieder zu erwärmen.

Der Tod ist eine allen Metazoen, allen zusammengesetzten Lebewesen eigentümliche Erscheinung. Dagegen kann den Protozoen (einzelligen Lebewesen) *Unsterblichkeit* zukommen, da von ihnen bei jeder Teilung das sich teilende Individuum jedesmal restlos und ganz und gar in die Substanz der beiden neuen Teilstücke übergeht und in ihnen sein Leben unverändert fortsetzt. Im gleichen Sinne wären bei den Metazoen die Geschlechtszellen mit Unsterblichkeit begabt, da ja eine Geschlechtszelle nach der Befruchtung in dem neu entstehenden Individuum ihr Leben fortsetzen kann.

DRITTES BUCH

Die äußere Gestalt
des
Menschen



ERSTES KAPITEL

Das Knochengerst

Wer die mannigfach und wundersam ineinander verzweigten Vorgänge im menschlichen Organismus kennen und beurteilen lernen will, muß zunächst eine genaue Kenntnis seines Aufbaues erwerben. Die feste Grundlage des Körpers bildet der Knochenbau, dessen Höhlen den wichtigsten Organen Aufnahme und Schutz gewähren. Hier an den Knochen finden die aktiven Bewegungsorgane des Körpers, die Muskeln, ihren Ansatz, so daß hierdurch die Knochen selbst befähigt werden, den passiven Anteil an den Bewegungen des Körpers zu leisten.

Die *Knochen* sind harte, starre, schwere Körper von gelblichweißer Farbe. Ihre Hauptmasse wird aus dem Knochengewebe gebildet. Im gesunden Zustande sind sie unempfindlich. Erstaunlich lange Zeit hindurch, oft viele Tausende von Jahren, widerstehen sie infolge ihres geringen Wassergehaltes der Fäulnis. Die Knochen der Tiere, die einst die vorsintflutliche Welt bevölkerten und deren Arten infolge der kosmischen Revolutionen schon längst aus dem Buche der Schöpfung gestrichen wurden, finden sich, wie wir gesehen haben, noch unversehrt im Schoße der Erde. Entsprechend ihrer Härte enthalten die Knochen von allen Geweben des menschlichen Körpers das wenigste Wasser und die meisten festen Bestandteile. Ihre chemische Zusammensetzung zeigt zwei verschiedenartige Substanzen. Eine weiche, biegsame, organische Substanz, der Knochenknorpel, gibt zunächst die Grundlage des Knochens ab. Der zweite Bestandteil ist die Knochenerde. Sie gibt dem Knochen Härte, Schwere, Starrheit. So sind im Knochen organische und anorganische Bestandteile vermischt. Die mineralische, anorganische Knochenerde stammt aus der uns umgebenden anorganischen Natur. Die Zeit zernagt den kalkhaltigen Fels zu Trümmern, diese werden zu Staub. Wind und Regen tragen ihn in die Ebene, wo er den Acker düngt. Die Pflanze

nimmt ihn auf. Und so werden die erdigen Stoffe in der Nahrung den Menschen zugeführt. Milch- und Fleischnahrung enthalten recht ansehnliche Mengen an phosphorsaurem Kalk. Auch hartes Trinkwasser führt doppeltkohlen sauren Kalk mit sich. Solche regelmäßige Zufuhr ist auch vonnöten; denn die Knochenerde beträgt bei einem jungen Menschen zwei Drittel, beim erwachsenen Manne die volle Hälfte des Gewichtes seiner Knochen.

Ihrem organischen Bestandteil, dem *Knochenknorpel*, verdanken die Knochen ihren wenn auch äußerst geringen Grad an Elastizität. Auf der Verbindung von organischem und anorganischem Material beruht einzig und allein die Festigkeit der Knochen. Reine Kalkerde hätte sie zu spröde gemacht, reiner Knochenknorpel hingegen zu weich. In der Jugend ist die Elastizität größer als später, entsprechend dem zunehmenden Kalkanteil.

Wer einen tierischen Knochen zur Hand genommen hat, der weiß, daß die Rindensubstanz des Knochens am meisten kompakt ist. Im Innern des Knochens gibt es eine andere Substanz, das Schwammgewebe. Es setzt sich aus vielen verschiedenartig sich kreuzenden Knochenblättchen zusammen, wodurch ein System von Maschenräumen entsteht, das die Knochensubstanz bald großlöcherig und bald wieder engmaschig erscheinen läßt. An Stelle dieser Maschenräume besitzt dagegen die Rindensubstanz der Knochen die außerordentlich wichtigen Haversschen Kanäle. Diese sind für die Aufnahme der den Knochen ernährenden Blutgefäße bestimmt und stellen ein Röhrennetz dar, das einmal an die Außenfläche der Knochen, andererseits wieder in sein Inneres und auch in die Maschenräume mündet. In die Knochenlamellen, welche die Haversschen Kanälchen in konzentrischen Schichten umgeben, sind Knochenkörperchen eingeschaltet, kleine elliptische Gebilde mit zahlreichen Fortsätzen. Sie verbinden sich untereinander oder verlaufen in die Haversschen Kanäle und in die Markräume. In dem geschichteten Bau der Knochenlamellen lassen sich an dünnen Schliffen deutlich in der Substanz des toten Knochens die zahlreichen mikroskopisch kleinen Lücken, die im lebenden Knochen diese Knochenzellen enthalten, in ganz regelmäßiger Anordnung und von ganz bestimmter Gestalt erkennen. Von solchen winzigen Knochenhöhlen kommen etwa neunhundert auf jeden Quadratmillimeter der Knochensubstanz. Da diese kleinen Höhlen durch feine hohle Fortsätze miteinander und mit den Haversschen Kanälen in Verbindung stehen, bilden sie so ein

äußerst feines Röhrennetz, das die gesamte Knochensubstanz regelrecht durchzieht. Durch dieses Röhrennetz vermag der aus den Blutgefäßen stammende Nahrungssaft nunmehr auch in das dichteste Knochengewebe einzudringen. Zugleich vermitteln die Knochenzellen, welche die Knochenhöhlen fast vollständig ausfüllen und sich durch ihre zahlreichen feinsten Ausläufer gleichfalls zu einem Netz vereinigen, ihrerseits die Ernährung des Knochengewebes und bilden somit ein einfaches und doch unendlich zweckmäßiges System der ständigen Durchtränkung eines starren Körpers mit ernähernder Flüssigkeit.

Die Knochen bedürfen einer äußeren Decke, die ihnen in Form der *Beinhaut* geboten wird. Sie überzieht als eine feste weißliche und glänzende Faserhaut von wechselnder Dicke den Knochen überall, mit Ausnahme der überknorpelten Gelenkflächen, und hängt fest mit ihm zusammen. Mit ihrer äußeren Oberfläche verweben sich die Sehnen der Muskeln und die Gelenkbänder. Sie ist reich an Blutgefäßen und Nerven, die auch in den Knochen selbst eindringen. Wird die Beinhaut auf irgendeine Weise vom Knochen abgetrennt, so werden dessen Ernährungsquellen abgeschnitten und, soweit er entblößt ist, stirbt er rettungslos ab. Doch besitzt die Beinhaut oft die Fähigkeit, Knochensubstanz zu erzeugen, und zwar ist sie sogar dazu imstande, wenn sie aus dem Zusammenhang mit dem eigenen Knochen gelöst und an andere Körperstellen und selbst in andere Personen hineingepflanzt worden ist.

Die weiche Masse, welche im Innern der Knochen die Lücken und Hohlräume der Schwammsubstanz füllt, wird *Knochenmark* genannt.

Dies Knochenmark besteht aus einem gallertartigen Bindegewebe mit ausnehmend vielen Fettzellen. Auch ist es reich an Blut- und Lymphgefäßen. Das Knochenmark ist für den Organismus sehr wichtig. Soweit es nicht in Fettgewebe umgewandelt ist, bildet es den Ort für die Entstehung der roten Blutkörperchen. Beim Kinde ist das Knochenmark

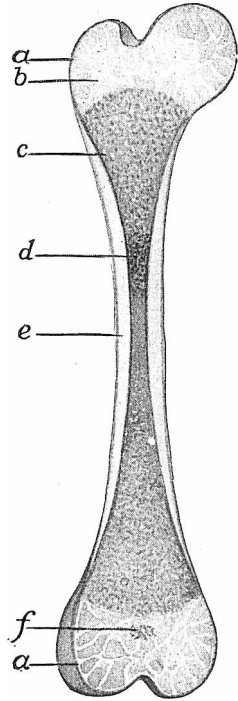


Abb. 8.
Oberschenkelknochen eines Neugeborenen in frontalem Durchschnitt.
a Epiphyse, b Knorpelkanüle, c schwammige Substanz, d Markhöhle, e kompakte Substanz, f Knochenkern.

durchweg rot, beim Erwachsenen kommt rotes Knochenmark nur in den Maschen der schwammigen Knochensubstanz vor. Die großen Markhöhlen der langen Röhrenknochen sind immer mit gelbem, fetthaltigem Knochenmark angefüllt. Daß Blutgefäße in die Knochen treten, ist selbstverständlich, denn jede Körpersubstanz lebt aus dem Blute. Durch

zahlreiche feine Öffnungen, die sich über die ganze Oberfläche des Knochens zerstreuen, treten sie in ihn ein und wieder aus und folgen weiter dem Verlaufe der Haversschen Kanäle. An gewissen Stellen, ge-

wöhnlich an den beiden Enden des Knochens und in der ungefähren Mitte des Mittelstückes der Röhrenknochen, gibt es auch Öffnungen für größere Blutgefäße. Die Nerven begleiten meist, wie überall im Körper, die Arterien und versorgen alle Knochen mit Ausnahme der Sesambeine und der winzigen Gehörknöchelchen.

Die Knochen sind der Form und Gestalt nach recht verschieden. Es gibt lange Knochen, platte, dicke und kurze Knochen. Die langen, zylindrisch gestalteten Röhrenknochen finden sich nur an den Extremitäten (s. Abb. 8 und 9), wo lange Hebelarme notwendig sind, um große und schnelle Bewegungen auszuführen. Ihr Mittelstück besteht fast ganz aus harter Rindensubstanz und zeigt nur in



Abb. 9. Längsschnitt durch das obere Ende des Oberschenkelknochens eines Erwachsenen.

seinem Innern einen verhältnismäßig engen, aus schwammiger Knochensubstanz bestehenden und mit Knochenmark erfüllten Markkanal. Die Enden der Röhrenknochen bestehen dagegen fast ganz aus Schwammsubstanz und besitzen nur einen dünnen Überzug von Rindensubstanz. Sie sind weit dicker als das Mittelstück und tragen die mit einer dünnen Knorpellage überzogene Gelenkfläche. Solange der Knochen wächst, sind die Endstücke mit dem Mittelstück des Knochens nur durch eine dünne Knorpelscheibe verbunden, die erst später nach

vollendetem Wachstum verknöchert. So wird erst später der Röhrenknochen ein einheitliches, fest in sich verschmolzenes Stück. Dienen so diese Röhrenknochen dem Aufbau der Glieder, so die platten und breiten Knochen der Bildung der Körperhöhlen, z. B. Schädelgewölbe und Becken. Hier findet die spongiöse Substanz, die Schwammsubstanz, im Innern des Knochens seiner platten Bildung wegen nicht viel Raum. Dagegen bestehen die dicken Knochen, die vielwinkelig gebildet sind, zumeist aus schwammiger Substanz und sind nur von einem dünnen Überzug von Rindensubstanz umkleidet.

Die Knochen gehen aus einer ursprünglich *knorpeligen Anlage* hervor, und nur gewisse Knochen des Schädels bilden sich aus einer reichen, bindegewebigen Anlage heraus. Die Knochenwerdung, die Verknöcherung der knorpeligen oder bindegewebigen Anlagen, geht von ganz bestimmten Stellen, den Verknöcherungspunkten, aus und verläuft in radiär fortschreitender Richtung.

Die vielen Knochen, die das menschliche Skelett zusammensetzen, würden aber lediglich ein regelloser Haufen sein, wenn sie nicht miteinander auf sinnvolle und zweckdienliche Art verbunden wären. Diese *Verbindung der Knochen* unter sich geschieht auf dreifache Weise. Zunächst ist sie eine direkte und unmittelbare, ohne Dazwischentreten von anderweitigen Bindegliedern in Form einer Naht. Breite und flache Knochen werden hier durch ein wechselseitiges Eingreifen ihrer zackigen, einander genau entsprechenden Ränder fest und unverrückbar wie ein einziger Knochen zusammengehalten. Es gibt aber auch falsche Nähte, in denen die Verbindung der Knochenränder ohne besondere Zacken nur durch eine einfache Anlagerung oder durch eine Übereinanderschichtung geschieht (Schuppennaht). Solche Nähte gibt es jedoch nur an den Kopfknochen. Abweichend ist auch die Verbindung der Zähne mit den Kiefern, und zwar besteht sie in einer Einkeilung. Eine zweite Form der Knochenverbindung ist die Fuge. Sie bedarf eines Zwischenkörpers, der aus Knorpel oder Bandmasse besteht und die Verbindung zweier einander genäherten Knochen bewirkt. Ein charakteristisches Beispiel ist die Verbindung zwischen den einzelnen Wirbelkörpern,

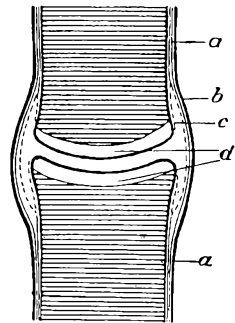


Abb. 10. Schema eines Gelenkes.

a Knochenhaut, *b* Gelenkkapsel, *c* Gelenkhöhle, *d* Gelenknorpel.

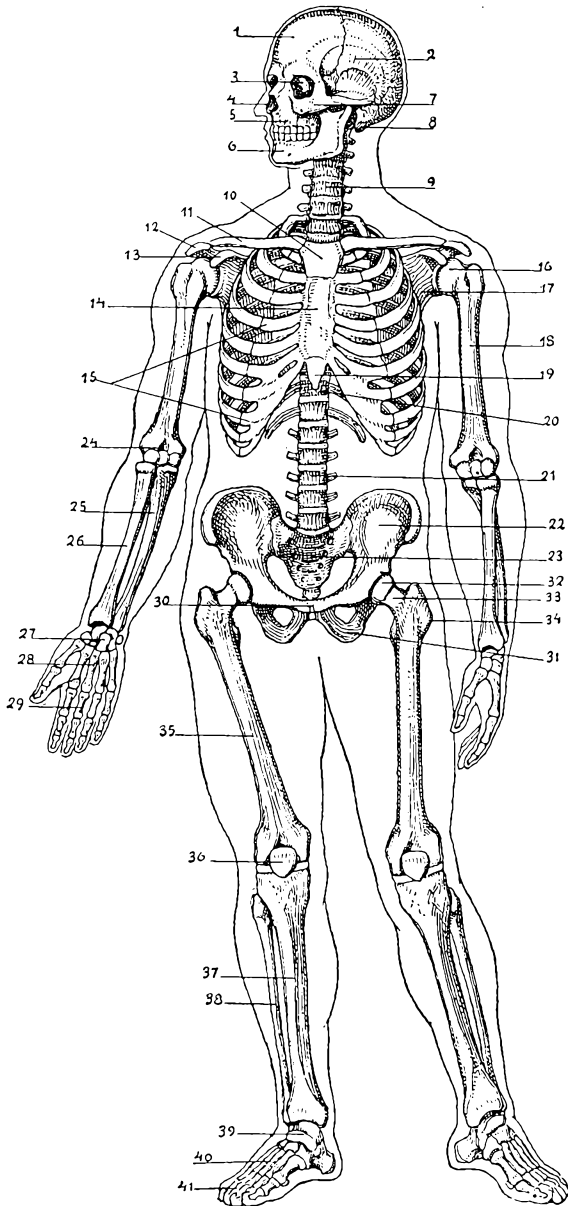


Abb. 11. Das Skelett des menschlichen Körpers. Vorderansicht.
Erläuterungen siehe nebenstehend.

sowie die Knorpelverwachsung zwischen den Schambeinen, die die beiden Hälften des Beckens vorn zusammenhält. Die Hauptformen der Knochenvereinigung bilden *die Gelenke*. Das Gelenk (s. Abb. 10) ist die Verbindung zweier Knochenenden, die nicht miteinander fest vereinigt sind. Ihre überknorpelten und nicht miteinander verwachsenen, sondern nur durch äußere Bandmassen zusammengehaltenen Knochenflächen können sich gegeneinander verschieben.

Der Gestalt und Wirkungsweise nach lassen sich mehrere Hauptformen der Gelenke unterscheiden. Zunächst gibt es *Scharniergelenke*. Hier greifen zwei Erhabenheiten des einen Knochens in zwei entsprechende Vertiefungen des anderen. Durch Knochenerhabenheiten oder durch straffe Seitenbänder sind sie an jeder seitlichen Bewegung gehindert. Infolgedessen sind dem Gelenk nur Beugung oder Streckung möglich. Beispiel für solche Scharniergelenke sind die Finger- und die Zehengelenke. Das *Kugelgelenk* läßt eine Bewegung in jeder Richtung zu. Hier sind die Gelenkflächen sphärisch gekrümmt und zueinander kongruent, haben dehnbare Kapseln und besitzen nur schwache oder gar keine Seitenbänder. Charakteristische Beispiele hierfür sind das Schultergelenk und das Hüftgelenk. Beim *Rollgelenk* dreht sich ein Knochen um sich selbst oder um einen anderen ihm parallel liegenden Knochen, wie das an den beiden obersten Halswirbeln, zwischen dem Atlas und dem zweiten Halswirbel geschieht. Auch am oberen Ende der Speiche am Vorderarm und zwischen dem unteren Ende derselben Speiche und der Elle ist dies der Fall. Das sogenannte *straffe Gelenk* schließlich wird von straffen und unnachgiebigen Bändern zusammengehalten, während die Gelenkflächen nur wenig gekrümmt sind. Beispiel hierfür bieten Mittelhand und Fußwurzelknochen.

-
- | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1. Stirnbein. | 14. Brustbein. | 28. Mittelhandknochen. |
| 2. Schläfenbein. | 15. Rippen. | 29. Fingerknochen. |
| 3. Augenhöhlen. | 16. Gelenkkopf. | 30. Schambein. |
| 4. Nasenhöhle. | 17. Schulterblatt. | 31. Sitzbein. |
| 5. Oberkiefer. | 18. Oberarmknochen. | 32. Oberschenkelkopf. |
| 6. Unterkiefer. | 19. Schwertfortsatz. | 33. Schenkelkopfhals. |
| 7. Jochbein. | 20. Brustwirbel. | 34. Rollhügel. |
| 8. Warzenfortsatz. | 21. Lendenwirbel. | 35. Oberschenkelknochen. |
| 9. Halswirbel. | 22. Becken (Hüftbeine). | 36. Kniescheibe. |
| 10. Handgriff des Brust- | 23. Kreuzbein. | 37. Schienbeinknochen. |
| beins. | 24. Oberarmbeinrolle. | 38. Wadenbein. |
| 11. Schlüsselbein. | 25. Ellbogenbein. | 39. Sprungbein. |
| 12. Schulterhöhe (Akromion). | 26. Speiche. | 40. Fußwurzelknochen. |
| 13. Hakenfortsatz. | 27. Handwurzelknochen. | 41. Zehenknochen. |

Einen Gesamtüberblick über das Gerüst des menschlichen Körpers¹⁾ von vorn gesehen bietet uns Abb. 11.

Unterziehen wir zunächst die *Kopfknochen* (s. Abb. 12 und 13) einer eingehenden Betrachtung. Es sind dies mehr als zwanzig Knochen. Mit der einen Ausnahme des Unterkiefers sind sie alle fest und unbeweglich zusammengefügt und miteinander verschmolzen. Sie umschließen

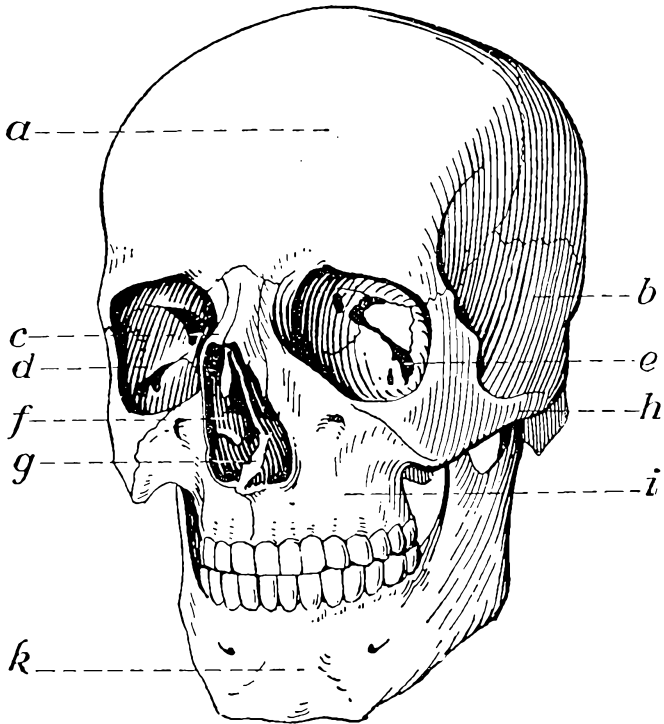


Abb. 12. Schädel von vorn.

a Stirnbein, *b* Schläfenbein, *c* Nasenbein, *d* Augenhöhle, *e* Augenhöhlenschlitz, *f* Nasenhöhle, *g* Pflugscharbein, *h* Jochbein, *i* Oberkiefer, *k* Unterkiefer.

die Wandungen derjenigen Höhlen, welche vor allem zur Aufnahme des Gehirns dienen, sowie der Sinnesorgane und des Anfangsteils der Verdauungswege. Zur Bildung der Hirnschale gehören acht *Schädelknochen*, zur Bildung des Gesichts vierzehn *Gesichtsknochen*. Diese Unterscheidung

¹⁾ Vergleiche für das ganze Kapitel auch das anatomische Modell der Frau, das unserem Werk separat beigefügt ist.

ist aber sehr oberflächlich und nicht ganz zutreffend, denn gewisse Schädelknochen nehmen auch an der Zusammensetzung des Gesichts teil. Einer derselben, das Siebbein, gehört sogar bis auf einen ganz kleinen Teil seiner Oberfläche ganz dem Gesicht an. Andere wiederum, wie das Gaumenbein und das Tränenbein, haben — obwohl sie Gesichtsknochen heißen — mit dem Gesicht gar nichts zu tun.

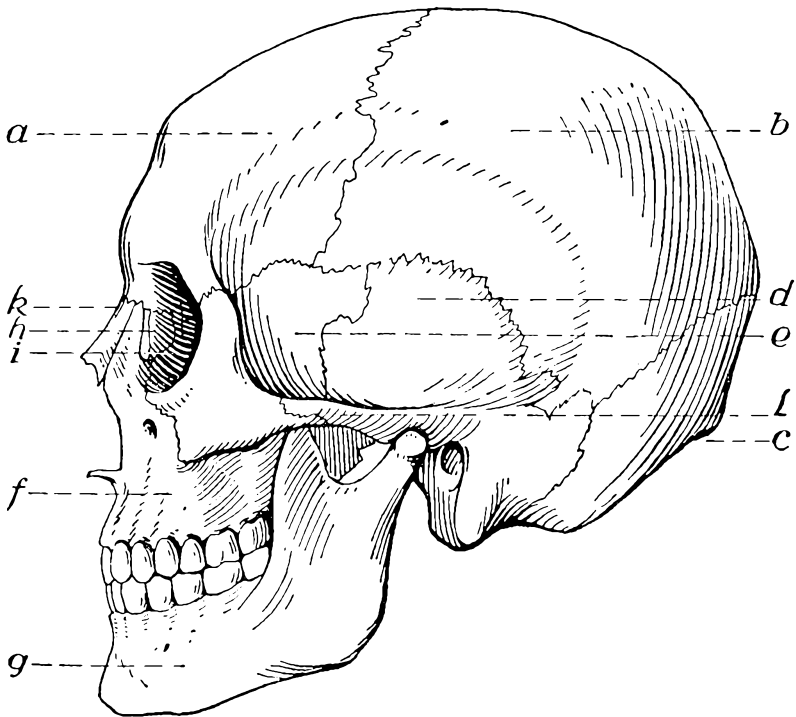


Abb. 13. Schädel von der Seite.

a Stirnbein, *b* Scheitelbein, *c* Hinterhauptbein, *d* Schläfenbein, *e* Wespenein,
f Oberkieferbein, *g* Unterkieferbein, *h* Tränenbein, *i* Siebbein, *k* Nasenbein,
l Jochbein.

Vorder- und Rückseite des Schädels werden vom Stirnbein und Hinterhauptbein gebildet. Ein ringförmig gestaltetes Mittelstück enthält in seinem oberen Teile die beiden Scheitelbeine und im unteren Teile zwei Schläfenbeine, das Keilbein, sowie das Siebbein. Die Gesichtsknochen hingegen bestehen aus dem Oberkiefergerüst, dessen Hauptstück zwei Oberkieferbeine bilden, während als Ergänzungsstücke zwei Nasenbeine, zwei Jochbeine und zwei Gaumenbeine dienen. Dazu kommen die

Grundlagen für das Geruchsorgan: ein Siebbein als Hauptstück, und als Ergänzungsstücke: ein Pflugscharbein, zwei Tränenbeine und zwei Muschelbeine, zu alledem dann das selbständige Unterkieferbein. Die weiteren Knochen des Kopfes sind: das mit ihm unverbundene Zungenbein, die in die Kiefer eingekeilten Zähne und die Gehörknöchelchen im knöchernen Ohre.

Jeder Knochen der *Hirnschale* besteht aus zwei kompakten und durch den Einschub von schwammiger Knochenmasse getrennten Platten oder Tafeln. Die äußere Platte ist die dickere und zeigt die gewöhnlichen Merkmale kompakter Knochensubstanz, während die innere dünner ist. Sie hat wegen ihrer Sprödigkeit und der dadurch bedingten leichteren Brüchigkeit den bezeichnenden Namen Glastafel erhalten. So kommt es oft vor, daß ein Schlag auf den Schädel nur diese innere Knochentafel zerbricht, während die äußere Schale ganz bleibt. Sind beide gebrochen, so kann die Bruchrichtung in beiden Schalen verschieden sein. Die Schädelhöhle wird durch das Gehirn ganz ausgefüllt. Dementsprechend müssen auch alle an der Oberfläche des Gehirns sich vorfindenden Erhabenheiten und Vertiefungen sich während des Entstehens der noch weichen Schädelknochen an der inneren Tafel abdrücken. Und das ist in der Tat der Fall.

Nur die äußere Fläche der Schädelknochen wird von wahrer Beinhaut überzogen. Sie streicht auch über die Nähte hinweg, senkt faserige Verlängerungen in diese hinein und kann nur schwer von ihrer Unterlage abgelöst werden. An der inneren Fläche des Schädels fehlt sie und wird hier durch die harte Hirnhaut ersetzt. Alle Schädelknochen sind von Löchern oder von kurzen Kanälen durchbohrt, die Nerven oder Gefäßen zum Durchgang dienen. Diejenigen von ihnen, die eine Verbindung der inneren Kopfvenen mit den äußeren unterhalten, unterliegen an Größe wie an Zahl mannigfaltigen Verschiedenheiten. Manche von ihnen können gänzlich fehlen. Die Schädelknochen wachsen hinsichtlich ihrer Breitenzunahme vorzugsweise an den Rändern fort, während die Zunahme an Dicke durch Ansatz neuer Knochenmasse an den Flächen der bereits fertigen Schädelknochen erfolgt. Bestände der Schädel von Anbeginn an aus einem Gusse, so könnte eine Vergrößerung seines Umfangs, wenn überhaupt, so doch nur auf die langsamste Weise vor sich gehen. Aber man darf nicht denken, daß die Zusammenfügung durch Nähte den geschlossenen Schädel etwa irgendwie in seiner Festigkeit beeinträchtigt. Diese zackigen Nähte halten die Schädelknochen so fest

als Ganzes zusammen, daß die durch mechanische Gewalten entstehenden Brüche in der Hirnschale sich von einem Schädelknochen auf den nächsten fortpflanzen, ohne irgendwie durch die dazwischen liegenden Nähte aufgehalten zu werden. Doch hat diese so sehr wertvolle Festigkeit des Schädelgewölbes, wie alle Dinge dieser Welt, auch ihre Kehrseite. Denn wenn die Knochen miteinander verschmelzen, bevor die Entwicklung des Gehirns ihren Endpunkt erreicht hat, so kommt es zu einer zu kleinen Schädelbildung, die Blödsinn bedingt.

Die Knochen des Schädeldaches nehmen ihre Entwicklung aus Verknöcherungspunkten her, welche im Bindegewebe des bloß häutig, nicht aber knorpelig vorgebildeten Schädeldaches abgelagert werden, um sich dann allmählich durch strahliges Auswachsen ihrer Ränder zu vergrößern. So entstehen die Ecken und Winkel dieser Knochen zuletzt, und es muß eine Periode im Bildungsgange des Schädels geben, wo zwischen den sich nur berührenden Scheiben der einzelnen Schädelknochen

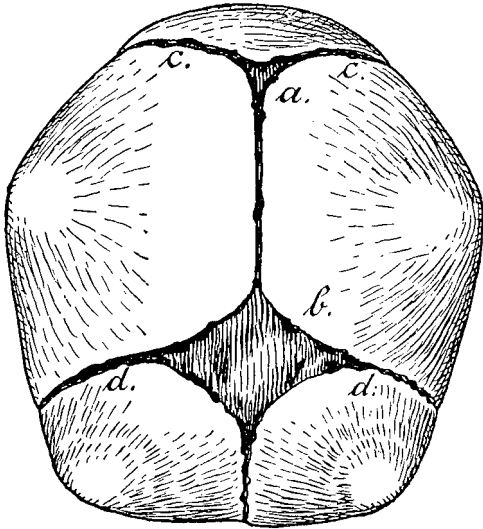


Abb. 14. Schädel eines Neugeborenen von oben.
a Kleine Fontanelle, b große Fontanelle, c Hinterhauptsnähte, d Stirnnaht.

Stellen übrig bleiben, die noch nicht verknöchert, sondern lediglich häutig geschlossen sind (s. Abb. 14). Diese Stellen werden FontanelLEN genannt. Je eine solche Fontanelle liegt an jedem Winkel des Seitenwandbeines, so daß es eine Stirnfontanelle und eine Hinterhauptsfontanelle, sowie eine Keilbeinfontanelle und eine Warzenbeinfontanelle gibt. Die beiden ersten sind von besonderer Wichtigkeit. Da man bei Neugeborenen und jungen Kindern die Bewegung der Schlagader des Gehirns durch die Stirnfontanelle hindurch sehen und mittels des aufgelegten Fingers fühlen kann, so glaubten die alten Ärzte, daß durch diese Bewegung des Gehirns die Lebensgeister in die Nerven getrieben würden.

Und nun in das Innere hinein. Über Größe und Gestalt der Schädelhöhle in den verschiedenen Lebensperioden läßt sich schon ein Bild gewinnen, wenn wir uns klar machen, daß die Schädelhöhle im Verhältnis zu der jeweiligen Körpergröße um so geräumiger ist, je jünger der Mensch ist. Ihre Geräumigkeit entspricht dem Umfange des Gehirns. Dieses überragt beim Embryo und im Kindesalter im Verhältnis zur Körpergröße.

Die *Schädelhöhle* hat eine Eiform. Sieht man von oben auf die innere Basis hinab, so zeigt sich diese in drei Gruben eingeteilt, welche von vorn nach rückwärts sich aneinanderreihen und eine vordere, eine mittlere und eine hintere Schädelgrube bilden. Besonders fällt bei solcher Ansicht die obere Bedachung der beiden Augenhöhlen auf, zwei tief nach hinten und einwärts sich zuspitzende Pyramiden. Die Augenhöhlen befinden sich zwischen dem Stirnbein, dem Wespenbein, dem Jochbein und der oberen Fläche des Oberkiefers. Aus ihnen führt ein Tränenkanal in die Nasenhöhle hinein und eine Öffnung für den Sehnerv in die Schädelhöhle. Die dazwischen gelegene Nasenhöhle erstreckt sich zwischen den beiden Oberkieferknochen und den beiden Gaumenbeinen und wird durch eine Nasenscheidewand, an deren Bildung die senkrechte Siebbeinplatte und das Pflugscharbein teilnehmen, in zwei seitliche Hälften geteilt. Darunter befindet sich die Mundhöhle, die nach oben vom harten Gaumen, an den Seiten und vorn durch die Kiefer nebst den Zähnen begrenzt wird. Sie ist nach hinten, wo sie in die Nasenhöhle übergeht, und auch nach unten hin offen. Außerdem sind noch die beiden Schläfengruben zu erwähnen. Sie sind seitliche, nach außen gelegene Vertiefungen am Schädel, die durch den Jochbogen überbrückt werden, eine frei dahinziehende Knochenspange, die von Teilen des Jochbeines und des Schläfenbeines gebildet wird. Endlich sind noch die beiden äußeren Gehörgänge zu nennen, von denen sich je einer in jedem Schläfenbeine befindet.

Das *Gesichtsskelett* wird von vierzehn Knochen gebildet, von denen dreizehn, nämlich die Oberkiefer, Jochbeine und Gaumenbeine, die Nasenbeine und Tränenbeine sowie die Muschelbeine und die unpaarige Pflugschar zu einem stabilen und festen, an der Hirnschale unverrückbar befestigten Ganzen verbunden sind. In ihm sind die Höhlen für die Unterbringung der Sehorgane und der Geruchswerkzeuge. Unterhalb dieses Gesichtsganzen befindet sich der vierzehnte Gesichtsknochen, der Unterkiefer, welcher mit dem übrigen Knochengerüst des Gesichtes in

keiner knöchernen Verbindung steht. Er ist an der Basis des Hirnschädels, und zwar am Schläfenbein, durch ein Gelenk aufgehängt. Dies ist das einzige Gelenk am Gesichtsskelett. Das Oberkiefergerüst und die Grundlage des Geruchsorgans sind fest mit dem Schädel verbunden. Der Oberkiefer zerfällt in eine rechte und eine linke seitliche Hälfte, deren Hauptstück jederseits das Oberkieferbein ist. Dieses besteht bereits beim jungen Kinde aus einem einzigen Stück, hat sich jedoch aus zwei ursprünglich getrennt gewesenen Knochenstücken entwickelt: aus dem eigentlichen Oberkieferbein, welches die Backzähne und die Eckzähne trägt, und aus dem Zwischenkieferbein, welches der Sitz der Vorderzähne ist. An das Oberkieferbein schließen sich weitere Knochen an: Nasenbein, Jochbein und Gaumenbein. Von diesen bilden die beiden Nasenbeine das Dach der Nase. Die sich jederseits nach außen hinziehenden Jochbeine dienen als Unterlage für die hervorragendsten Teile der Wangen; die Gaumenbeine nehmen im Verein mit den Oberkieferbeinen teil an der Bildung des harten Gaumens, einer knöchernen Platte, welche zugleich die Decke der Mundhöhle ausmacht und den Boden der Nasenhöhle. Weiter hat zwischen Oberkiefer und Schädelbasis die knöcherne Unterlage des Geruchsorgans ihren Sitz, deren Hauptstück das Siebbein ist, jenes kleine durchlöchernte Knöchelchen, welches mit seinem horizontalen Abschnitt, der Siebplatte, den Boden der Schädelhöhle bilden hilft. Knochen von winzigem Umfange, das Pflugscharbein, die beiden Tränenbeine und ein Muschelbein sind seine Ergänzungsstücke. Dabei bildet das Pflugscharbein die Fortsetzung der senkrechten Platte des Siebbeines. Beide zusammen gestalten sich zu der in der Mittellinie verlaufenden, knöchernen Nasenscheidewand, während das Tränenbein und das Muschelbein sich jederseits vereinigen, um die innere Wand des zierlichen Tränenkanals hervorzubringen.

Die *Knochen des Stammes* sind Urknochen oder Wirbel und deren Nebenknochen, Brustbein und Rippen.

Die *Wirbelsäule* (s. Abb. 15) nimmt im Bau des menschlichen Körpers eine bedeutende Stellung ein. Ihre erste Anlage im werdenden Embryo geht derjenigen aller übrigen Knochen des Skeletts voran, so daß sie in der Tat die Urknochen des Körpers in sich schließt. Sie ist die Grundlage, das Stativ des Stammes, und setzt sich aus einer ganzen Anzahl von einzelnen Knochen zusammen, aus den Wirbeln. Während die Knochen des Kopfes mannigfaltig geformt erscheinen und kaum einer dem anderen ähnlich sieht, zeigt der Bau der Knochen der Wirbelsäule

einen grundsätzlich gleichen Typus. Da die Wirbelsäule bis auf ihr unterstes Endstück, das Steißbein, hohl ist, hat jeder Wirbel die Form eines kurzen hohlen Zylinders oder auch Ringes. Das untere zugespitzte Ende der Wirbelsäule, das Steißbein, ist solide. Man unterscheidet drei Abschnitte der Wirbelsäule: Halsteil, Brustabschnitt, Lendenteil und Kreuzteil. Das Steißbein ist nur ein Anhang. Der Halsteil hat sieben Halswirbel, der Brustabschnitt zwölf Brustwirbel, der Lendenabschnitt fünf Lendenwirbel. Das Kreuzbein ist ein massiver Knochen, der allerdings zunächst ebenfalls aus fünf einzelnen Kreuzwirbeln bestanden hat. Doch sind diese schon im Jugendalter zu einem Knochen miteinander verwachsen. Man nennt sie deshalb auch falsche Wirbel. Auch das Steißbein besteht aus kaum noch als Wirbel erscheinenden Stücken. Alle diese Wirbel bilden, eng miteinander verbunden, die einem elastischen Stabe vergleichbare Wirbelsäule, die, in die rückwärtige Wandung des Rumpfes eingefügt, die Aufgabe hat, dem ganzen Körper die aufrechte Stellung und Haltung zu sichern und zugleich dem Rückenmark als Schutz zu dienen. Entsprechend der ringförmigen Gestaltung der einzelnen Wirbel bildet ihre Gesamtreihe eine feste Röhre, den Wirbelkanal, in dessen Inneres das Rückenmark eingeschlossen ist, das hier, sicher geschützt in seinem Gehäuse ruht.

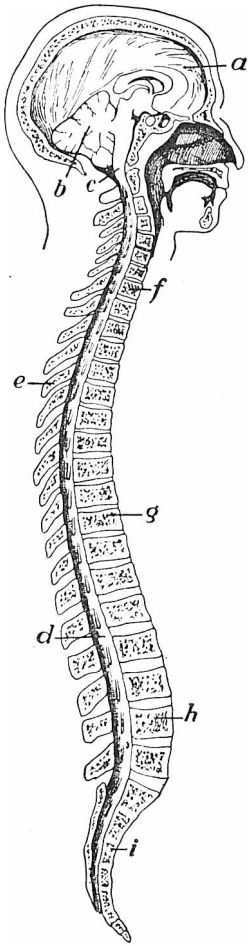


Abb. 15. Senkrechter Durchschnitt des Schädels und der Wirbelsäule.

a Großhirn, b Kleinhirn, c verlängertes Rückenmark, d Rückenmark und die Wurzeln der Rückenmarksnerven, e dorniger Wirbelfortsatz, f, g, h, i Durchschnitt der Wirbelkörper.

Wenn wir uns nunmehr die *Wirbel* im einzelnen näher ansehen, so bemerken wir bei jedem eine vordere und eine hintere Bogenhälfte. Die vordere bildet den massiven Wirbelkörper, während die hintere den eigentlichen Bogen darstellt. Dieser Bogen trägt nach rückwärts den Dornfortsatz, außerdem noch zwei seitliche Querfortsätze und endlich zwei nach oben und zwei nach unten gerichtete,

kleine, schiefe Fortsätzchen, die als Gelenkansätze dienen. Diese Grundform wird nicht immer eingehalten, doch stimmen die Wirbel dermaßen miteinander überein, daß sie mit den entsprechenden Teilen übereinander gelegt, durch Bänder und je eine Scheibe von knorpeliger Substanz aufs festeste verbunden, ein ideales Rohr als Behältnis des Rückenmarks abgeben. Der oberste Halswirbel trägt den Namen Atlas. Er hat, wie jener mythologische Riese Atlas die gesamte Erdkugel, den ganzen Kopf des Menschen zu tragen, eine für ihn nicht minder große Aufgabe. Sein Äußeres weicht beträchtlich von der Grundform der Wirbel ab. Er ist ein einfacher Ring. Der darunter gelegene zweite Halswirbel, der Dreher, ergänzt ihn prächtig: er trägt auf der Oberseite seines Körpers einen Zahnfortsatz, der nach oben hin durch den Ring des Atlas hindurchgeht und so den festen Punkt bildet, um welchen herum die Drehung des mit dem Kopfe fest verbundenen Atlas auf entsprechenden Gelenkflächen des Drehers vor sich gehen kann. Die zwischen je zwei benachbarten Wirbelkörpern befindliche Bandscheibe, aus knorpelähnlich derbem und faserigem Bindegewebe gebildet, die Zwischenwirbelscheibe, ist in geringem Grade elastisch, da die Wirbelsäule kein starres Rohr bilden darf. Ihre einzelnen Teile müssen gegeneinander beweglich sein. Die Wirbelsäule kann somit ganz beträchtliche Biegungen nach vorn und hinten, links und rechts ausführen. Dann sind zwischen den Gelenkfortsätzen der einzelnen Wirbel kleine wahre, mit einer Gelenkhöhle versehene Gelenke gelegen. Neben den Gelenken sind die Hilfsbänder der Wirbelsäule, von denen sie zusammengehalten wird, wichtig. Zunächst das vordere Längsband der Wirbelsäule, das sich vom vorderen Bogen des Atlas längs der Vorderfläche sämtlicher Wirbelkörper bis zum Kreuzbein nach abwärts erstreckt, und das einer allzu starken Beugung des Rückgrats nach hinten Widerstand entgegensetzen würde. Sodann das hintere Längsband der Wirbelsäule, das in ganz ähnlicher Weise an der hinteren Fläche der Wirbelkörper, also innerhalb der Rückenmarkshöhle, verläuft und bei einer allzu starken Vorwärtsneigung der Wirbelsäule schließlich überdehnt würde, einer solchen also vorzubeugen vermag. Halten diese beiden Längsbänder vor und hinter den Wirbelkörpern die Wirbelsäule zusammen, so verläuft ein drittes Band, das Dornspitzenband, in der gleichen vollen Längsausdehnung hinten längs der Spitzen sämtlicher Wirbeldornen vom Atlas bis zum Kreuzbein hinab. Das Dornspitzenband vermag in noch weit höherem Maße einer zu starken Vorwärtsneigung der Wirbelsäule Halt zu gebieten. Am

Nacken verstärkt es sich zu einem ganz besonders mächtigen und glatten Strange, dem Nackenband, welches sich schließlich oben in der Mittellinie des Hinterhauptbeines an dieses ansetzt und über einen ganz besonderen Reichtum an elastischen Fasern verfügt. Es hält den Kopf fest

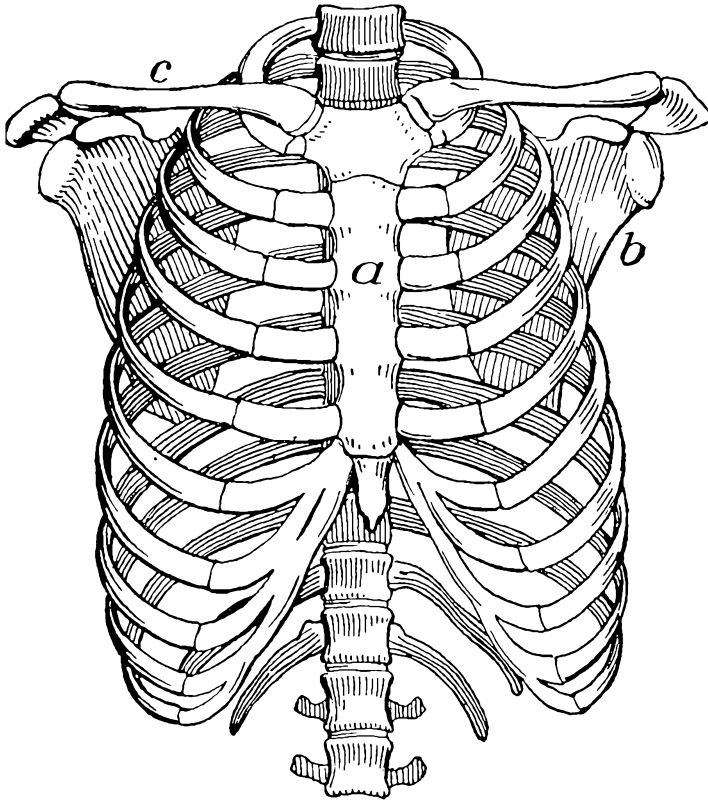


Abb. 16. Brustkorb von vorn.

a Brustbein, b Schulterblatt, c Schlüsselbein.

und ist um so nötiger, als die Halswirbeldornen beim Menschen nur schwach entwickelt sind, und es daher deren Bänder ersetzen muß.

An der Wirbelsäule hängt vorn der *Brustkorb*, der von den Rippen und dem Brustbein (s. Abb. 16) gebildet wird. Das Brustbein liegt der Wirbelsäule gegenüber, fast parallel zu ihr, an der vorderen Fläche der Brust. Seine Form und Gestalt wird mit dem kurzen, nur dem Stoß

dienenden Schlachtschwert der Römer verglichen, das sie bis zu den Zeiten Hannibals führten, ehe es dem langen und schweren celtiberischen Schwerte Platz machte. Diese Schwertgestalt des Brustbeines ist deutlich erkennbar, und zwar oben der Griff, dann das Mittelstück, die Klinge, und unten die Spitze, der sogenannte Schwertfortsatz. Der Griff stellt den breitesten Teil des Knochens dar. Seine sich nähernden Seitenränder setzen sich in diejenigen der Klinge fort, die dreimal länger ist als der Griff, dafür aber zusehends schmaler wird und an ihrem unteren Rande den zugespitzten oder auch abgerundeten und selbst gabelförmig gespalteten Schwertfortsatz trägt. Zwölf Rippen sind ungefähr halbkreisförmig beiderseits an die Wirbelsäule beweglich angeheftet und laufen schräg nach vorn. Rippen und Wirbelsäule bilden zusammen den Brustkorb. Der größte Umfang des Brustkorbes fällt nicht etwa in die untere Brustöffnung, sondern ungefähr in die Mitte seiner Höhe. Der Brustkorb dient der Atmung, muß sich deshalb ausdehnen und verengern können und doch in seinem Gefüge fest zusammenhalten. Daher sind die vorderen Enden der wahren Rippen mit dem Brustbein durch kleine echte Gelenke verbunden, deren ziemlich straffe Kapseln allerdings nur eine geringe Beweglichkeit erlauben. Die Enden der achten, neunten und zehnten Rippe verschmelzen je mit der nächst höheren Rippe durch Bandmassen, und die untersten, die elfte und zwölfte, liegen mit ihren Spitzen frei zwischen den Muskeln der Bauchwandung. Die hinteren Verbindungen der Rippen sind weniger einfach. Ein jedes Rippenköpfchen schiebt sich hier zwischen zwei benachbarte Wirbelkörper hinein oder setzt sich auch hier und da nur an einem Wirbelkörper fest. So wird hier ein ziemlich straffes Gelenk mit starker Kapsel, das Rippenköpfchengelenk, gebildet. Werden die Rippen gehoben, so wird hierdurch auch der gesamte Brustraum in allen seinen Durchmesser erweitert, wie es für das Einatmen unbedingt notwendig ist. Senken sie sich, so erfolgt dadurch eine Verkleinerung des Brustinnenraumes, die die Austreibung der Luft, das Ausatmen, besorgt.

Wir wollen nunmehr zu einer Schilderung der oberen Extremitäten, der Arme und Hände, übergehen. Sie sind die nächsten Nachbarn des Brustkorbes. Zu diesen Knochen gehören zunächst Schlüsselbein und Schulterblatt, sodann das Oberarmbein mit den beiden Unterarmknochen und schließlich die Knochen der Hand, die bei genauer Zählung nicht weniger als siebenundzwanzig Knochen und Knöchelchen betragen.

Das *Schulterblatt* hinten und das *Schlüsselbein* vorn bilden

mit ihren Gegenstücken auf der anderen Seite eine Art Gürtel um den oberen Brustkorb. An diesem Schultergürtel sind die Arme aufgehängt. Das Schlüsselbein stellt einen Knochen von S-förmiger Biegung dar, an welchem das nach der Mitte zu gelegene Stück den Körper des Ganzen bildet, dem sich ein seitlicher Teil nach außen hin anschließt. Das mittlere Stück ist dreikantig und steht mit dem Oberteil des Brustbeins durch ein Gelenk in Verbindung. Das mehr platte, seitliche Ende des Schlüsselbeins setzt sich dagegen an einem Vorsprung des Schulterblattes an. Dies bildet die Schulterhöhe. Das Schlüsselbein, dieser eigenartige Knochen, ist wie eine Art von Strebepfeiler zwischen Brustbein und Schulter eingeschaltet und muß sich bei jeder Bewegung der Schulter mitbewegen. Auch wenn wir die Arme gegen Widerstand vor uns stemmen, muß das Schlüsselbein die ganze Kraft des Stoßes mit aushalten. Daher kommt es häufig zu Schlüsselbeinbrüchen. Als Gegenstück am Rücken liegt das Schulterblatt, ein dreieckiger und ganz platter Knochen, welcher der hinteren Fläche des Brustkorbes aufliegt. An seinem oberen seitlichen Winkel findet sich eine Anschwellung, ein Gelenkkopf, welcher die flache Gelenkpfanne für das obere Ende des Oberarmbeines trägt. Dicht oberhalb des Gelenkkopfes springt vom oberen Rande des Schulterblattes ein hakenförmiger Fortsatz nach vorn hervor, der ganz charakteristisch Rabenschnabelfortsatz heißt und mehreren Muskeln zum Ansatz dient. Von den beiden Flächen des Knochens bildet die vordere, dem Brustkorb zugekehrte, eine flache Vertiefung, die Unterschulterblattgrube, aus welcher ein ebenso benannter Muskel entspringt. Die hintere Fläche trägt in ihrem oberen Abschnitt eine quer verlaufende, starke Knochenleiste, den Schulterkamm, die schließlich in einen etwas nach vorn gebogenen und platten Vorsprung ausläuft, der sich, wie erwähnt, mit dem Ende des Schlüsselbeins verbindet. Dies eben ist die oben erwähnte Schulterhöhe. Oberhalb und unterhalb des Schulterkammes ist die hintere Fläche etwas vertieft.

Als *Schultergelenk* bezeichnet man die Verbindung zwischen dem Oberarmkopf und der kleinen, nur wenig vertieften Gelenkpfanne, welche sich am oberen äußeren Winkel des Schulterblattes vorfindet. Das Schultergelenk ist eines der wichtigsten und eigenartigsten des Körpers. Die Gelenkfläche des Oberarmkopfes ist kugelig, die Gelenkpfanne entsprechend vertieft. Die Beweglichkeit des Armes in diesem Gelenk müßte, der Gelenkkapsel entsprechend, eine gänzlich unbeschränkte sein, wenn der Arm nicht beim Aufwärtsheben an das Schultergewölbe anstoßen

würde. Dieses wird von der Schulterhöhe, von dem Rabenschnabelfortsatz und von einem starken, platten Bandstreifen gebildet, der die beiden Knochenvorsprünge miteinander verbindet und den man Rabenschulterblatt nennen könnte. Deshalb läßt sich der Arm im Schultergelenk nur bis zur Horizontalen erheben, dann stößt er an das Schultergewölbe. Ist es doch bekannt, daß wir alle imstande sind, den Arm noch weit höher zu heben, bis zur Senkrechten, ja über diese hinaus. Dies kommt dadurch zustande, daß das Schulterblatt mit seinem unteren Winkel immer mehr nach außen rückt, je weiter der Arm über die Horizontale hinaus erhoben wird. Verrenkungen im Schultergelenk sind häufig. Es zerreißt dabei die Gelenkkapsel, und der Gelenkkopf tritt aus der Pfanne heraus. Dann verschwindet die Wölbung dicht unterhalb der Schulterhöhe, wo sonst der Gelenkkopf liegt. Statt ihrer zeigt sich eine Einsenkung.

Und nun zum Arme selbst. Der *Oberarm* (s. Abb. 17) wird nur durch das Oberarmbein, einen einzigen Knochen in Form eines länglichen Röhrenknochens, gestützt. Am oberen Ende findet sich eine halbkugelige Anschwellung, der Oberarmkopf, dessen überknorpelte freie Fläche dem Gelenkkopf des Schulterblattes als Schultergelenk anliegt. Das untere Ende ist anders gestaltet. Es erscheint breit gezogen und läuft nach jeder der beiden Seiten in je einen kleinen Vorsprung aus, an denen sich Muskeln anheften. Zwischen den beiden Vorsprüngen liegt eine Art überknorpelter Rolle und ein überknorpeltes Köpfchen, der Gelenkfortsatz des Oberarmbeines, der sich mit den beiden Unterarmknochen zum Ellbogengelenk verbindet. Von diesen beiden Endstücken des langen Röhrenknochens ist das obere am lebenden Körper nur undeutlich durch die Haut hindurch zu fühlen, da es von starken Muskelmassen überdeckt ist. Dagegen sind am unteren Ende die beiden Oberarmknochen deutlich fühlbar, besonders der nach innen gelegene, der stärker vorspringt. Hinter ihm zieht ein stattlicher Nervenstrang vorüber, der sich bis in die drei letzten Fingerspitzen hinein verzweigt. Ein jeder kennt diesen Schmerz bis in die Fingerspitzen hinein, wenn er sich an dieser Stelle des Ellbogens (am Musikantenknochen) gestoßen hat.

Während der Oberarm nur einen Röhrenknochen in seinem Innern birgt, so besitzt der *Unterarm* deren zwei, die Elle und die Speiche (s. Abb. 18). Die Elle entspricht in allen Lagen des Armes der Kleinfingerseite, die Speiche der Daumenseite. Zunächst sind beide Knochen gegen den Oberarm hin in bezug auf Beugung und Streckung des Unterarmes im Ellbogengelenk beweglich (s. Abb. 19). Daneben aber drehen

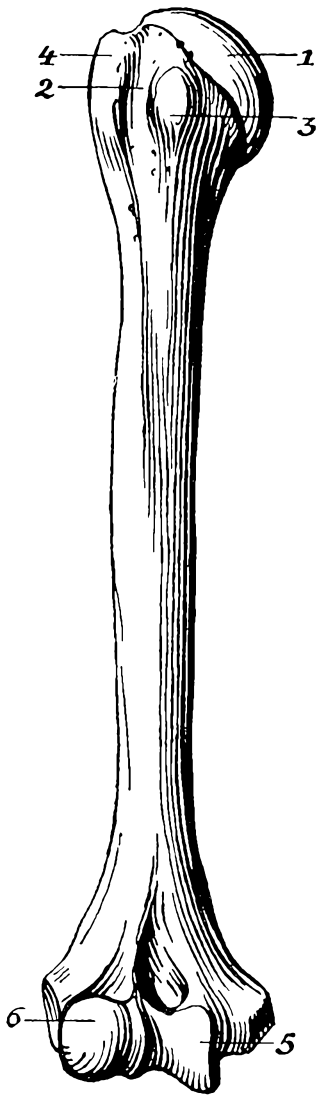


Abb. 17. Rechtes Oberarmbein von vorn.
 1. Kopf, 2. Furche, 3. kleiner Höcker,
 4. großer Höcker, 5. Rolle (Gelenkver-
 bindung mit der Elle), 6. Köpfchen
 (Gelenkverbindung mit der Speiche).

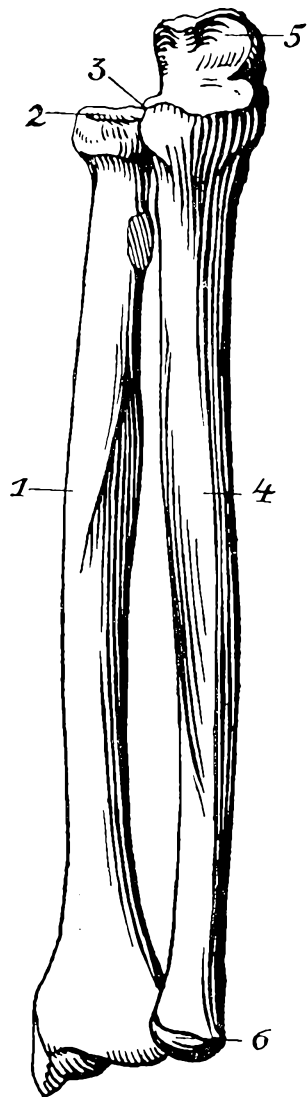


Abb. 18. Rechter Unterarm von vorn.
 1. Speiche, 2. Pfanne (Gelenkverbindung
 mit dem Oberarm), 3. Gelenkfläche (wo
 die Speiche mit der Elle zusammenstößt),
 4. Elle, 5. Hakenfortsatz, 6. Köpfchen.

sich auch Speiche und Elle umeinander, wenn der Unterarm und die Hand nach einwärts oder nach auswärts gedreht wird. Hierbei bleibt die Elle feststehend oder bewegt sich doch nur ganz wenig mit ihrem unteren Ende. Gerade diese verhältnismäßig dünnen Knochen sind dem Zerbrechen leicht ausgesetzt, besonders bei einem Fall auf die Hände können beide Knochen zugleich brechen. Wenn einer allein bricht, so ist es fast immer die Speiche, obwohl sie dicker ist, weil sie den eigentlichen Träger des Unterarms bildet und den größeren Anprall auszuhalten hat.

Nun wollen wir die Knochen der Hand betrachten. Ihr Skelett (siehe Abb. 25) besteht aus der Handwurzel, der Mittelhand und den Fingern. Die Knochen der Handwurzel, die sich zunächst an die Vorderarmknochen anschließen, sind acht kleine, meist viereckige und in zwei Reihen je zu vieren gruppierte Knöchel. Diese kleinen Knochen sind durch kurze und starke Bänder fest und so eng aneinandergedrückt zusammengehalten, daß sie fast ein einziges knöchernes Ganzes zu bilden scheinen, welches aber dennoch durch das Minimum möglicher Verschiebbarkeit der einzelnen Handwurzelknochen Beweglichkeit besitzt. Die Handwurzel erreicht so einen hohen Grad von Stabilität. Brüche ihrer einzelnen Knochen kommen höchst selten vor und dann immer nur an den größeren, niemals an den kleinen Knöcheln, zumal

auch jeder Stoß, der die kleinen trifft, sich auf alle übrigen verteilt und dadurch abgeschwächt wird. Hieran hängen nun weiter die fünf Knochen der Mittelhand, die den breitesten, aber auch den am wenigsten beweglichen Anteil der Hand darstellen. Man zählt sie vom Daumen her gegen

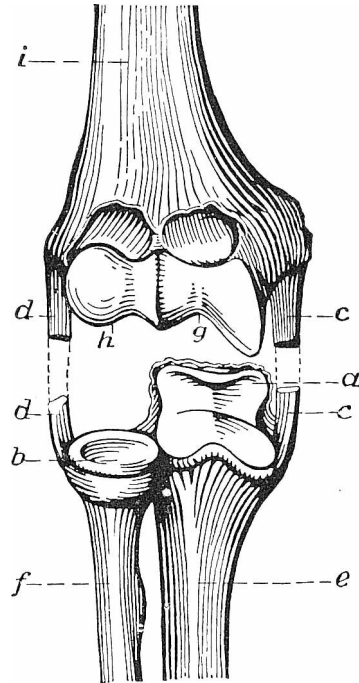


Abb. 19. Ellenbogengelenk.

Die Seitenbänder sind durchschnitten, um das Gelenk in seiner Zusammensetzung zu zeigen. *a* Fortsatz des Ellenbogenhöckers mit dem Ausschnitt der Cavitas sigmoidea, welche genau die Rolle des Oberarmbeines umfaßt, *b* die Gelenkfläche der Speiche, *c* äußeres Seitenband, *d* inneres Seitenband, *e* Elle, *f* Speiche. *g* Rolle des Oberarmbeines, *h* Köpfchen des Oberarmbeines, *i* Oberarmbein.

den kleinen Finger. Der Mittelhandknochen des Daumens unterscheidet sich von den übrigen durch seine mit sattelförmiger Gelenkfläche versehene Basis, durch ein von oben nach unten flachgedrücktes und breites Mittelstück, das aussieht wie ein erstes Glied eines Fingers, und besonders durch seine Kürze. Alles dies entsprechend der besonderen Greiffähigkeit, der nur den höchsten Tieren eigenen Möglichkeit, den Daumen den anderen Fingern gegenüberzustellen. Er liegt darum auch nicht mit den übrigen in einer Ebene, sondern ist unabhängig von ihnen und frei beweglich. Jeder knöcherne Finger besitzt drei Knochen.

Die menschliche Hand ist durch eine ganze Anzahl von *Gelenken* ausgezeichnet, entsprechend der großen Anzahl von einzelnen Knochen und dem hohen Grad von Beweglichkeit, den sie erfordert. Das Handgelenk im engeren Sinne ist das Gelenk zwischen den beiden Unterarmknochen und der ersten Reihe der Handwurzelknochen. Es besteht aus einer Reihe einzelner Knorpelflächen, die in ihrer Gesamtheit eine annähernd elliptische Form bilden. Das Handwurzelgelenk dagegen befindet sich zwischen der ersten und der zweiten Reihe der Handwurzelknochen. Auch dieses Gelenk setzt sich aus mehreren kleinen Gelenkflächen zusammen, von denen jede einzelne je einem Handwurzelknochen entspricht, die zusammen jedoch eine einzige Gelenkhöhle bilden. Auch zwischen der zweiten Reihe der Handwurzelknochen und jeder Basis der Mittelhandknochen sind die kleinen Handwurzel-Mittelhandgelenke gelegen. Weiterhin folgen Gelenke zwischen den Köpfcchen der Mittelhandknochen und der Basis der Grundglieder der Finger. Die Gelenke zwischen den einzelnen Fingergliedern verfügen nur über eine Form der Bewegung. Sie sind die reinsten Scharniergelenke, die der menschliche Körper aufzuweisen hat, und besitzen dementsprechend völlig zylindrische Knorpelflächen. An solchen echten Winkelgelenken kann die Bewegung natürlich nur in einer einzigen Richtung erfolgen, und zwar als Beugung und Streckung der Finger.

Die untere Extremität entspricht in ihrer Gesamtanlage durchaus der oberen. Auch sie setzt sich aus vier beweglich miteinander verbundenen Abteilungen zusammen. Auch sie besteht zunächst aus einem festen tragenden Ringe, dem Becken, an das sich Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß anschließen.

Die beiden Hüftbeine bilden zusammen mit dem unteren Ende der Wirbelsäule, dem sogenannten Kreuzbein und dem Steißbein, einen knöchernen Ring, den man das Becken oder auch den *Beckengürtel*

nennt. Dem Kreuzbein verbinden sich rechts und links die beiden Hüftbeine, die Beckenbeine, die den vorderen und seitlichen Teil des Beckens einnehmen. Diese haben zwar die Form eines sanduhrförmig eingeschnürten Knochens, der sich nach oben zu in das Darmbein, nach vorn zu in das Schoßbein und nach unten zu in das Sitzbein gliedern läßt. Diese drei Teile sind nur beim Kinde deutlich voneinander ab-

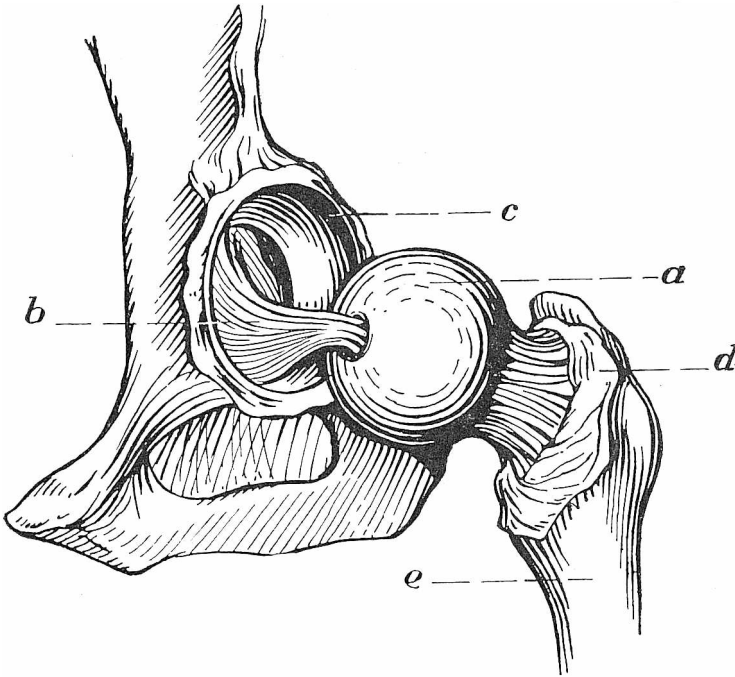


Abb. 20. Das eröffnete Hüftgelenk.

a Kugelkopf des Oberschenkelknochens, b Gelenkband, c Gelenkpfanne, d Gelenkkapsel, e Oberschenkelknochen.

zugrenzen. Beim Erwachsenen gehen sie ohne scharfe Grenze ineinander über. Alle drei, Darmbein, Schoßbein und Sitzbein, stoßen in einer halbkugeligen Aushöhlung, der Hüftgelenkpfanne, miteinander zusammen (siehe Abb. 20). Sie dient zur Aufnahme des Oberschenkelkopfes. In der Schoßfuge (Schambeinfuge) bilden die Schoßbeine einen Winkel, den Schoß- oder Schamwinkel. Am weiblichen Becken rundet sich dieser zum Schambogen aus. Am oberen Ende des Schambeines ragt dicht

neben der Schamfuge schließlich noch ein kleiner Vorsprung, der Schambeinhöcker, hervor.

Dieser knöcherne Beckenring enthält einen oberen weiteren und einen unteren engeren Abschnitt, deren Grenze eine innere Bogenlinie bezeichnet. Der obere Abschnitt ist das große, der untere das kleine Becken. Die innere Bogenlinie und das Vorgebirge der Wirbelsäule begrenzen auf diese Weise eine rundliche Öffnung, die zwischen dem großen und dem kleinen Becken verläuft: den Beckeneingang. Der oberhalb des

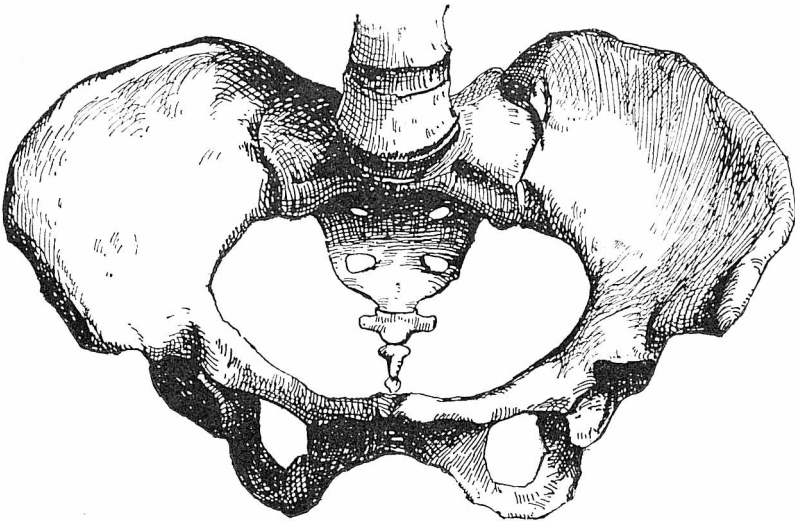


Abb. 21. Weibliches Becken.

Beckeneinganges gelegene große Beckenraum hat seine seitlichen Grenzen in den Darmbeinschaufeln und die hintere in den Lendenwirbeln, ist jedoch nach vorn hin am Skelett, wo die ihn sonst abschließenden Weichteile fehlen, völlig offen. Das kleine Becken indessen bildet einen völlig geschlossenen Knochenring, dessen untere Öffnung der Beckenausgang genannt wird. Ganz besonders sind am Bau des Beckens Geschlechtsunterschiede. Diese Unterschiede betreffen vorzugsweise das kleine Becken, weil hier die Größenverhältnisse für den Ablauf der Geburt von Bedeutung werden. So ist das weibliche Becken weiter und kürzer (siehe Abb. 21), das männliche enger und höher. Der Hindurchtritt des kindlichen Kopfes durch den Beckenring wird

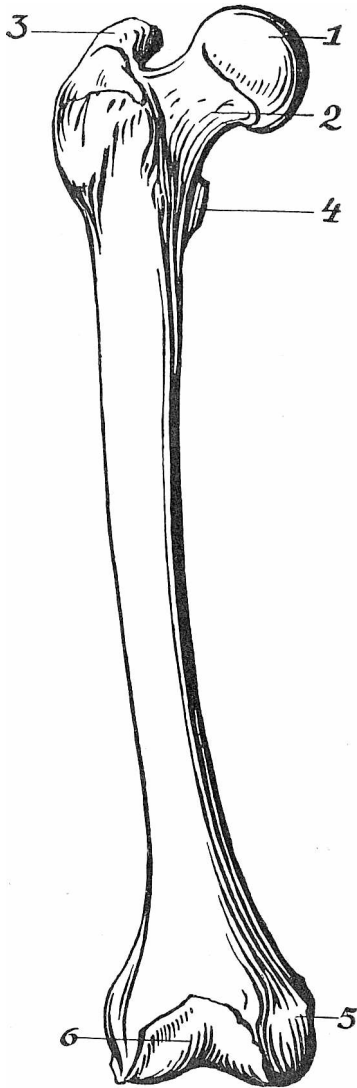


Abb.22. Rechter Oberschenkel von vorn.
 1. Kopf, 2. Hals, 3. großer Rollhügel,
 4. kleiner Rollhügel, 5. unterer Gelenk-
 knorren, 6. Gelenkfläche für Schienbein
 und Kniescheibe.

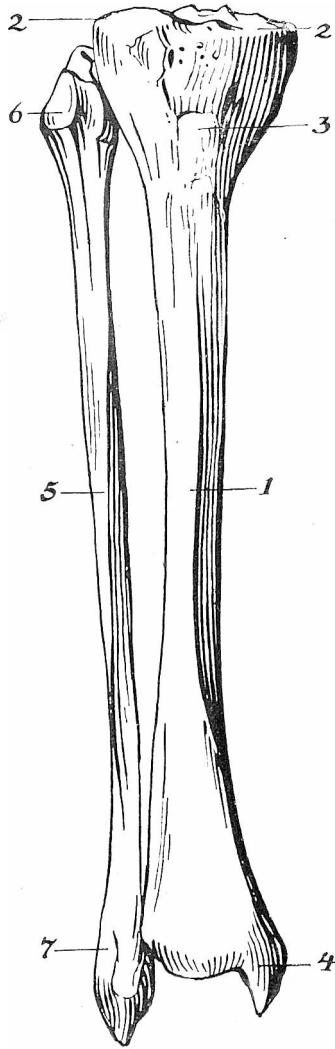


Abb.23. Rechter Unterschenkel von vorn.
 1. Schienbein. 2. Schienbeinknorren,
 3. Schienbeinstachel, 4. innerer Knöchel,
 5. Wadenbein, 6. Köpfchen, 7. äußerer
 Knöchel.

natürlich um so leichter sein, je weiter das Becken ist, und um so schneller geschehen, je kürzer es ist.

Die *Hüftbeine* und das *Kreuzbein* sind durch straffe Gelenke miteinander verbunden. Diese aber gestatten ebenso wie die Schamfuge so gut wie gar keine Beweglichkeit. Das Becken ist demnach ein zwar dreiteiliger, aber doch fest in sich gefügter, einheitlicher, knöcherner Ring. Die Bänder haben für die Beweglichkeit keine Bedeutung. Das Sitzbeinstachelband ist ein starkes und derbes Band zwischen dem Sitzbeinstachel und dem Seitenrande des Kreuzbeins. Nicht weniger derb und stark ist das Sitzbeinknorrenband, das sich von dem Sitzbeinknorren zum Seitenrande des Kreuzbeines hinüberspannt und zur Begrenzung des Beckenausganges beiträgt. Beide bringen am hinteren Rande des Hüftbeines zwei größere Öffnungen zustande, die einer Anzahl von rückwärtigen Hüftmuskeln, Blutgefäßen und Nerven zum Durchtritt dienen. Schließlich ist noch das Leistenband zu erwähnen, ein ziemlich starker Streifen, der zwischen dem vorderen oberen Darmbeinhöcker und dem Schoßbeinhöcker hinüberzieht.

An diesem Beckenring ist der *Oberschenkel* aufgehängt. Dieser enthält nur einen einzigen Knochen, das Oberschenkelbein (s. Abb. 22). Er ist der stärkste und längste von allen Röhrenknochen des Skeletts. Das obere Endstück hat einen mehr als halbkugeligen Ansatz, den Oberschenkelkopf, der sich in die Hüftgelenkpfanne einfügt und wie diese überknorpelt ist. An diesen Gelenkkopf schließt sich als eingeschnürte Partie des Knochens der Oberschenkelhals an, der zu dem Mittelteil einen stumpfen Winkel bildet. Außerdem finden sich oben noch zwei weiter ausgeprägte Hervorragungen, von denen die eine höhere, mehr nach der Seite hin gelegene als größer, die andere, die mehr nach unten, der Mitte zu befindliche als kleiner Rollhügel bezeichnet werden. Beide sind Vorsprünge zum Ansatz für Muskeln. Ebenso ist auch das untere Ende des Oberschenkelbeines vor allem durch zwei sehr starke Anschwellungen ausgezeichnet, die Oberschenkelknorren, welche hinten durch einen ziemlich tiefen Einschnitt, die Kniekehlegrube, voneinander getrennt sind. Auch vorn gibt es zwischen den beiden Oberschenkelknorren eine ähnliche Vertiefung, die Kniescheiben-grube, in welche die Kniescheibe hineingehört. Sie ist ein annähernd dreiseitiges, ziemlich dickes Knochenstück, das direkt in die Sehne eines der stärksten Muskeln, in die des vierköpfigen Unterschenkelstreckers hineingelagert ist und infolgedessen bei jeder Beugung oder Streckung

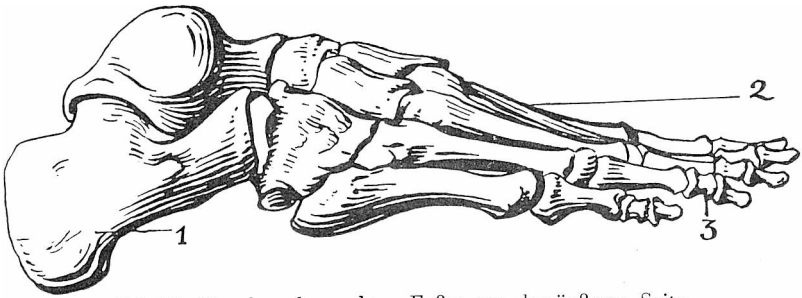


Abb. 24. Knochen des rechten Fußes von der äußeren Seite.
1. Fußwurzelknochen, 2. Mittelfußknochen, 3. Zehenglieder.

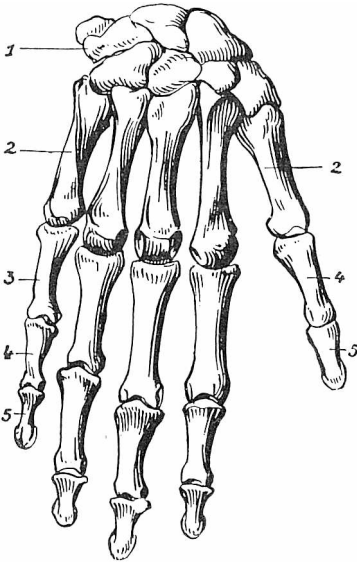


Abb. 25. Skelett der rechten Hand von der Handrückenseite.

1. Handwurzelknochen.
2. Mittelhandknochen.
3. Erste Glieder.
4. Zweite Glieder.
5. Dritte Glieder mit Rauigkeit für den Nagelansatz.

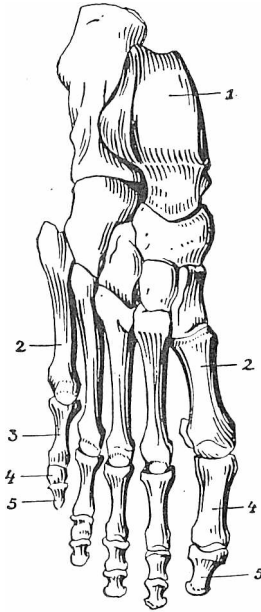


Abb. 26. Skelett des rechten Fußes von der Fußrückenseite.

1. Fußwurzelknochen.
2. Mittelfußknochen.
3. Erste Glieder.
4. Zweite Glieder.
5. Dritte Glieder mit Rauigkeit für den Nagelansatz.

des Beines auf dem unteren Ende des Oberschenkelbeines hin- und hergleitet.

Das *Hüftgelenk* stellt im Verein mit dem Kniegelenk das stärkste und festeste Gelenk des menschlichen Körpers dar. Die Aufgabe der unteren Extremität, als Stütze des Körpers beim aufrechten Gange zu dienen, verlangt eine solche Festigkeit, gleichzeitig auch eine gewisse Beschränkung der Beweglichkeit.

Am *Unterschenkel* finden wir als knöchernes Gerüst, wie am Unterarm, zwei Knochen, die Schienbein und Wadenbein heißen (siehe Abb. 23). Während die beiden Unterarmknochen gegeneinander beweglich sind, ist die Verbindung zwischen Schienbein und Wadenbein eine nahezu unbewegliche. Auch hier ist das nach innen gelegene Schienbein der bedeutend stärkere Knochen, das schlanke Wadenbein liegt an der äußeren Seite des Unterschenkels. Diese beiden Knochen sind mit dem Oberschenkelbeine im *Kniegelenk* verbunden (siehe Abb. 27 und 28). Zu diesen Knochen nun tritt noch die Kniescheibe, die ja, wie soeben erwähnt, vor dem Knie liegt und derart in die vordere Wand der Kniegelenkkapsel eingelagert ist, daß ihre hintere überknorpelte Fläche direkt in die Gelenkhöhle hineinsieht. Das obere Ende des Wadenbeines nimmt an der Bildung des Kniegelenkes keinen Anteil. Es ist vielmehr mit einem seitlichen Knorren des Schienbeins durch ein eigenes kleines Gelenk verbunden. Natürlich versteht es sich von selbst, daß die Kniegelenkkapsel ausnehmend derb und fest gestaltet ist. Auch sonst ist das Kniegelenk durch eine Anzahl von Verstärkungsbändern ausgezeichnet, die mit Ausnahme der sogenannten Kreuzbänder sämtlich in die Kniegelenkkapsel eingewebt sind.

Nun harren nur noch die Knochen des *Fußes* der Beschreibung (siehe Abb. 24 und 26). Auch sie sind ähnlich wie die der Hand gebildet. Sie setzen sich aus einer ganzen Anzahl von Fußwurzelknochen zusammen, aus Mittelfußknochen und den Knochen der Zehenglieder. Während zur Handwurzel acht Knochen zusammentreten, besitzt die Fußwurzel nur deren sieben, die man, da sie größere Bedeutung haben als die Knöchel der Handwurzel, einzeln kennen muß. Es sind das Sprungbein, Fersenbein, Kahnbein oder Schiffbein, zu denen sich dann noch drei Keilbeine und schließlich das Würfelbein gesellen. Diese sieben Knochen sind nicht wie bei der Hand in zwei Reihen hintereinander geordnet, sondern nur die vier vordersten, das Würfelbein und die drei Keilbeine liegen nebeneinander. Die fünf Mittelfußknochen aber verhalten sich

ähnlich wie die ihnen entsprechenden Mittelhandknochen; auch an ihnen gibt es ein hinteres Ende, ein Mittelstück und ein vorderes Ende, das Köpfchen. Nur daß die Mittelfußknochen gegenüber denen der Mittelhand eine größere Länge haben. Die Zehenglieder sind allerdings ein erhebliches kürzer als die Fingerglieder, wie der äußere Anblick des Fußes zeigt. Die große Zehe hat zwei, die übrigen haben drei Glieder.

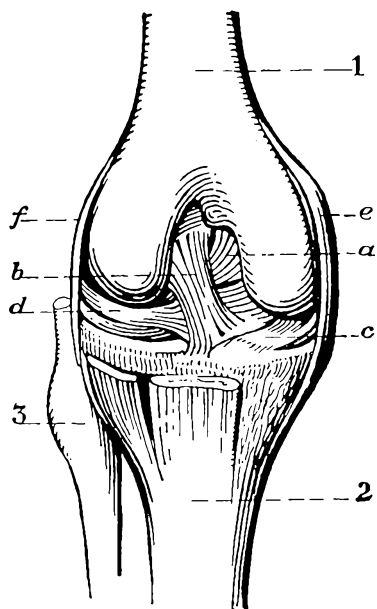


Abb. 27. Das Kniegelenk von vorn.

1. Oberschenkelbein, 2. Schienbein, 3. Wadenbein, *a* hinteres Kreuzband, *b* vorderes Kreuzband, *c* innere Gelenkfläche, *d* äußere Gelenkfläche, *e* mediales Seitenband, *f* laterales Seitenband.

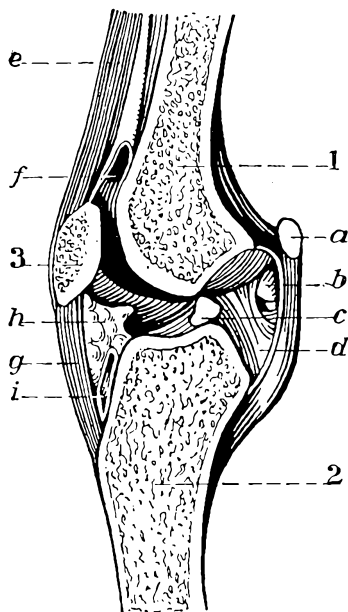


Abb. 28. Durchschnitt durch das Kniegelenk.

1. Oberschenkelbein, 2. Schienbein, 3. Kniescheibe, *a* hinteres Band, *b* höckerige Fläche des inneren Kniegelenks, *c* vorderes Kreuzband, *d* hinteres Kreuzband, *e* Oberschenkelstrecker, *f* Synovialkapsel, *g* Kniescheibenband, *h* Fettgewebe, *i* Synovialkapsel.

Auch an Gelenken gibt es am Fuß eine beträchtliche Anzahl. Das wichtigste ist das Sprunggelenk. Es befindet sich zwischen den unteren Enden der beiden Unterschenkelknochen und dem Sprungbein. Seiner Verrichtung nach läßt es sich als ein Scharniergelenk ansehen, da in ihm fast ausschließlich das Heben und Senken der Fußspitze vor sich geht.

Seine Kapsel ist beiderseits durch ziemlich derbe Hilfsbänder verstärkt, von denen das nach außen gelegene recht häufig überdehnt wird oder auch einreißen kann, wenn der Fuß umknickt. Das zweite Gelenk, das Fersensprungbeingelenk, ist unterhalb des Sprungbeines gelegen, und zwar zwischen diesem und dem Fersenbein. Weiter liegt zwischen dem Kahnbein und den drei Keilbeinen ein kleines Gelenk mit ebenen Knorpelflächen, das vordere Kahnbeingelenk, und zwischen den vier vordersten Fußwurzelknochen und der Basis der Mittelfußknochen ein mehrfächriges Gelenk mit ganz ebenen Knorpelflächen. Zwischen den Köpfen der Mittelfußknochen und der Basis der ersten Zehenglieder sind kleine Kugelgelenke, in denen ganz ähnlich wie an der Hand die Beugung und Streckung der Zehen und, wenn diese gestreckt sind, auch eine geringere Seitwärtsbewegung vor sich geht. Zwischen den einzelnen Zehengliedern sind, ebenso wie bei der Hand, kleine Scharniergelenke für die Beugung und Streckung der beiden letzten Zehenglieder eingefügt. Zwischen den benachbarten Fußwurzelknochen und zusammenliegenden Mittelfußknochen gibt es noch eine beträchtliche Zahl Verstärkungsbänder, die das Ganze zu einem elastischen Gewölbe gestalten.

Das Skelett steht als ein Meistergebilde der höchsten Zweckmäßigkeit im Mittelpunkt aller anatomischen Betrachtung, jedes andere Gewebe, jedes Organ des Körpers erhält seine Lage, seine Bewegungsfreiheit, seinen Schutz nur von ihm. Seine Kenntnis bildet die Grundlage alles anatomischen, alles medizinischen, alles ärztlichen Wissens.

ZWEITES KAPITEL

Die Bewegung

Die lebende *Muskulatur* ist mit der wundersamen Fähigkeit ausgestattet, sich zusammenzuziehen, Bewegung hervorzurufen und Kraft zu entfalten. Von der Gesamtmasse des Körpers sind fast fünfundvierzig Prozent, also fast die Hälfte, Muskelsubstanz. Dabei ist die Muskulatur der rechten Körperhälfte deutlich schwerer als die der linken. Auf Geheiß des Willens oder durch die Einwirkung äußerer Reize ziehen die quergestreiften Muskeln sich zusammen und werden kürzer. Dadurch verkleinern sie jedesmal den Abstand der beiden beweglichen Punkte, zwischen denen sie ausgespannt sind. Diese Eigenschaft, sich zusammenzuziehen, nennt man Kontraktilität. Die unwillkürlichen Muskeln

sind an andere Organe gebunden oder in sie eingewebt und stehen an Stärke wie an Masse den willkürlichen bei weitem nach. Nur im Herzfleisch und in der Gebärmutter finden sie sich in größerer Anhäufung.

Die Anfänge und Enden der quergestreiften Muskeln bestehen fast immer aus Sehnen. Das abgerundete oder spitze oder ausgezackte Ende der Muskelfaser ist trichterförmig von den Sehnenfasern eingehüllt und durch dieselbe Kittsubstanz, welche die Muskelfasern unter sich zusammenhält, fest mit ihnen verbunden. Die aus glatten Muskelfasern zusammengesetzten Muskeln besitzen keine Sehnen. Sie bedingen niemals Ortsveränderungen im Körper, sondern nur Verengerungen oder Verkürzungen der Organe, in denen sie vorkommen. Sie verlaufen meist in Doppelschichten, die sich kreuzen, liegen als Längsschichten und Kreisfaserschichten übereinander und hängen an keiner Stelle mit dem Skelett zusammen.

Alle *quergestreiften* oder *willkürlichen Muskeln* sind auf ihrer gesamten Oberfläche von einer bindegewebigen Hülle überzogen. Von dieser Hülle dringen Gefäße und Nerven tragende Scheidewände in das Innere der Muskeln ein. Sie zerlegen den Muskel in feinere und gröbere Faserbündel. Jedes wird von einem reichen Maschenwerk von Haargefäßen, in deren Nähe auch Lymphgefäße vorkommen, umspinnen. Zu jeder einzelnen Faser tritt eine Nervenfasern. Die Oberfläche der Muskelfaser ist von äußerst zarter, kaum noch als fibrillär zu erkennender Binde substanz bedeckt. Die einzelnen Muskelfasern sind nur geringe Bruchteile eines Millimeters breit und erreichen auch nur eine beschränkte Länge, beim Menschen sechs bis zehn Zentimeter. Innerhalb kurzer Muskeln reichen sie für die ganze Länge aus, in längeren verjüngt sich jede Faser bis zu einer Spitze und ist durch eine glashelle Kittsubstanz schräg an der ebenfalls spitz beginnenden nächstfolgenden Faser angeheftet. Ebenso glashell ist auch die strukturlose Hülle, von der jede einzelne Muskelfaser umschlossen ist, während der Inhalt, die Muskelfaser selbst, aus zahlreichen feinen und kontraktiven Fäden, den Muskelfibrillen, gebildet wird, die zu Fibrillenbündeln zusammengeordnet sind. Eine feinkörnige Zwischensubstanz füllt den Raum zwischen den Fibrillen. Die quergestreifte Muskelfaser zeigt infolge ihrer fibrillären Natur zunächst eine Längsstreifung, außerdem aber die charakteristische, aus wechselnd hellen und dunklen Schichten gebildete Querstreifung, die dadurch zustande kommt, daß jede Fibrille eine aus zahlreichen hintereinander gelagerten Muskelementen aufgebaute Säule

darstellt, und daß wieder ein jedes derartige Element sich aus einer dunkleren Mittelschicht und zwei an den beiden Seiten der Mittelschicht gelegenen hellen Schichten zusammensetzt. Die Mittelschicht ist die stärker lichtbrechende, eigentliche kontraktile Substanz. Um sich zu bewegen, muß die Muskulatur einen Anreiz vom Nervensystem erhalten. Der Nerv tritt bei langen Muskeln gewöhnlich in deren Mitte ein. Um jede Muskelfaser zu erreichen, müssen sich die Nervenfasern im Muskel mehrfach teilen. Bei dem Übertritt der markhaltigen Nervenfasern in die Muskelfaser verschmilzt die Scheide des Nerven direkt mit der Muskelscheide. Der Nerv endet in einer abgeplatteten Verästelung, der Nervenendplatte. Die sensiblen Nerven im Muskel vermitteln das Muskelgefühl. Doch ist die Empfindlichkeit der Muskulatur eine geringe.

Die *glatten* oder *unwillkürlichen Muskeln* bestehen aus einzelligen, spindelförmigen, abgeplatteten Fasern, die an einem oder auch an beiden Enden gabelig geteilt und mikroskopisch klein sind. In der Mitte enthalten sie einen stäbchenförmigen, mit etwas eiweißhaltigem Protoplasma umlagerten Kern von reichem Kerngerüst. Eine Hülle ist nicht vorhanden. Diese unwillkürliche Muskulatur ist reich mit motorischen Nerven versehen. Sie bilden aus markhaltigen und marklosen Fasern ein auch mit Ganglienzellen ausgestattetes Geflecht, das in dem Bindegewebe der Umhüllung liegt. Aus diesem treten feinste Fibrillen zu jeder Faser, an deren Rande sie entlang laufen.

Der aus den quergestreiften Muskeln der Säugetiere gewonnene Muskelsaft enthält zwei typische, gerinnende Eiweißkörper. Der nahrhafte Hauptbestandteil des tierischen Muskelfleisches ist ein Faserstoff. Er läßt sich durch Kochen nicht aus dem Fleische ausziehen, weil er im Wasser unlöslich ist. Die Suppen nähren daher wenig, obwohl alle Welt das Gegenteil meint. Beim Kochen des Fleisches lösen sich nur Extraktivstoffe im Wasser auf, die der Brühe ihren besonderen Geschmack verleihen. Der Wassergehalt der Muskeln ist sehr reich. Er beträgt drei volle Viertel des Gesamtgewichts und ist, zumal noch die Blutmenge hinzukommt, die Ursache für das leichte Faulen an der Luft, wobei sich schnell Schimmelwucherungen auf den Oberflächen ansiedeln. Trocknen, Räuchern, Einsalzen, Pökeln sind deshalb von alters her die besten Mittel, um Fleisch durch lange Zeit hindurch vor Verderbnis zu schützen.

Die Muskeln sind sehr gefäßreich und führen viel Blut. Die tiefrote Farbe des Fleisches wird zum allergrößten Teil hierdurch bedingt. Die

Arterien treten gewöhnlich gleichzeitig von mehreren Stellen aus in sie ein und dringen zwischen den Muskelbündeln schräg bis zu einer gewissen Tiefe vor, wo sie dann aufsteigende und absteigende Äste absenden, die der Längenrichtung der Muskelbündel folgen und sich in ihnen in kapillare Zweige auflösen. Doch umstricken sie die Muskelfasern nur mit gegitterten Netzen, ohne in ihr Inneres selbst hineinzugehen. So geht auch die Ernährung, der Stoffwechsel, im lebenden und arbeitenden Muskelfleische lebhaft vonstatten. Schon in der Ruhe entnimmt der Muskel fortwährend dem ihn durchströmenden Haargefäßblute Sauerstoff, gibt dafür Kohlensäure ab: das aus dem Muskel abfließende venöse Blut ist sauerstoffärmer geworden und dafür kohlenstoffreicher als das arterielle.

Beim tierischen Fleischfresser, der sein gesamtes Nahrungsbedürfnis mit Fleisch befriedigen kann, liefert das Eiweiß die Muskelkraft. Beim Pflanzenfresser hingegen, der einen großen Teil seines Nahrungsbedürfnisses andauernd mit stickstofffreien Stoffen befriedigt, treten die Fette und Kohlehydrate in den Vordergrund. Solange diese dem Körper in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen, wird auch die Muskelkraft aus ihnen bestritten.

Ein jeder Muskel besitzt die Eigenschaft der *Erregbarkeit*. Er verfügt über die Fähigkeit, auf jeden Reiz, der ihn trifft, durch Verkürzung zu antworten. Dabei können diese Reize auf den Muskel selbst einwirken, ihn direkt reizen, oder erst den zugehörigen Nerv treffen und durch diesen dem Muskel zugeleitet werden, so daß er indirekt gereizt wird. Durch jeden Reiz wird er in Erregung, in Tätigkeit versetzt. Seine chemischen Spannkraften werden in Arbeit und in Wärme umgewandelt. Die Reize selbst wirken dabei nur als auslösende Kräfte. Der gleiche Reiz wirkt bei weitem stärker erregend, wenn er vom Nerv ausgeht, als bei direkter Reizung des Muskels. Dessen maximale Erregung tritt dann schon bei einer Reizstärke ein, durch die der Muskel selbst überhaupt noch nicht erregt wird, aber die Nerven sind nicht die Ursache für die Zusammenziehungsfähigkeit. Das Herz des Hühnerembryos pulsiert schon zu einer Zeit, wo noch keine Spur von Nerven in ihm zu entdecken ist. Die Reizbarkeit des Muskels ist der Substanz seiner Faser eigen und wohnt ihr von Hause aus inne. Während der *Muskelkontraktion* verkürzt sich der Muskel unter gleichzeitiger Zunahme seiner Dicke.

Die Muskeln sind die vollkommensten Kraftmaschinen, die wir kennen. Sie haben vor allen anderen Arbeitsmaschinen den Vorzug, daß sie durch

häufig wiederholte *Arbeitsleistung*, durch Übung, stärker und ausdauernder werden. Doch setzt eine kurze Unterbrechung der Übung die Leistungsfähigkeit erheblich herab. Trotzdem muß für jede Arbeitsleistung im Körper doch das Dreifache bis Vierfache chemischer Energie verbraucht werden. Nun kommt für die Beurteilung der Arbeitsleistung nicht nur in Betracht, eine wie große Arbeit in einem gegebenen Augenblicke geleistet werden kann, sondern auch, wie oft diese Arbeitsleistung produziert wird. Als Wert der täglichen Arbeit eines Mannes bei achtstündiger Tätigkeit werden sieben bis zehn, höchstens bis elf Kilogramm-meter in einer Sekunde gerechnet. Als Tagesarbeit eines durchschnittlich kräftigen Arbeiters nimmt man zweihunderttausend Kilogramm-meter an. Das entspricht vierhundsiebzig Kalorien. Legt man als Energieumsatz in der Ruhe zweitausendvierhundert Kalorien und einen Nutzeffekt von zwanzig Prozent zugrunde, so würde der Gesamtenergieumsatz bei einer solchen Arbeitsleistung rund nahe an fünftausend Kalorien betragen. Doch sind schon maximale Arbeitsleistungen beobachtet worden bis zu vierhunderttausend Kilogramm-meter pro Tag. Bei einem Dauermarsch wurden z. B. in siebenundzwanzig Stunden mehr als zweihundert Kilometer zurückgelegt. Das bedeutet einen gesamten Energieumsatz von elftausend Kalorien für vierundzwanzig Stunden. Die Sekundenarbeit eines Pferdes wird zu fünfundsiebzig Kilogramm-meter angenommen. Das ist eine Pferdekraft. Mit dem geringsten Einsatz von Kraft kann eine Arbeit nur von dem geleistet werden, der für sie höchst geeignet ist. Die Leistungsfähigkeit der Atmungsorgane, des Herzens und der Blutgefäße, die Kohlensäureempfindlichkeit des Atemzentrums, die Sauerstoffaufnahmefähigkeit und andere Eigenschaften des Blutes geben entscheidende Fingerzeige dafür ab, ob jemand für eine bestimmte Arbeit taugt oder nicht. Wer leicht den Atem verliert, soll etwas anderes tun, als mit schweren Lasten umgehen. Bei wem das Blut sich ungewöhnlich schnell in den unteren Gliedmaßen sackt, so daß die an anderen Körperstellen eintretende Blutleere Ermüdung und Ohnmachtsneigung hervorruft, darf nicht tagsüber im Stehen arbeiten. Das Problem der richtigen Arbeitsleistung liegt in unserer Wirtschaft zwar erst in den Anfängen, trotzdem aber ist hier manche grundlegende Erkenntnis bereits gewonnen. So muß immer die zu einer Arbeit herangezogene Muskelmasse im richtigen Verhältnis zur äußeren Arbeit stehen.

Wird die anhaltende Tätigkeit eines Muskels über einen allzulangen Zeitraum fortgeführt, so wird er in einen Zustand geringerer Leistungs-

fähigkeit versetzt, der als *Ermüdung* bezeichnet wird. Es entsteht zugleich auch eine eigentümliche Gefühlswahrnehmung, die in den Muskeln selbst lokalisiert ist. Im unversehrten Körper ist der ermüdete Muskel der Erholung fähig, in einem geringen Grade auch der ausgeschnittene, überlebende. Die Ursache der Ermüdung ist eine doppelte, einmal die Ansammlung von Umsatzprodukten, von Ermüdungsstoffen im Muskelgewebe, die sich bei der Muskeltätigkeit bilden, z. B. Milchsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und andere. Sodann ist der Verbrauch von Sauerstoff und Brennmaterial im Muskel wirksam. Die Ermüdung tritt daher um so schneller ein, je geringer die Sauerstoffzufuhr zum Muskel ist. Bei Gegenwart von Sauerstoff verschwindet die Milchsäure, die sich bei Sauerstoffmangel im Muskel bildet. Durchleitung von arteriellem Blute hebt die Ermüdung auf. Eine Arbeit, die ein schon ermüdeter Muskel ausführen muß, wirkt auf ihn bei weitem erschöpfender als eine größere Arbeitsleistung im ausgeruhten Zustande. Da auf die Zusammenziehung des Muskels seine Wiedererschaffung jedesmal als Zustand der Ruhe und der Erholung folgt, so vermag er bei wechselnder Anspannung und Erschlaffung viel längere Zeit tätig zu sein, ohne zu ermüden, als wenn er in beständiger Zusammenziehung verharren muß.

Die quergestreiften Muskeln haben bestimmten *Ursprung* und *Ansatz*. Die glatten Muskeln sind ohne feste Ansatzpunkte. Es sind meist Hohlmuskeln, die kugelige oder eiförmige oder auch unregelmäßige Hohlräume umschließen, wie Harnblase, Samenblase, Gallenblase, Gebärmutter, Herz. Oder sie stellen zylindrische Kanäle dar, wie im Darmkanal, den muskulösen Drüsengängen, den Harnleitern, Eileitern, Blutgefäßen, Lymphgefäßen. Ihre Muskelfasern sind häufig in mehrfachen Lagen angeordnet, in längslaufenden und in kreisförmigen, oft auch in schrägen Zügen. Bei der Tätigkeit wirken immer alle Schichten gleichzeitig durch ihre Kontraktion dahin, eine Verkleinerung des gesamten Innenraumes herbeizuführen. Weiter bilden die Muskeln dieser Gruppe auch die Schließmuskeln. Sie umgeben dann eine Öffnung oder einen kurzen Kanal, die sie durch ihre Kontraktion verengern oder fest verschließen, wie in der Pupille, an der Pforte des Magens und Darms, an den Geschlechtsorganen und der Harnröhre.

Die große Masse der quergestreiften Muskeln mit bestimmtem Ursprung und Ansatz zeigt mancherlei Verschiedenheiten. Ist bei ihnen der Ursprung unbeweglich, so kann der Verlauf der Muskelfasern bis

zum Ansatz es möglich machen, daß bei der Kontraktion sich dieser in gerader Linie dem Ursprung nähert. Bei einigen Muskeln verliert er sich in ein Weichgebilde, das alsdann dem Zuge folgt, wie im Gaumen und bei den meisten der von Knochen entspringenden und in der Haut sich ansetzenden Gesichtsmuskeln. Bei anderen Muskeln sind beide Ausgangspunkte, Ursprung wie Ansatz gleichermaßen beweglich. In diesem Falle müssen sich die Bewegungen der beiden Punkte umgekehrt wie die Widerstände, die dabei zu überwinden sind, verhalten. Die Muskeln der Extremitäten üben die Wirkung eines einarmigen Hebels aus, wenn der Ansatz des Muskels und der Belastungspunkt auf derselben Seite des Drehpunktes liegen, wie das z. B. an dem bekannten Oberarmbeuger der Fall ist. Der Angriffspunkt des Muskels liegt hierbei oft dem Drehpunkte sehr nahe. Dadurch wird bei der Kontraktion die Schnelligkeit der Bewegung am Ende des Hebelarmes vergrößert. Die Hand kann beim Werfen eine Geschwindigkeit von weit mehr als zwanzig Meter in der Sekunde erreichen. An Kraft wird hierdurch natürlich eingebüßt. Die Wadenmuskeln z. B. wirken auf die Knochen wie auf zweiarmige Hebel, bei denen der Angriffspunkt der Kraft, hier der Muskelansatz, auf der anderen Seite des Drehpunktes liegt als der Angriffspunkt der Last. Des weiteren kommen auch mehrgelenkige Muskeln vor, das sind diejenigen, die ihren Verlauf vom Ursprung bis zum Ansatz über mehrere Gelenke hinwegnehmen. Die Richtung ihrer Sehnen kann in gewissen Stellungen einen von der Geraden abweichenden Verlauf nehmen. Die Bewegungen, die sie ausführen, gestalten sich oft recht kompliziert, da der Muskelzug, indem er auf die Ansatzpunkte wirkt, gleichzeitig auch den mittleren Knochen mit bewegt. Oft wirken ganze Muskelgruppen zur Erreichung eines bestimmten Zweckes zusammen. Man nennt solche Muskeln, die gemeinsam einem gewissen Bewegungsmodus dienen, Synergeten (Synergismus = Zusammenwirken von Organen), so die Wadenmuskeln, als Beuger des Unterschenkels, oder die Bauchmuskulatur, die im Verein mit dem Zwerchfell den Bauchraum bei der Bauchpresse verengert, oder die Einatmungsmuskeln in ihrer Gesamtheit. Antagonisten (Antagonismus = Gegensatz) dagegen heißen solche Muskeln, die bei ihrer Tätigkeit entgegengesetzt wirken. Solche Antagonisten sind Beuger und Strecker, Anzieher und Abspreizer, die Muskeln der Einatmung und die der Ausatmung. Wenn es sich um größte Kraftleistung handelt, wird der Muskel unwillkürlich zuvor in den Zustand möglicher Dehnung gebracht. Bei zarten Bewegungen, die möglichst

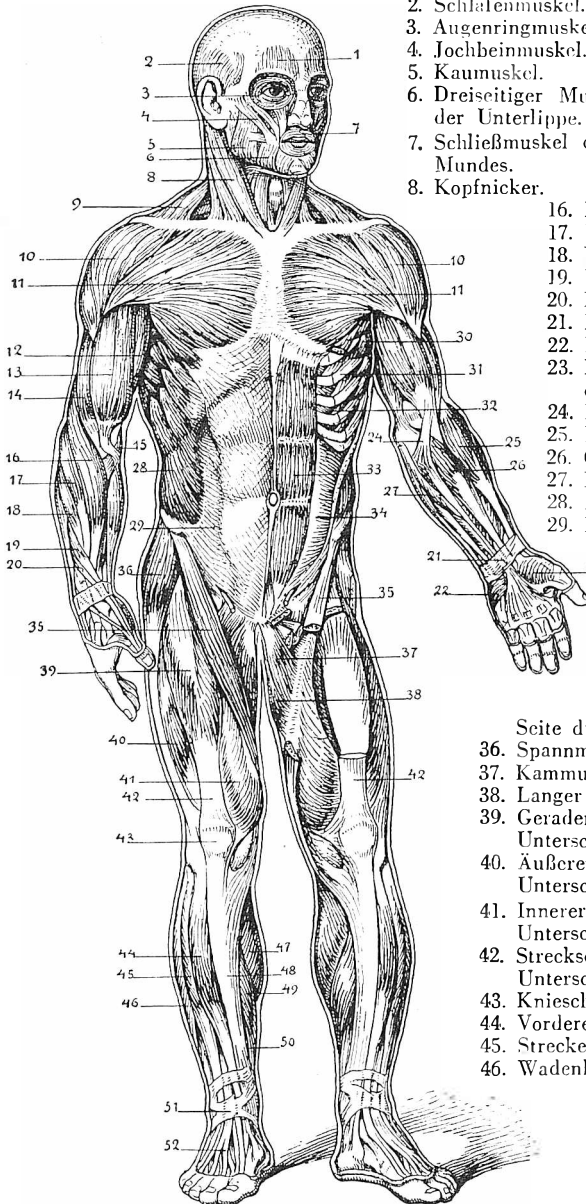
kraftlos auszuführen sind, wird immer eine Stellung gewählt, in welcher der Muskel sich bereits in Verkürzung befindet.

Einen Überblick über die gesamte Muskulatur des Menschen, von vorn und von hinten gesehen, bieten die Abbildungen 29 und 30.¹⁾

Fast alle Körpermuskeln sind paarig vorhanden und symmetrisch gelegen. Unter den eigentlichen *Muskeln des Kopfes* sind solche, die nur mit ihrem einen Ende an einem Kopfknochen haften, mit dem anderen sich in Weichteile oder in die Haut hinein verlieren. Sie sind sämtlich zart und dünn, da ja die Gebilde, die sie zu bewegen haben, sehr leicht zu bewegen sind. Dann wieder sind Muskeln da, welche am Kopfknochen entspringen und auch an ihm endigen. Da es am Kopfe aber nur einen einzigen beweglichen Knochen, den Unterkiefer, gibt, so müssen sie sich alle an diesem ansetzen. Die anderen bewegen entweder die behaarte Kopfhaut oder bewirken eine Erweiterung oder Verengerung der im Gesicht befindlichen Öffnungen und sind so bedeutsam für die Mechanik des Mienenspiels.

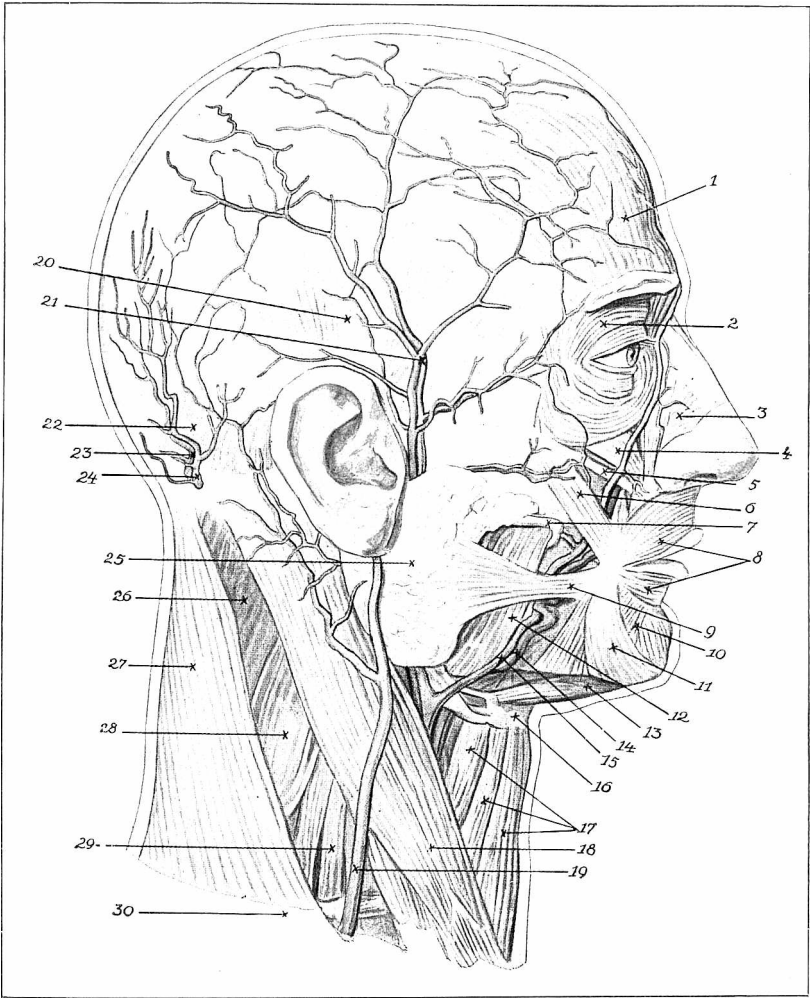
Die *Muskeln um die Öffnungen des Gesichts* bilden ebenso viele Gruppen, als Öffnungen im Gesicht vorkommen. Vom inneren Winkel der Augenlidspalte geht ein kurzes, aber breites Bändchen zum Stirnfortsatz des Oberkiefers. Man kann es am eigenen Kopfe sehen, wenn man die Augenlidspalte durch Zug an ihrem äußeren Winkel gegen die Schläfe hindrängt. Von diesem Bändchen und vom Stirnfortsatz des Oberkiefers selbst entspringt der Schließmuskel der Augenlider, welcher im Kreise um den Umfang der Augenhöhle herumgeht. Neben ihm zieht der schmale Augenbrauenrunzler die obere Augenbraue gegen die Nasenwurzel hin und zugleich auch etwas herab. Für die Mimik bedeutsam sind: der Aufheber des Nasenflügels und der Oberlippe, der Zusammendrücker der Nase, der Niederzieher der Nase. Bei keinem Tiere, selbst nicht bei dem menschenähnlichen Affen, besitzt die Mundspalte so mannigfaltige Muskulatur wie beim Menschen. Dies macht den Mund zu einem so wichtigen und „sprechenden“ Faktor des mimischen Spiels. Das Spiel der Lippen richtet sich bei Tieren auf das Ergreifen des Futters. Die größte Anzahl der Muskeln am menschlichen Munde liegt in der Richtung der verlängerten Radien der Mundöffnung. Nur einer, der verengt und schließt, geht im Kreise herum; die anderen sind sämtlich Erweiterer des Mundes. Geht man von der Nasenseite zum Kinn

¹⁾ Vergleiche auch das anatomische Modell der Frau, das dem Werke beigefügt ist.



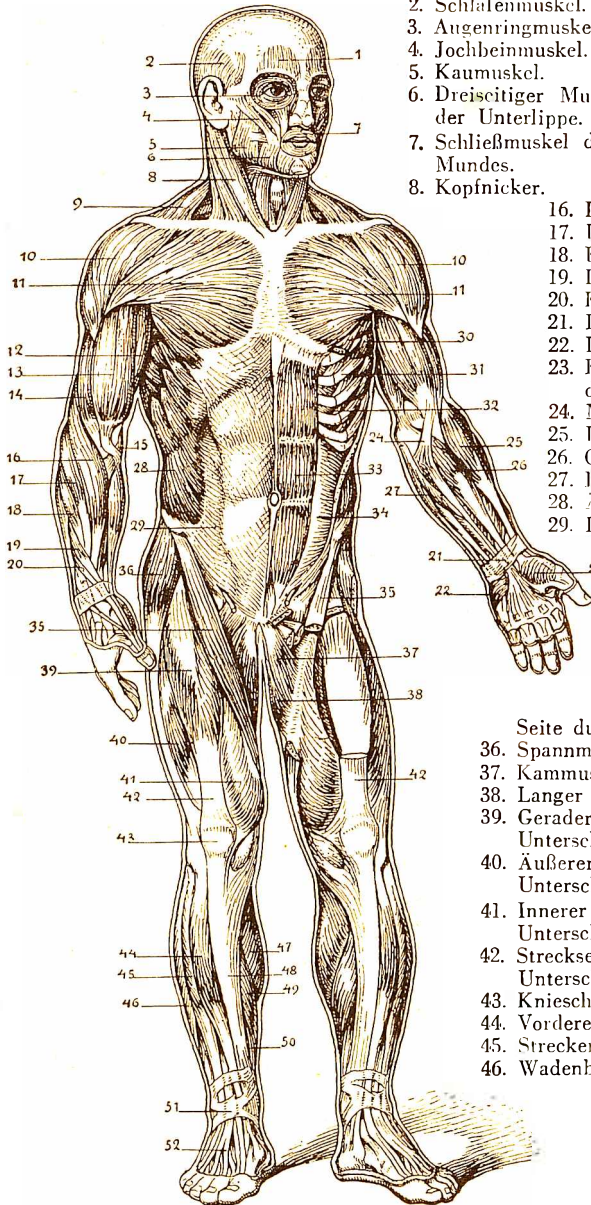
1. Stirnmuskel.
2. Schläfenmuskel.
3. Augenringmuskel.
4. Jochbeinmuskel.
5. Kaumuskel.
6. Dreiseitiger Muskel der Unterlippe.
7. Schließmuskel des Mundes.
8. Kopfnicker.
9. Kapuzinermuskel.
10. Deltamuskel.
11. Großer Brustmuskel.
12. Trizeps (dreiköpfiger Armmuskel).
13. Bizeps (zweiköpfiger Armmuskel).
14. Innerer Armmuskel.
15. Runder Vorwärtswender.
16. Langer Rückwärtswender.
17. Langer Speichenstrecker.
18. Kurzer Speichenstrecker.
19. Langer Abzieher des Daumens.
20. Kurzer Abzieher des Daumens.
21. Handwurzelband.
22. Hauthandmuskel.
23. Kurzer Abzieher und Beuger des Daumens.
24. Muskelband.
25. Innerer Speichenmuskel.
26. Oberflächlicher Fingerbeuger.
27. Innerer Ellbogenmuskel.
28. Äußerer schiefer Bauchmuskel.
29. Innerer schiefer Bauchmuskel, äußere Ansicht.
30. Sägemuskel.
31. Rippen.
32. Zwischenrippenmuskel.
33. Gerader Bauchmuskel.
34. Innerer schiefer Bauchmuskel, innere Ansicht.
35. Schneidermuskel, linke Seite durchschnitten.
36. Spannmuskel der Schenkelbinde.
37. Kammuskel.
38. Langer Anzieher des Schenkels.
39. Gerader Kopf des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
40. Äußerer Kopf des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
41. Innerer Kopf des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
42. Strecksehne des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
43. Kniescheibe.
44. Vorderer Schienbeinmuskel.
45. Streckter der Zehen.
46. Wadenbeinmuskel.
47. Zweiköpfiger Wadenmuskel.
48. Schienbein.
49. Schollenmuskel.
50. Gemeinsamer Zehenbeuger.
51. Fußwurzelband.
52. Streckmuskelsehnen.

Abb. 29.
Die Muskeln des menschlichen Körpers, Vorderansicht.



Muskeln und Gefäße des Kopfes.

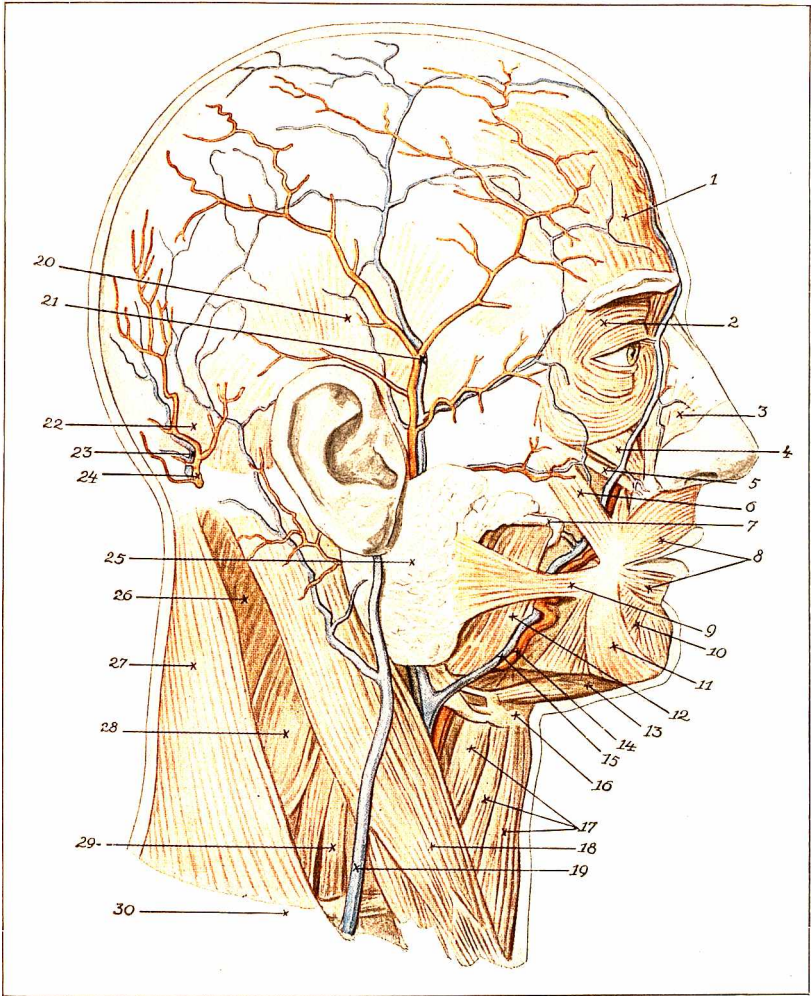
1. Stirnmuskel. 2. Kreismuskel des Auges. 3. Nasenmuskel. 4. Heber der Oberlippe. 5. Kleiner Jochbeinmuskel. 6. Großer Jochbeinmuskel. 7. Ausführungsgang der Ohrspeicheldrüse. 8. Kreismuskel des Mundes. 9. Lachmuskel. 10. Senker der Unterlippe. 11. Dreieckiger Muskel. 12. Kaumuskel. 13. Zweibäuchiger Muskel des Unterkiefers. 14. Äußere Gesichtarterie. 15. Vordere Gesichtsvene. 16. Zungenbein. 17. Untere Zungenbeinmuskeln. 18. Kopfwender. 19. Äußere Hals-(Drossel)-Vene. 20. Ohrheber. 21. Äußere Schläfen-Arterie und -Vene. 22. Hinterhauptsmuskel. 23. Hinterhauptsvene. 24. Hinterhauptarterie. 25. Ohrspeicheldrüse. 26. Bauschmuskel. 27. Kappenmuskel. 28. Heber des Schulterblattes. 29. Rippenhalter. 30. Schlüsselbein.



1. Stirnmuskel.
2. Schläfenmuskel.
3. Augenringmuskel.
4. Jochbeinmuskel.
5. Kaumuskel.
6. Dreieckiger Muskel der Unterlippe.
7. Schließmuskel des Mundes.
8. Kopfnicker.
9. Kapuzinermuskel.
10. Deitamuskel.
11. Großer Brustmuskel.
12. Trizeps (dreiköpfiger Armmuskel).
13. Bizeps (zweiköpfiger Armmuskel).
14. Innerer Armmuskel.
15. Runder Vorwärtswender.
16. Langer Rückwärtswender.
17. Langer Speichenstrecker.
18. Kurzer Speichenstrecker.
19. Langer Abzieher des Daumens.
20. Kurzer Abzieher des Daumens.
21. Handwurzelband.
22. Hauthandmuskel.
23. Kurzer Abzieher und Beuger des Daumens.
24. Muskelband.
25. Innerer Speichenmuskel.
26. Oberflächlicher Fingerbeuger.
27. Innerer Ellbogenmuskel.
28. Äußerer schiefer Bauchmuskel.
29. Innerer schiefer Bauchmuskel.
30. Sägemuskel.
31. Rippen.
32. Zwischenrippenmuskel.
33. Gerader Bauchmuskel.
34. Innerer schiefer Bauchmuskel, innere Ansicht.
35. Schneidermuskel, linke Seite durchschnitten.
36. Spannungsmuskel der Schenkelbinde.
37. Kammuskel.
38. Langer Anzieher des Schenkels.
39. Gerader Kopf des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
40. Äußerer Kopf des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
41. Innerer Kopf des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
42. Strecksehne des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers.
43. Kniescheibe.
44. Vorderer Schienbeinmuskel.
45. Streckter der Zehen.
46. Wadenbeinmuskel.
47. Zweiköpfiger Wadenmuskel.
48. Schienbein.
49. Schollenmuskel.
50. Gemeinsamer Zehenbeuger.
51. Fußwurzelband.
52. Streckmuskelsehnen.

Abb. 29.

Die Muskeln des menschlichen Körpers. Vorderansicht.



Muskeln und Gefäße des Kopfes.

1. Stirnmuskel. 2. Kreismuskel des Auges. 3. Nasenmuskel. 4. Heber der Oberlippe. 5. Kleiner Jochbeinmuskel. 6. Großer Jochbeinmuskel. 7. Ausführungsgang der Ohrspeicheldrüse. 8. Kreismuskel des Mundes. 9. Lachmuskel. 10. Senker der Unterlippe. 11. Dreieckiger Muskel. 12. Kaumuskel. 13. Zweibäuchiger Muskel des Unterkiefers. 14. Äußere Gesichtarterie. 15. Vordere Gesichtsvene. 16. Zungenbein. 17. Untere Zungenbeinmuskeln. 18. Kopfwender. 19. Äußere Hals-(Drossel)-Vene. 20. Ohrheber. 21. Äußere Schläfen-Arterie und -Vene. 22. Hinterhauptsmuskel. 23. Hinterhauptsvene. 24. Hinterhauptarterie. 25. Ohrspeicheldrüse. 26. Bauschmuskel. 27. Kappenmuskel. 28. Heber des Schulterblattes. 29. Rippenhalter. 30. Schlüsselbein.

1. Hinterhauptsmuskel.
2. Schläfenmuskel.
3. Hinterhauptsbein.
4. Hinterhauptsstachel.
5. Kopfhalter.
6. Kapuzinermuskel.
7. Akromion (Schulterhöhe).
8. Deltamuskel.
9. Schulterblatt und Sehne.
10. Kleiner runder Arm-muskel.
11. Untergrätenmuskel.
12. Dreiköpfiger Arm-muskel (Trizeps).
13. Langer Auswärtswender.
14. Ellbogenhöcker.
15. Speichenstrecker der Hand.
16. Abzieher des Daumens.
17. Gemeinschaftlicher Finger-strecker.
18. Streckmuskel des Daumens.
19. Band der Streck-muskeln der Hand.
20. Strecksehnen der Hand.
21. Ellbogenmuskel.
22. Rautenmuskel.
23. Breiter Rückenmuskel.
24. Rückenstrecker äußere Portion.
25. Äußerer schiefer Bauchmuskel.
26. Darmbeinkamm.
27. Mittlerer Gesäßmuskel.
28. Großer Rollhügel.
29. Großer Gesäßmuskel.
30. Rippen.
31. Zwischenrippenmuskeln.
32. Kreuzbeinlendenbeinmuskel.
33. Schenkelbinde.
34. Halbsehniger Muskel.
35. Zweiköpfiger langer Muskel.
36. Halbhütiger Muskel.
37. Wadenbeinköpfe.
38. Zweiköpfiger Wadenbeinmuskel.
39. Schollenmuskel.
40. Achillessehne.
41. Wadenbeinmuskel.

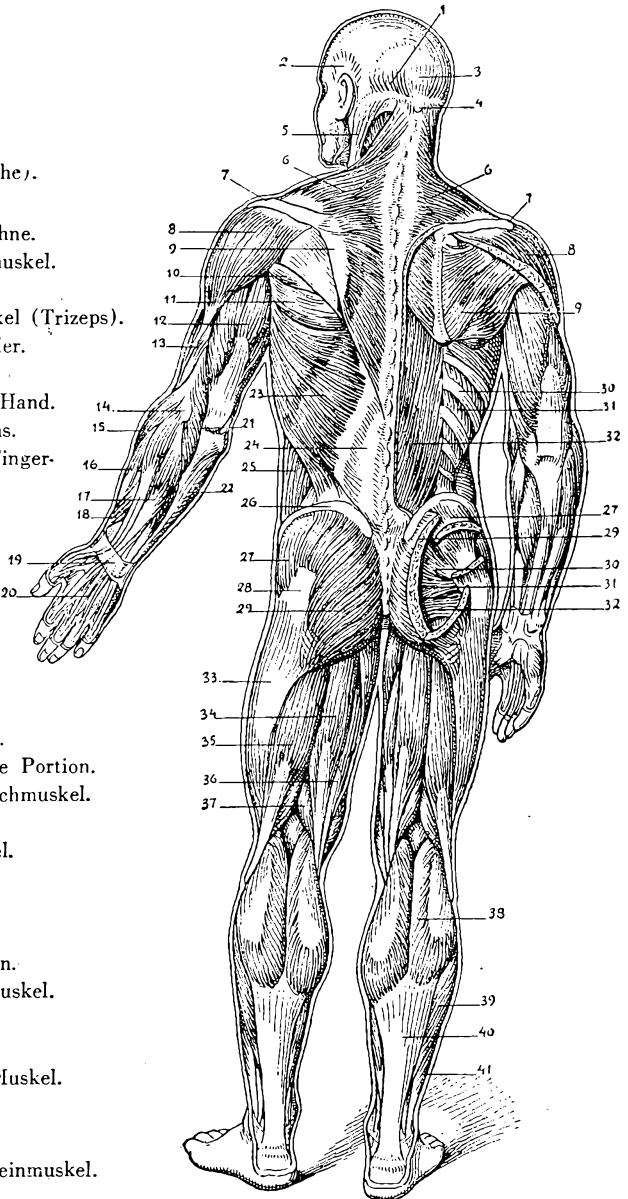


Abb. 30.

Die Muskeln des menschlichen Körpers. Rückansicht.

im Bogen herab, so begegnet man zunächst dem Aufheber der Oberlippe, sodann dem Aufheber des Mundwinkels, weiter dem kleinen und großen Jochbeinmuskel, fernerhin dem Lachmuskel, dem kleinsten und schwächsten dieser Muskelgruppe. Weiter gibt es nach abwärts einen Niederzieher des Mundwinkels, auch einen Niederzieher der Unterlippe. Der Backenmuskel entspringt von der äußeren Fläche des Zahnfächerfortsatzes beider Kiefer hinter dem zweiten Backenzahn und läuft mit ziemlich parallelen Fasern quer gegen den Mund. Wirkt er allein, so erweitert er die Mundöffnung in die Quere. Wird dieser Erweiterung durch die gleichzeitige Tätigkeit des Schließmuskels entgegengewirkt, so drückt er die Wange an die Zähne an oder preßt, wenn die Mundhöhle voll ist, ihren Inhalt zusammen. Das Blasen von Musikinstrumenten wird von ihm bewirkt; daher der alte Name für ihn: Trompetermuskel. Dieser ganzen Menge von Erweiterern der Mundöffnung wirkt nur ein einziger ringförmiger Schließmuskel entgegen. Die wulstige Fleischlage der Lippen rührt von ihm her. Er schließt den Mund, er spitzt die Lippen zum Pfeifen und zum Küssen, darum nannten die Alten ihn Kußmuskel. Im Gegensatz zu den Mundmuskeln sind die Muskeln des Ohres nur sehr wenig entwickelt, woran weder das Tragen der Kinderhäubchen, wie man meinte, noch der Mangel an Übung die Schuld trägt. Denn diese Muskeln sind auch bei wilden Völkern nicht stärker entwickelt, so daß nur wenige Menschen das Vermögen besitzen, ihre Ohren willkürlich zu bewegen. Robespierre soll das in sehr auffallendem Grade vermocht haben.

Die sinnreiche Einrichtung des Kiefergelenks zielt auf eine dreifache Bewegung ab. Der Unterkiefer soll gehoben und gesenkt, aber auch nach vorn und nach rückwärts, sowie nach rechts und nach links bewegt werden können. Von diesen Bewegungen muß den *Muskeln des Unterkiefers* das Heben mit großer Kraft möglich sein, um die Zähne der Kiefer auf die Speisen, deren Zusammenhalt durch das Kauen zerstört werden soll, stark genug einwirken zu lassen. Die Hebemuskeln, die eigentlichen Beißmuskeln, müssen somit die kräftigsten Bewegungsorgane des Unterkiefers sein. Die Senkung dagegen geht schon allein durch die Schwere des Kiefers vor sich, kann aber auch durch einen Muskel beschleunigt werden. Die Bewegung nach vorwärts und nach rückwärts wird als Nebenwirkung von den Hebemuskeln mit geleistet, da deren Richtung zum Unterkiefer keine senkrechte, sondern eine schiefe ist. Da beim Kauen alle drei Bewegungen des Kiefers wechselnd

auftreten, so bezeichnet man die Muskeln des Unterkiefers in ihrer Gesamtheit als Kaumuskeln. Da ist zunächst der Schläfenmuskel, auf dem man die Schläfenarterie pulsieren fühlt und bei alten Leuten auch häufig pulsieren sieht. Er ist der größte, aber nicht der stärkste der Kaumuskeln, während der eigentliche Kaumuskel kurz und dick, länglich viereckig geformt und mit fibrösen Streifen durchzogen ist. Da jede Hälfte des Unterkiefers einen einarmigen Winkelhebel vorstellt und die Hebemuskeln sich nahe am Stützpunkte dieses Hebels ansetzen, können diese Muskeln nur unter großem Kraftaufwand wirken. Daher sind die Schneidezähne, die vom Angriffspunkte der bewegenden Kraft verhältnismäßig weit entfernt sind, nur geringerer Kraftäußerungen fähig als die Mahlzähne.

Der Hals ist der Stiel des Kopfes. Er bildet das Bindeglied zwischen Kopf und Stamm und stellt eine kurze zylindrische Säule dar, deren knöcherne Achse nicht in ihrer Mitte, sondern der hinteren Gegend näher als der vorderen liegt. Wo die Säule sich mit dem Kopfe verbindet, erscheint sie von einer Seite zur anderen zusammengedrückt, dort aber, wo sie an den Brustkasten grenzt, ist sie es in der Richtung von vorn nach hinten. Im ganzen menschlichen Leibe findet sich keine Gegend, welche in einem kleinen Raume so viele lebenswichtige Organe einschließt wie die vordere Halsgegend. Zunächst gibt es unter den *Halsmuskeln* solche, die den Kopf und den Unterkiefer bewegen. Zu ihnen gehört der Hautmuskel des Halses, das letzte Überbleibsel jenes großen Hautmuskels vieler Tiere, durch den sie befähigt sind, jede Partie ihrer Haut in zuckende Bewegungen zu versetzen, was wir an unseren Haustieren sehen, wenn sie stechende Fliegen abzuwehren suchen. Der Kopfnicker, einer der charakteristischsten Muskeln des Körpers, liegt unter dem Hautmuskel an der Seite des Halses zwischen dem Brustbein und dem Warzenfortsatz am Schädel und entsteht mit zwei durch einen dreieckigen Spalt voneinander getrennten Köpfen von der vorderen Fläche der Handhabe des Brustbeins und von dem Ende des Schlüsselbeins. Beide Köpfe schieben sich während ihres Zuges zum Schädel übereinander. Der durch ihre Verschmelzung gebildete dicke Muskelkörper setzt sich am Warzenfortsatze und an dem angrenzenden Hinterhaupte an. Wirkt er einseitig, so dreht er das Gesicht nach der entgegengesetzten Seite und neigt den Kopf gegen die Schulter seiner Seite. Bei festgestelltem Kopfe kann er den Brustkasten heben und somit auch bei angestrenzter Einatmung mitwirken. Am Zungenbein setzen sich Muskeln

in zwei Gruppen an, von denen die eine über, die andere unter ihm liegt. Diese Muskeln verlaufen nur über dem Zungenbein. Die unteren Muskeln sind vier einzelne, die als Herabzieher wirken. Die Zunge besitzt zweierlei Muskeln, die einen entspringen am Knochen und endigen in der Zunge, die anderen entspringen und endigen in der Zunge selbst.

Die *Muskeln an der Brust* verlaufen in drei übereinanderliegenden Schichten. Aus ihnen tritt der große Brustmuskel hervor, der sich von der vorderen Brustgegend zum Oberarm erstreckt und eine dreieckige Gestalt hat. Er kommt vom Ende des Schlüsselbeins von der vorderen Fläche des Brustbeins und den Knorpeln der sechs oberen Rippen und häufig auch noch mittels eines schmalen Muskelbündels von der sehnigen Haut des äußeren schiefen Bauchmuskels. Von diesem weit ausgedehnten Ursprunge her drängen sich die einzelnen Bündel des Muskels in ihrem Zuge zum Oberarm hin so zusammen, daß in der Nähe des Ansatzes sich die einzelnen Teile voreinander legen und kreuzen, wodurch der Muskel an Dicke gewinnt, was er an Breite verliert. Seine kurze, starke und breite Endsehne befestigt sich unter dem Oberarmkopf. Die Wirkung des Muskels liegt in einer Annäherung des Oberarms gegen den Körper. Sie geht, je nach der Stellung, verschieden vor sich, was durch Versuche am eigenen Arm anschaulich wird. Ein weiterer wesentlicher Muskel ist der Schlüsselbeinmuskel, der an der unteren Seite dieses Knochens entspringt. Seine Haupttätigkeit besteht darin, das Schlüsselbein in allen Stellungen, die es annehmen kann, gegen das Brustbein zu fixieren. Der kleine Brustmuskel zieht die Schulter nieder und hebt die Rippen bei der Einatmung. Der große sägeförmige Muskel nimmt die ganze Seitenfläche des Brustkorbs bis zur achten oder neunten Rippe herab ein und zieht, wenn die Rippen durch Zurückhalten des Atems festgestellt sind, das Schulterblatt nach vorn und fixiert es am Brustkorb. In dieser Feststellung des Schulterblattes liegt eine unerläßliche Voraussetzung für den Gebrauch aller der Muskeln, welche am Schulterblatt entspringen und am Oberarm oder am Vorderarm angreifen. Dann liegen noch als eine dritte Schicht die äußeren und inneren Zwischenrippenmuskeln, welche die elf Zwischenrippenräume ausfüllen, als zwei dünne und fleischige, sehnige Muskellagen in der Tiefe. Sie entspringen beide vom unteren Rande einer Rippe und endigen am oberen der nächst darunterliegenden. Diese Richtung der äußeren geht schräg nach vorn und unten, die der inneren schräg nach hinten und unten. Sie sind beide Einatmungsmuskeln.

Die große Lücke, welche am knöchernen Skelett zwischen dem unteren Rande des Brustkorbs und dem oberen des Beckens klafft, wird durch fleischig häutige Decken geschlossen, welche den Namen Bauchwand führen. Im Inneren sind die Verdauungsorgane, der überwiegende Teil des Harnapparats und Geschlechtssystems gelagert. Der Rauminhalt der Bauchhöhle ist ein wesentlich größerer, als nach der äußeren Ansicht der Bauchwand zu vermuten wäre. Denn zur Bauchhöhle gehören noch die große und kleine Beckenhöhle, deren Wandung der knöcherne Beckenring bildet. Ebenso vergrößert die weit in die Brust hinauftragende Wölbung des Zwerchfells die Bauchhöhle nach oben hin. Diese *muskulöse Bauchwand* wird durch lange und breite Muskeln gebildet. Die langen nehmen die vordere Gegend, die breiten die Flanken und die hinteren Abschnitte des Bauches ein. Die Körpermitte nimmt der gerade Bauchmuskel ein, der von der äußeren Fläche des fünften, sechsten und siebenten Rippenknorpels und vom unteren Ende des Brustbeins entspringt und zur Schamfuge herabsteigt. Seine Längsbündel werden durch drei oder vier quer eingewebte Sehnenstreifen unterbrochen. Er wird von einer sehr starken fibrösen Scheide eingeschlossen. Von den breiten Bauchmuskeln entspringt der äußere schiefe an der äußeren Fläche der sieben oder acht unteren Rippen mit ebenso vielen Zacken. Seine hinteren Bündel steigen fast senkrecht zum Darmbeinkamm herab, wo sie sich festsetzen. Die übrigen nehmen eine immer mehr und mehr schief werdende Richtung gegen die vordere Bauchwand ein, um dort eine breite, sehnige Anheftungsstelle zu bilden, die an der Mittellinie des Bauches mit der entgegenkommenden der anderen Seite zu einem festen Strang verfilzt (sogenannte weiße Bauchlinie). Ein Teil steigt gegen den Leistenbug hinab und endet mit einem nach hinten rinnenförmig umgebogenen Rand. Die Bündel des inneren schiefen Bauchmuskels gehen vom Darmbeinkamm-Beckenknochen und vom Leistenband nach aufwärts zum unteren Rande der drei letzten Rippen und strahlenförmig nach innen und oben zur vorderen Bauchwand. Vom unteren Rande dieses schiefen und queren Bauchmuskels stülpt sich eine Anzahl von Muskelbündeln schlingenförmig durch die Leistenöffnung des Leistenkanals heraus. Diese Muskelschlingen begleiten den Samenstrang bis in den Hodensack herab und stellen in ihrer Gesamtheit den Hebemuskel des Hodens dar. Beim weiblichen Geschlecht finden sich nur Spuren davon am runden Gebärmutterbande. Unter dem inneren schiefen Muskel liegt der quere Bauchmuskel. Er entspringt von der inneren

Fläche der sechs unteren Rippen und vom Beckenknochen, während der viereckige Lendenmuskel an der hinteren Bauchwand liegt. Die in verschiedenen Richtungen verlaufende Kreuzung der Fasern der drei breiten Bauchmuskeln leistet für die Festigkeit der Bauchwand die trefflichsten Dienste. Sie erinnert an das Geflecht eines Rohrsessels, das, um hinlänglich stark und tragfähig zu sein, niemals nur aus parallelen Zügen bestehen darf. Diese Muskeln üben auf die infolge ihrer Füllung sich ausdehnenden Unterleibsorgane einen fortwährenden Druck aus. Dieser Druck wird in Form der Bauchpresse vorzugsweise bei harten Stuhlentleerungen, beim Erbrechen und Husten, sowie bei den Wehen von Gebärenden in Anspruch genommen.

Der *Leistenkanal* beansprucht eine besondere Würdigung, da er zu einer der häufigsten Krankheiten, den Leistenbrüchen, Anlaß gibt. Seine äußere Öffnung liegt, wie erwähnt, seitwärts von der Schamgegend, in der über dem Leistenbände befindlichen Leistengegend. Der Leistenkanal ist bei der Frau enger als beim Mann, enger, weil das runde Mutterband dünner ist als der Samenstrang, länger, weil der Abstand der Schamfuge vom vorderen oberen Darmbeinstachel bei ihr ein größerer ist.

Das *Zwerchfell* ist einer der lebenswichtigsten Muskeln des menschlichen Organismus. Sein Stillstand bedingt, wie der des Herzens, unausbleiblich schnellen Tod. Als die natürliche Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle erscheint das Zwerchfell so in die untere Brustöffnung hineingepflanzt, daß es eine gewölbte Fläche nach oben und eine hohle nach unten kehrt. Es ähnelt einem aufgespannten Regenschirm. Wie jeder Muskel besitzt das Zwerchfell einen fleischigen und einen sehnigen Teil. Der muskulöse Teil gliedert sich nach der Verschiedenheit seines Ursprunges in einen Lendenteil und einen Rippenteil und schließt den sehnigen, der sich im Gegensatz zu den anderen Muskeln in seiner Mitte befindet, ringsherum ab. Aus drei Schenkelpaaren setzt sich der Lendenteil zusammen. Das innere Paar ist das längste und stärkste, seine zwei Schenkel kreuzen sich vor dem Körper des ersten Lendenwirbels und bilden mit der vorderen Fläche der Wirbelsäule eine dreieckige Spalte, den Aortenschlitz, durch den die Aorta aus der Brust in die Bauchhöhle von oben nach unten hindurch gelangt und, umgekehrt das Hauptlymphgefäß von unten nach oben in die Brusthöhle. Später kreuzen sich die Schenkel ein zweites Mal, wodurch eine zweite Öffnung zustande kommt, durch welche die Speiseröhre und die sie begleitenden Nervi vagi in die Bauchhöhle treten. Die Schenkel des mittleren und äußeren Paares kreuzen

sich nicht, sondern treten direkt an den hinteren Rand des sehnigen Zentrums, den auch der Rippenteil des Zwerchfells erreicht. Dieser entspringt beiderseits von den inneren Flächen der sechs oder sieben unteren Rippen und vom Schwertfortsatz des Brustbeins. Die Mitte des Zwerchfells nimmt sein sehniger Teil ein. Wegen der kuppelförmigen Wölbung des Organs liegt er höher als der fleischige Bezirk des Muskels.

Von allen *Rückenmuskeln* liegen die sogenannten breiten Rückenmuskeln am oberflächlichsten. Die breitesten und stärksten unter ihnen entspringen vom Schulterblatte und Oberarm. Die übrigen bewegen die Rippen oder den Kopf. Der Kappen- oder Kapuzenmuskel kommt vom Hinterhauptbein und Nackenband und den Spitzen der Dornfortsätze des siebenten Halswirbels und der zehn oberen Brustwirbel. Von dieser langen Ursprungsbasis laufen seine einzelnen Bündel gegeneinander geneigt zur Schulter, wo sie sich am Schulterblatt ansetzen. Dieser Muskel bewirkt die Drehung des Schulterblattes um eine horizontal von vorn nach hinten gehende Achse. Der breiteste Rückenmuskel hat unter allen Muskeln des Körpers die größte Flächenausdehnung. Er zieht den herabhängenden Arm nach rückwärts und nähert die Hand dem Gesäß. Die langen Rückenmuskeln folgen in der Längsrichtung der Wirbelsäule. Sie liegen in zwei Furchen zwischen den Dornfortsätzen und den Querfortsätzen sämtlicher Wirbel.

Die *Schultermuskeln* dienen dazu, das Schulterblatt oder den Oberarm und selbst den Vorderarm zu bewegen. Das Schulterblatt, das nur durch eine kleine Gelenkfläche mit dem Schlüsselbein und mit dem Brustkasten in Verbindung steht, bietet die ganze Ausdehnung seiner Flächen, seiner Fortsätze und seines äußeren Randes den Muskeln des Armes zum Ursprunge dar. Seine große Verschiebbarkeit macht hauptsächlich die freie Beweglichkeit der oberen Extremität aus. Zunächst fällt der Deltamuskel auf, der die ungestürzte dreieckige Gestalt des griechischen Buchstabens Delta besitzt und sich aus zahlreichen, nach unten zusammenlaufenden Fleischbündeln zusammensetzt. Ihre Masse bedingt die runde Wölbung der Schulter. Er entspringt mit breiter Basis vom vorderen Rande des Schlüsselbeins und vom größeren Teile des Schulterblattkammes. Nachdem seine Bündel zu einer kurzen, aber starken Endsehne zusammengelaufen sind, setzt sich diese an der Rauigkeit in der Mitte der äußeren Fläche des Oberarmknochens an. Der Deltamuskel hebt den Arm. Auch der Oberschulterblattmuskel hebt den Arm und hilft ihn nach außen rollen, während der Unterschulterblattmuskel den

Arm ebenfalls nach außen rollt, ihn aber, wenn er aufgehoben war, niederzieht. Dann gibt es an der Schulter noch die beiden runden Armmuskeln. Sie ziehen den Arm an den Stamm und nach rückwärts und drehen ihn zugleich nach innen. An der vorderen Seite des Oberarms ist der zweiköpfige Armmuskel der wichtigste und bekannteste. Dieser Armbeuger entsteht mit zwei Köpfen vom Schulterblatt, sein kürzerer und schwächerer Kopf entspringt von dessen Rabenschnabelfortsatz; der lange kommt vom oberen Ende der Gelenkfläche des Schulterblattes her, wo er eine rundliche Sehne bildet. Beide Köpfe legen sich in der Mitte des Oberarmes zu einem gemeinschaftlichen Muskelbauch aneinander, der über dem Ellbogengelenk sich gegen seine starke und rundliche Sehne abgrenzt; diese setzt sich in der Tiefe der Ellbogenbeuge an den Vorderarmknochen, die Speiche, an. Der „Bizeps“ ist der berühmte Beuger des Armes, den jeder Athlet voller Stolz spielen läßt. Im ersten Grade seiner Wirksamkeit dreht er die Speiche nach auswärts, dann beugt er kraftvoll den ganzen Vorderarm. Der Rabenschnabelarmmuskel hat zwar mit dem kurzen Kopfe des Bizeps den gleichen Ursprung, endigt aber schon in der Mitte des Oberarmknochens und zieht infolgedessen den Arm nach innen und vorn, während der innere Armmuskel von der Fläche des Oberarmknochens selbst entspringt. Er bildet den Boden der Ellbogengrube. Sein Ansatz ist am schwächeren Unterarmknochen, an der Elle, er beugt den Ellbogen und spannt die Gelenkkapsel, um sie während der Beugung vor Einklemmung zu schützen. Am hinteren Oberarm liegt der dreiköpfige Streckmuskel des Arms. Alle drei Köpfe bilden zusammen einen dicken Muskelbauch, dessen platte, starke und weit auf der hinteren Fläche des Muskels hinaufreichende Endsehne sich am Ellbogenhöcker, der Elle, anheftet. Als Zugabe zu ihm erscheint der kurze Ellbogenhöckermuskel.

Je näher gegen die Hand herab, desto zahlreicher werden die Muskeln an der oberen Extremität, desto komplizierter ihre Verhältnisse. Die Zunahme der Knochen an Zahl und die mit ihr gegebene Vermehrung der Gelenke bedingen auch eine Vermehrung der Muskeln. Die Wichtigkeit der Hand als des kompliziertesten und am meisten gebrauchten Teiles erhöht ihre funktionelle Bedeutung. Die *Vorderarmmuskeln* entspringen zumeist an dem unteren Ende des Oberarmbeins. Doch bietet dieses den zahlreichen hier vorkommenden Muskeln nicht hinlängliche Ursprungspunkte dar, weshalb auch die innere Fläche der fibrösen Vorderarmscheide und deren Fortsätze, die zwischen gewissen Muskeln

in die Tiefe eindringen, gleichfalls zum Ursprung von Muskulatur dienen. Da die fleischigen Bäuche dieser Muskeln alle um das Ellbogengelenk herum liegen und sich gegen die Hand zu in verhältnismäßig dünnen Sehnen fortsetzen, wird die Gestalt des Vorderarms einem langen, abgestutzten Kegel ähnlich, dessen größte Peripherie um den Ellbogen, dessen kleinste um die Handwurzel geht. Sie befestigen sich entweder am Radius, wie die Auswärtsdreher und die Einwärtsdreher, oder sie überspringen den Vorderarm, um an der Handwurzel, der Mittelhand oder den Gliedern der Finger zu endigen. Die Muskeln am inneren Vorderarm bilden drei Schichten. Die Muskeln der ersten Schicht beugen die Hand, die zweite und dritte Muskelschicht beugen die Finger. Im Gegensatz zu denen der Vorderseite sind die Muskeln an der äußeren Seite des Vorderarms vorzugsweise Strecker der Hand oder der Finger und Auswärtsdreher.

An der *Hand* selbst ist nur für ganz kurze Muskeln Platz. Sie bilden drei natürliche Gruppen, deren eine den Ballen des Daumens zusammensetzt, die zweite den Ballen des kleinen Fingers, während die dritte die zwischen die Mittelhandwurzelknochen eingesenkten Muskeln ergreift.

Das dem obersten Abschnitte der unteren Extremität, der Hüfte, zugrunde liegende Hüftbein verbindet sich durch eine feste Verwachsung mit dem Kreuzbein des Rückgrates. Die vom Darmbein und Sitzbein zum Oberschenkel gehenden Muskeln, denen die Aufgabe zufällt, das Becken auf den Schenkelköpfen beim aufrechten Gange balancierend festzuhalten, erreichen eine Stärke, wie sie die für diese Tätigkeit erforderlichen Kraftaufwände nötig machen. Dies bewirkt die starke Wölbung der Fleischmassen der Hinterbacken, die nur dem männlichen Geschlechte eigen ist. Unter dem Namen der *Hüftmuskeln* sind nur jene zu verstehen, welche die äußere und die innere Fläche des Hüftbeins einnehmen und am oberen Ende des Oberschenkels endigen. Viele der vom Hüftbein entspringenden Muskeln gehen weiter am Schenkel herab und überspringen sogar das Kniegelenk, um am Unterschenkel anzugreifen. Von den äußeren Muskeln kommt zunächst der große Gesäßmuskel in Betracht. Er ist von rautenförmiger Gestalt und entspringt vom hinteren Ende des äußeren Hüftbeins, dem Darmbeinabschnitt, von der das Kreuzbein bedeckenden sehnigen Haut und vom Seitenrande des Steißbeins. Er zieht schräg nach außen und unten herab und geht in eine breite und starke Sehne über, die sich am oberen Ende des Oberschenkels festsetzt.

Bei aufrechter Körperhaltung decken seine unteren Bündel den Sitzknorren und gleiten erst beim Niedersitzen von ihm ab, so daß die Last des Körpers den Muskel nicht drückt. Der mittlere Gesäßmuskel liegt unter dem großen, der jedoch nur seine hintere Hälfte bedeckt, der kleine, der einem entfaltenen Fächer gleicht, ist seinerseits vom mittleren bedeckt. Alle drei ziehen den Schenkel vom Körper ab, der große überdies nach hinten, und drehen ihn um das Hüftgelenk. Die vorderen Fasern der beiden anderen drehen ihn dabei nach innen. Ist der Schenkel fixiert, so bewegen diese Muskeln das Becken oder balancieren den aufrechten Rumpf beim Gehen und Stehen. Der vordere Rand des Gesäßmuskels grenzt an den Spanner der Schenkelbinde, der den Schenkel einwärtsrollen hilft. Auch der viereckige Schenkelmuskel muß noch erwähnt werden, da er seiner waagrecht zum Oberschenkelknochen gehenden Richtung wegen der kräftigste Auswärtsroller ist, und der äußere Hüftbeinlochmuskel, der, platt und dreiseitig, auswärts rollend auf den Schenkel wirkt oder bei fixiertem Schenkel drehend auf das Becken. Von den inneren Muskeln der Hüfte ist der große Lendenmuskel der wichtigste. Er entspringt von der Seitenfläche und den Querfortsätzen des letzten Brustwirbels und der Lendenwirbel, tritt unter dem Leistenband aus der Beckenhöhle hervor und rollt den Schenkel auswärts, den er außerdem hebt. Der innere Darmbeinmuskel wirkt wie dieser. Die zahlreichen Muskeln an der äußeren und der inneren Gegend der Hüfte sind größtenteils Auswärtsroller.

Am Oberschenkelbein trifft man zunächst auf den langen Schenkelmuskel oder Schneidermuskel, den längsten aller Muskeln überhaupt, der platt und mehrere Zentimeter breit von dem oberen, vorderen Stachel des Darmbeins entspringt, dann schräg nach innen und unten läuft und die übrigen mit der Schenkelachse mehr parallelen Muskeln kreuzt. Er gelangt an die innere Seite der Kniegelenkgegend, wo er sehnig zu werden beginnt und sich dann an und unter dem Schienbeinstachel ansetzt. Seine Aufgabe ist es, den Unterschenkel in gebeugter Stellung um seine Achse nach außen zu rollen. An der vorderen Seite des Oberschenkels ist weiter ein aus vier Ursprungsköpfen gebildeter kraftvoller und schöner Muskel, der vierköpfige Unterschenkelstrecker, zu nennen, der bei der Beschreibung oft in vier Muskeln zerrissen wird. Drei seiner Köpfe vereinigen sich über der Kniescheibe zu einer gemeinschaftlichen Sehne, die in der verlängerten Richtung des geraden Schenkelmuskels liegt und sich an der Basis und den Seitenrändern der Kniescheibe fest-

setzt, diese in die Höhe zieht und dadurch, weil sie mit dem größeren Unterschenkelknochen durch ein besonderes Band zusammenhängt, den Unterschenkel streckt. An der Innenfläche des Oberschenkels liegt der schlanke Schenkelmuskel. Er entspringt mit breiter Sehne von der Schamfuge, dicht neben dem Aufhängebande des männlichen Gliedes. Seine lange Endsehne windet sich nach vorn herum und setzt sich an der inneren Fläche und der vorderen Kante des Schienbeins, unter dem Stachel der Tibia fest. Er zieht das Bein an und dreht, wenn das Knie gebeugt ist, den Unterschenkel nach innen. Von den Anziehern des Schenkels finden sich vier vor. Sie liegen sämtlich an der inneren Seite. Die Rückseite des Oberschenkels weist eine bei weitem geringere Muskulatur auf als die am vorderen und inneren Umfange. Die Muskeln gehen hier sämtlich vom Sitzknorren zum Unterschenkel, welchen sie beugen. Es sind ihrer drei. Von dort entspringend, treten sie mäßig im Herabsteigen auseinander, so daß der eine schief gegen die äußere Seite des Kniegelenks, die beiden anderen gerade gegen dessen innere Seite ziehen. Der erste heißt der zweiköpfige Muskel. Seine Endsehne befestigt sich am Wadenbeinköpfchen. Die beiden anderen sind der halbsehnige und der halbhäutige Muskel.

Am *Unterschenkel* gibt es an der vorderen und äußeren Seite nur lange Muskeln. Sie erscheinen so um seine Knochen herumgelagert, daß nur die innere Schienbeinfläche, die vordere Schienbeinkante und die beiden Knöchel von ihnen unbedeckt bleiben. Keiner von ihnen entspringt am Oberschenkel. Sie kommen alle von den Knochen des Unterschenkels selbst, setzen über das Sprunggelenk hinweg und schicken ihre Sehnen zu den Mittelfußknochen und den Zehen. Vorn haben sie den Raum zwischen Schienbein und Wadenbein im Besitz, von innen nach außen ist der erste der vordere Schienbeinmuskel. Er beugt den Fuß und dreht ihn zugleich so um seine Längsachse, daß sein innerer Rand nach oben sieht, wie beim Reiten nach der altspanischen Schule. Dann kommt der lange Strecker der großen Zehe. Er geht vom Mittelstück der inneren Wadenbeinfläche aus, während der lange gemeinschaftliche Strecker der Zehen von dem Köpfchen und der vorderen Kante des Wadenbeins kommt. Seine Sehne teilt sich über dem Sprunggelenk in fünf platte Schnüre, von denen die vier inneren zur zweiten bis fünften Zehe laufen, um sich mit den Sehnen des kurzen gemeinschaftlichen Streckers der Zehen zu treffen. Da die Sehnen der Muskeln an der vorderen Seite des Unterschenkels über die Beugeseite des Sprunggelenks

laufen und sich bei jeder Spannung von ihr emporheben würden, so sind sie durch starke Sehnenstreifen auf dem Fußgerüst niedergehalten. Die äußeren Muskeln, zwei an der Zahl, folgen der Längenrichtung des Wadenbeins: der lange Wadenbeinmuskel entspringt mit zwei Portionen vom Wadenbein. Er hebt den äußeren Fußrand. Der kurze Wadenbeinmuskel wirkt ebenso. Hinten am Unterschenkel sind die Muskeln in eine hochliegende und eine tiefliegende Schicht geschieden. Die hochliegende enthält die Strecker des Fußes, drei Muskeln, deren gemeinschaftliches Ende die Achillessehne bildet. Zur tiefliegenden Schicht gehört der Kniekehlenmuskel, der den Unterschenkel beugt und nach innen dreht, sowie der hintere Schienbeinmuskel. Er streckt den Fuß und zieht ihn an, so daß man durch seine Mitwirkung im Sitzen mit beiden Füßen eine Last zu fassen und aufzuheben vermag, oder beim Klettern sich mit den Füßen stützen kann, um den Körper fortzuschieben. Sodann entspringt der lange Beuger der Zehen an der hinteren Fläche des Schienbeins und geht über dem inneren Knöchel in eine lange Sehne über, die sich auf der Sohle in vier kleinere Stränge für die vier äußeren Zehen teilt, während der lange Beuger der großen Zehe in der tiefen Lage der Wade auswärts vom langen Zehenbeuger liegt und zum Nagelglied der großen Zehe geht. Nur einen *Muskel des Fußes* gibt es an seinem Rücken, den kurzen Strecker der Zehen. Auf der Seite der Sohle liegen aber längs des inneren Fußrandes die Muskeln der großen Zehe, ihr Abzieher, der kurze Beuger und der Anzieher, während längs des äußeren Fußrandes die Muskulatur der kleinen Zehe lagert.

Das sind in Kürze die Muskeln, über die der menschliche Körper verfügt. Sie verleihen seinem Organismus Bewegungsfähigkeit. Bei dem Zusammenwirken der Muskeln zu kombinierten Bewegungen gilt das Gesetz, daß, bei einer wesentlichen Anstrengung nicht nur diejenigen Muskeln wirksam werden, welche direkt und auf dem kürzesten Wege die beabsichtigte Bewegung zustandezubringen vermögen, sondern daß auch diejenigen mitwirken, welche überhaupt irgend etwas zur Ausführung der Bewegung beitragen können.

Nun leistet der Mensch Arbeit, auch wenn er nicht fremde Massen bewegt, sondern nur seine eigene Masse. Ja, er bedarf schon einer gar nicht so geringen Muskeltätigkeit, um überhaupt den eigenen Körper aufrecht zu erhalten.

Das *Gehen* ist gewissermaßen ein fortwährendes Fallen nach vorn, das dadurch unterbrochen wird, daß das vorwärtsschwingende Bein einen

neuen Stützpunkt gewinnt. Das Bein schwingt dabei nach den Pendelgesetzen, und so hat jeder Mensch seine natürliche Schrittweise, die der Länge seiner Beine entspricht. Diejenige langbeiniger Personen ist darum eine längere als die der kurzbeinigen, welche durch eine größere Zahl von Schritten in der Zeiteinheit einigermassen die bedeutendere Schrittlänge der Langbeinigen ausgleichen.

Wir möchten an diese Übersicht über die großen Bewegungen des menschlichen Körpers einige Worte über die Bewegungen der feineren Muskeln, insbesondere derjenigen des Gesichts, anschließen. So vielfach und so verschiedenartig die zur Handlung sich steigernden Bewegungen der menschlichen Muskulatur sein mögen, so sind sie doch in allen ihren Einzelheiten und im Zusammenwirken der Glieder nach bestimmtem Typus organisch geregelt. Dort, wo sie keine unmittelbare Arbeit zu verrichten als Aufgabe haben, gestalten sie sich zu einem Mittel von Kundgebung innerer Zustände, zu *Gebärden*. Diese gelangen bald als direkte Willensäußerung in Erscheinung, sie können aber auch als bloßer Reflex von Gemütsstimmungen unwillkürlich ausgelöst werden, weil sich zu bloßen Vorstellungen früher bekanntgewordener Empfindungen auch Bewegungen hinzugesellen, welche diese Empfindungen wiederholt veranlaßt haben. So wird die Bewegung zur *Miene*.

Die *Mimik* ist in Bewegung umgesetzte Empfindung. Diese stumme Sprache wird in viel geringerem Maße von der Willkür beherrscht als das gesprochene Wort. Sie ist der unmittelbare Ausdruck der inneren Regung, und ihre Bedeutung für die Beurteilung seelischer Zustände ist groß.

DRITTES KAPITEL

Die Haut

Die *Haut* besteht aus drei in anatomischer wie in vitaler Beziehung sehr verschiedenen Schichten (s. Abb. 31), die von außen nach innen als Oberhaut, Lederhaut und Unterhautbindegewebe aufeinander folgen. Die Lederhaut ist die wichtigste. An jeder beliebigen Stelle der Körperoberfläche läßt sich ein feines trockenes Häutchen ablösen, ohne daß es schmerzt oder blutet, weil es weder Nerven noch Gefäße enthält. Es ist weißlich durchscheinend und pergamentartig spröde. Dies ist die Oberhaut oder Epidermis. Eine jede Zelle der Epidermis entwickelt sich vom saftigen Kern bis zum trockenen Schüppchen. Ununterbrochen fallen die obersten

Schüppchen unserer Haut, die allmählich trockener und trockener werden, ab. Neue Zellen rücken aus der Tiefe an die Oberfläche. Was die Epidermis durch das fortwährende Abschilfern ihrer oberflächlichsten Blättchen an Dicke verliert, wird durch neuen Nachschub von unten her immer ersetzt. Nur diejenige Schicht der Epidermis, die aus bereits vertrockneten Zellen besteht, heißt Oberhaut. Die saftigen Zellen ihrer tieferen Schichten werden insgesamt als Schleimschicht bezeichnet. Sie füllt die vielen Vertiefungen zwischen den Tastwärtchen auf der Oberfläche der darunterliegenden Lederhaut vollkommen aus und zeigt somit an ihrer unteren Fläche Erhabenheiten und Vertiefungen, die denen der Lederhaut genau entsprechen, und deren Gesamtheit den Eindruck eines Netzes hervorruft.

Die schwarze *Farbe* des Negers hat ihren Sitz einzig und allein in dem dunklen Pigmentgehalt der tiefsten Zellenlage. Die Laus des Negers, die sich vom farbigen Zelleninhalt dieser Schleimschicht nährt, ist deshalb wie ihr Brotherr ebenfalls schwarz. Je höher zur Oberfläche hin aber die tiefliegenden Zellen durch das Absterben der obersten gelangen, desto mehr entfärben sie sich. So ist auch die eigentliche Oberhaut des Negers, die über der Schleimschicht liegt, nicht etwa schwarz, sondern gräulich. Auch die dunklen Hautstellen der weißen Menschenrasse, der Warzenhof an den Brüsten, der Hodensack, die Umgebung des Afters, enthalten keine pigmenthaltigen Epidermiszellen, wohl aber Pigmentmoleküle zwischen den Zellen des erwähnten Netzes. Streift man dieses im anatomischen Präparate ab, so erscheint die Lederhaut darunter auch bei allen farbigen Rassen lichtfarbig. Und ebenso beruht die gesprenkelte Färbung der Haut bei Sommersprossen und Leberflecken auf einer dunkleren Pigmentierung der Zellen der unteren Schicht der Oberhaut.

Durch anhaltenden Druck kann sich die Epidermis zur *Hornhaut* verdicken, zu hornigen Schwielen, die in ihrem höheren Entwicklungsgrade an den Zehen den eigenartigen Namen der Hühneraugen oder den der Leichdorne führen. Doch haben sie mit den Augen der Hühner wenig zu tun. Die vertrockneten Epidermisschüppchen lösen sich im Wasser und im Wasserdampf auf, erweichen und werden in diesem gequollenen Zustande beim Abtrocknen leicht durch Reiben entfernt. Noch schneller als durch Wasseraufnahme erweichen die Epidermiszellen in Alkalien. Darum wird zum Waschen der Hände und des Körpers Seife benutzt, in der Kalium- oder Natriumalkalien wirksam sind. Kaliseifen sind



Abb. 31. Durchschnitt durch die Haut.

1. Oberhaut, 2. Malpighische Schleimschicht, 3. Talgdrüse, 4. Fettzellen, 5. Schweißdrüse, 6. Ausführungsgang der Schweißdrüse, 7. Haarzwiebel, 8. Haarkeim, 9. Haarschaft, 10. Haarmuskel.

eingreifender. Sie bilden die meisten Waschseifen. Die milderen Natronseifen, von denen die Haut weniger gereizt wird, dienen zur Toilette. So werden durch Seifenlösung die gequollenen obersten Epithelschichten der Haut noch mehr erweicht als durch einfache Wasseranwendung und sind noch leichter beim Abtrocknen durch Reibung zu entfernen.

Die wichtigste Schicht der Haut ist die Lederhaut. Ihre Grundlage bildet ein aus Bindegewebsfasern und elastischen Fasern bestehender Filz, der in wechselnder Menge auch organische Muskelfasern enthält. Er wird, je näher der Oberfläche, um so dichter. Zahlreiche Blutgefäße und Nerven durchsetzen ihn in schief aufsteigender Richtung. Spindelförmige und netzförmige, untereinander sich verbindende Zellen lagern in Mengen zwischen den Faserzügen, in denen saftartige Lücken sich finden, welche Lymphräume bilden und mit den im Unterhautbindegewebe verlaufenden Lymphgefäßen in offenem Zusammenhang stehen. Die Muskelfasern, organische glatte Fasern, können in der Haut zu Muskelschichten zusammentreten wie im Hodensack und im Hofe der Brustwarzen. Sonst liegen sie im Gewebe der Haut selbst, aber nur an behaarten Hautstellen. Diesen Muskelfasern verdankt die Haut ihre lebendige Zusammenziehungsfähigkeit, die in besonderem Grade auf die Einwirkung der Kälte hin, aber auch bei gewissen Verstimmungen des Nervensystems, bei Furcht und Schreck, als sogenannte Gänsehaut in Erscheinung tritt. Die von der obersten Schicht der Haut zu den Haartaschen ziehenden glatten Muskelfasern heben diese gegen die freie Fläche der Haut empor, wodurch ihre Mündungen mehr vorspringen und dann ähnlich aussehen wie die zahlreichen kleinen Hügelchen an der Haut gerupfter Gänse. Daher der Name Gänsehaut. Mit den unter ihr befindlichen Gebilden hängt die Haut so mit dem Bindegewebe, und stellenweise auch mit der Knochenhaut, durch sehr zahlreiche Faserbündel zusammen, deren Dehnbarkeit, Länge und Stärke zu der Faltpbarkeit und der Verschiebbarkeit der Haut in direktem Verhältnis stehen. Diese Bündel bilden geräumige Maschen von verschiedener Ausdehnung, in denen Fett abgelagert wird. Faserbündel und Fett zusammen geben die Fetthaut. Jedes solcher Bindegewebsbündel wirkt wie eine Art Haltband für die Haut. Die Lederhaut ist nicht überall gleichmäßig dick. Sie unterliegt an den einzelnen Körperstellen den verschiedensten Abstufungen. Die behaarte Kopfhaut und die Haut an der Streckseite des Rumpfes und der Gliedmaßen ist derber und dicker als die am Gesicht und an den Beugeseiten der Gelenke, wo sie sich so verdünnt, daß die

unter der Haut befindlichen Blutgefäße durch sie hindurchscheiden, was sich auch in der Leisten- und Brustengegend, an den Brüsten, am Hodensack und an den Augenlidern wahrnehmen läßt. Zartheit des Gewebes und feinere Behaarung zeichnet die weibliche Haut vor der männlichen aus.

Zahlreich dringen Blutgefäße und Nerven in schief aufsteigender Richtung durch die Maschen des Fasergewebes der Haut gegen die freie Oberfläche der Lederhaut vor. Sie bilden im Gewebe der Haut Netze, von denen sich diejenigen der Kapillargefäße, der Haargefäße, an verschiedenen Hautgegenden durch höchst charakteristische Formen auszeichnen.

Zuletzt gehen sie in den Bau der *Tastpapillen* ein, mit denen die Oberfläche der eigentlichen Haut wie besät ist. Doch ist die Verbreitung dieser Tastwärtchen keineswegs gleichförmig. An den Lippen, an der Eichel, an den kleinen Schamlippen der Frauen stehen sie äußerst dicht gedrängt und zeichnen sich an den weiblichen Brustwarzen auch noch durch ihre besondere Länge aus. An der Eichel und an den Mundlippen ragen sie nicht bis in die verhornte oberflächliche Schicht der Oberhaut hinauf. Dagegen gesellen sie sich an der Brustwarze und an der Eichel zu Gruppen und zu Inselchen von vier bis zu zehn zusammen. Man sieht, die Stellen besonders feinen Gefühls sind auch durch

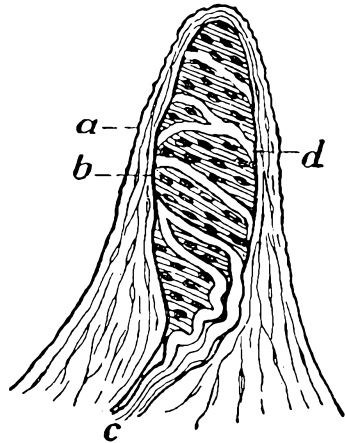


Abb. 32. Tastwärtchen.

a Papille der Lederhaut, *b* Tastwärtchen mit quer eingelagerten Kernen, *c* Nerven, *d* Windungen des Nervenfadens.

die Tastwärtchen besonders ausgezeichnet. An der Innenfläche der Hand und der Finger stehen sie in gekrümmten und konzentrisch verlaufenden Linien oder Riffen, die an den Fingerspitzen vollständige Ellipsen, Tastrosetten, bilden. Diese Tastkörperchen (s. Abb. 32) sind der wichtigste Bestandteil der Haut, soweit uns diese als Sinnesorgan dient. Sie vermitteln das Tastgefühl. Ein jedes von ihnen besteht aus dem gleichen faserigen Grundgewebe wie die Lederhaut selbst. In der Regel tritt zu ihm eine Haargefäßschlagader, welche unverästelt darin aufsteigt, an der Spitze der Warze umbiegt und rückläufig wird, um nun in eine Blutader überzugehen. Diese Tastkörperchen sind elliptische Gebilde, welche aus den verdickten Enden feinsten Ausläufer von Nervenfasern bestehen. Da sie

eine quergestreifte Oberfläche zeigen, ist anzunehmen, daß sich in ihnen die letzten feinsten Nervenendfasern in spiraler Aufknäuelung befinden. Aus ihrem mehr oder weniger gehäuften Auftreten erklärt sich die verschiedene Empfindlichkeit der Haut an den verschiedenen Stellen.

Als zweite wichtige Einlagerung birgt die Haut Drüsen in großer Zahl. Sie sind von zweierlei Art, und zwar Talgdrüsen und Schweißdrüsen. Die *Talgdrüsen* zählen zu den einfachen traubenförmigen Drüsen. Sie haben die Aufgabe, den hornigen Überzug der Haut und die in ihr wurzelnden Hornfäden, die Haare, gegen die Einwirkung der Luft und des Schweißes zu schützen, sie geschmeidig zu machen und ihre Dauerhaftigkeit zu heben. So beölen sie diese Gebilde andauernd mit einer fetten Salbe, die sie durch ihre Ausführungsgänge als sogenannte Hautschmiere oder Hauttalg ununterbrochen an die Oberfläche der Hautdecke bringen. Sie finden sich in der Haut in großer Verbreitung. Nur die vollkommen haarlosen Reviere, wie Handteller und Fußsohlen, sowie die Haut des männlichen Gliedes entbehren der Talgdrüsen. In den Zellen des Epithels der Talgdrüsen wird das Fett des Hauttalges erzeugt. Diese sind also wahre Sekretionszellen, die, wenn sie voll sind, abfallen und bersten und durch neuen Nachwuchs von Zellen ersetzt werden. Es finden sich auch immer Überreste solcher abgestoßenen Epithelzellen im Hauttalg vor. Werden nun die trichterförmigen Ausmündungszellen durch Staub und Schmutz oder durch eine zähe Absonderung verstopft, so muß sich der Talg im Innern der Drüse sammeln und ihre Wand zu einem größeren Beutel ausdehnen, der, wenn er ausgedrückt wird, seinen Inhalt als einen weißen geschlängelten Faden mit schmutzigem, schwarzem Kopfe herausschießt. Er wird daher auch von den Leuten für einen Wurm gehalten, für einen Mitesser, Zehrwurm.

Die andere Art Drüsen, die sich in der Haut vorfinden, sind die *Schweißdrüsen*. Sie gehören zu den schlauchförmigen Drüsen. Man kann sie nicht mit bloßem Auge sehen. Nur ihre Mündungen sind, wenn ein Schweißtröpfchen hervorperlt, auch ohne Vergrößerung wahrnehmbar. Sie sind auch deshalb als Schweißsporen bekannt. Eine solche Schweißdrüse besteht aus einem sehr dünnwandigen, strukturlosen, knäueiförmig zusammengewundenen Drüsenschlauch, der in das Unterhautbindegewebe hineinragt und in einen korkzieherartig gewundenen Ausführungsgang übergeht. Insgesamt zeigt der durch sie repräsentierte schweißbereitende Drüsenapparat der Haut eine so reiche Entwicklung, daß sich annähernd $2\frac{1}{2}$ Millionen solcher Drüsen in der menschlichen

Haut vorfinden. Doch wechselt ihre Verbreitung auf den einzelnen Flächen sehr bedeutend. In der Hohlhand kommen an dreitausend und am Gesäß nicht ganz vierhundert auf die gleiche Quadratfläche Haut. Die größten Schweißdrüsen finden sich in der Achsel, in der Umgebung des Afters und in der Fußsohle. Ihr Produkt ist der Schweiß. Er wird bei hohen Wärmegraden der Luft oder bei körperlichen Anstrengungen und in Krankheiten in Tropfenform ausgeschieden. Sonst verdunstet er in der Regel gleich nach seiner Absonderung, denn aus jeder Schweißpore tritt nur eine ganz minimale Menge heraus, die sofort als Wasserdampf in die atmosphärische Luft übertritt. Nur wenn die Luft, wie es z. B. vor einem Gewitter der Fall zu sein pflegt, mit Wasserdampf bereits gesättigt ist, was wir als Schwüle empfinden, muß der Schweiß auf der Haut verbleiben und sich schließlich zu größeren Tropfen ansammeln. Natürlich kommt das gleiche zustande, wenn aus irgendwelchem Anlaß die Schweißproduktion so reichlich und schnell erfolgt, daß der jedesmaligen Menge nicht ausreichend Zeit zum Verdunsten bleibt. Aber wir schwitzen immer und ununterbrochen, nur eben meist unsichtbar. Diese Hautausdünstung ist ein bedeutsamer Lebensprozeß, der nicht unterbunden werden darf, da er wichtige Ausscheidungsprodukte des Stoffwechsels nach außen befördert.

Die dritte, unterste Schicht der Haut ist sehr nachgiebig und dehnbar. Bindegewebsfaserbündel und elastische Fasern bilden die Unterlage der Haut und vermitteln die Verbindung der Haut mit den tieferen Gebilden, insbesondere mit den sehnigen Häuten. Je schlaffer dieses Bindegewebe, desto größer ist die Verschiebbarkeit und die Faltbarkeit der Haut. Seine Faserbündel gehen in das Gewebe der Lederhaut über und erzeugen deren faserige Grundlage. Dabei bleiben zwischen den Bündeln Maschen und Lücken frei, die untereinander in Verbindung stehen und von Fett eingenommen werden. Manchmal werden diese Ablagerungen von Fett ausnehmend erfüllt. Dann kann die Dicke dieser Bindegewebschicht bis auf sechs und acht Zentimeter und darüber ansteigen. In solchem mit Fett erfüllten Zustande wird das *Unterhautbindegewebe* zur Fetthaut. Nur am männlichen Gliede und am Hodensack, an den Augenlidern, der Nase und der Ohrmuschel bleibt das Unterhautbindegewebe immer fettlos.

Zur Haut gehören auch die *Nägel*. Sie sind harte aber elastische, viereckige, durchscheinende, gewölbt hohlrunde Hornplatten an den Endgliedern der Finger und Zehen, deren rundlichen tastenden Flächen sie

als Rückenschilder Halt und Festigkeit geben. Mit ihren hinteren Rändern und einem Teil der Seitenränder stecken die Nägel in einer tiefen Hautfurche, dem Nagelfalz. Ihre untere hohlrunde Fläche steht mit der papillenreichen Haut, dem Nagelbett, welches die Rückfläche der dritten Fingerglieder deckt, im innigen Zusammenhang und erhöht durch ihren Gegendruck die Feinheit der Tastempfindungen. Der hintere, weichere Rand des Nagels, der in der Hautfurche des Nagelfalzes steckt, ist die Nagelwurzel. Er ist der jüngste Teil des Nagels und rückt beim Wachstum, das vom Nagelfalz nach vorn hin strebt, allmählich dem freien Rande näher und näher, bis auch ihn schließlich das Los trifft, beschnitten zu werden. Doch wird der Nagel nicht allein nur in der Nagelwurzel gebildet und von hier aus vorgeschoben. Das Nagelbett ist sehr gefäßreich. Darum erscheinen dünne Nägel rötlich, sie erblassen bei Ohnmachten und bei Blutungen und werden blau, wenn das Blut sich staut oder ein Fieber herannaht. Alle Lebenseigenschaften der Oberhaut teilt auch der Nagel. Er ist wie diese unempfindlich, besitzt keine Blutgefäße und keine Nerven. Er nützt dem Organismus nur durch seine mechanischen Eigenschaften. Der Nagel erneuert sich nach und nach. Schon nach drei, höchstens nach vier Monaten ist er an den Fingern ganz von hinten nach vorn gewandert und hat dem Nachschub Platz gemacht. An den Zehen hält er sich längere Zeit. Hier erstreckt sich seine Lebensdauer bis zu acht und zehn Monaten. An der großen Zehe ist für die gänzliche Erneuerung sogar mehr als ein Jahr erforderlich.

Ein anderes bemerkenswertes Gebilde der Haut sind unsere *Haare*. Sie entsprossen der Haut als geschmeidige Hornfäden, deren Entstehung und Wachstum auf deren Zellenleben beruht. Haarwurzel heißt der in die Lederhaut eingesenkte Ursprung des Haares, Haarschaft sein freier, herausragender Teil, der an den schlichten Kopfharen zylindrisch, an den krausen Haaren des Bartes und der Achselhöhle sowie an den Schamhaaren sich in seinem Querschnitt oval oder bohnenförmig darstellt. Von der Form dieses Querschnittes hängt es ab, ob das Haar glatt oder kraus ist. Die Kräuselung ist eine um so ausgesprochenere, je mehr der Querschnitt sich von der Kreisform entfernt. Schwarze Haare sind häufig an der Spitze gespalten. Unebenheiten am Haarschaft entstehen entweder durch Splitterung spröder Haare infolge von Einknicken oder durch Zerklüften und Rissigwerden trockener Haare. Jede Haarwurzel steckt in einer taschenförmigen Höhlung der Haut, im Haarbalg. Bei den feinen und kurzen Wollhaaren, welche die ganze Leibesoberfläche mit Ausnahme

der Hohlhand und Fußsohle sowie der Beugeseiten, der Gelenke, der Finger und Zehen einnehmen, reichen die Haarbälge in der Tiefe nicht über die Lederhaut hinaus. Bei den übrigen Haaren dagegen dringen sie bis in das Unterhautbindegewebe ein. In jeden Haarbalg münden benachbarte Talgdrüsen der Haut ein. Der Glanz der Haare beruht einzig und allein auf ihrer Beölung durch den Hauttalg. Darum sind auch vielgebrauchte Haarbürsten und Kämmе immer fettig. Am Grunde des Haarbalges sitzt ein kleines, gefäßreiches, mit Nerven versehenes Würzchen. Dieses Würzchen ist das eigentliche Bildungsorgan des Haares. Es liefert an seiner Oberfläche diejenigen Zellen, aus denen sich der Haarschaft aufbaut. Seine Basis sind eckige und kernhaltige Zellen. Die äußeren bilden nach vorn zu das dünne Oberhäutchen des Haares, während die mittleren Zellen sich spindelförmig verlängern und durch ihre Aneinanderfügung von unten auf den eigentlichen Körper des Haarschaftes bilden. Die inneren Zellen erzeugen dann durch ihre mit stellenweiser Unterbrechung bis gegen die Spitze des Schaftes reichende Übereinanderlagerung das sogenannte Haarmark. Dieses beansprucht ungefähr den vierten Teil der Dicke des ganzen Haarschaftes, läßt sich jedoch nicht immer an allen Haaren mikroskopisch erkennen. Es enthält immer Luft, die sich in den Zellen des Markes neben dessen Fett und Pigment, aber auch zwischen diesen aufhält. Die schiefe Richtung der sämtlichen Haare einer Gegend läßt sich mit der Richtung der schief übereinanderfallenden Grashalme einer vom strömenden Wasser überfluteten Wiese vergleichen. Daher spricht man auch von Haarströmen, während die miteinander zusammen- oder auseinanderfließenden Haarströme sogenannte Haarwirbel bilden. Auch die Haare unterliegen dem Gesetz des Wechsels und der Erneuerung. Die Lebensdauer der Haare beträgt beim Kopfhaar zwei, drei, auch vier Jahre, die der Augenwimpern nur hundert Tage.

Die *Haarfarbe* durchläuft alle nur möglichen Farbentöne vom Schneeweiß bis zum Pechschwarz. Bei Arbeitern in Kupfergruben hat man sogar grüne Haare gesehen. Die Farbenmasse sitzt in den Zellen und den Zellkernen der Rinde des Haarschaftes. Sie bedingt die Farbe. Rote Haare enthalten mehr Schwefel als andere und ändern deshalb oft ihre Farbe, besonders, wenn längere Zeit hindurch Bleisalben gebraucht werden. Auch schon bleierne Kämmе bewirken das gleiche. Überhaupt ändert sich die Haarfarbe während des Lebens fortwährend. Namentlich hellblonde Haare haben die Neigung, mit zunehmendem Alter dunkler

und dunkler zu werden. Im Alter bildet sich der Farbstoff nur noch zögernd oder gar nicht mehr. Zudem nimmt die Menge der Lufträume stetig zu. Das geschieht auch bei dem plötzlichen, in wenigen Stunden vor sich gehenden Ergrauen der Haare durch Schreck oder Verzweiflung.

VIERTES KAPITEL

Wandel der äußeren Formen

Nachdem wir nun das Skelett, die Körpermuskulatur und schließlich auch noch die äußere Decke, die Haut, kennengelernt haben, ist der geeignete Zeitpunkt gekommen, *die äußere Gestalt* des Menschen als Ganzes zu betrachten.

Die aufrechte Haltung des Körpers bringt es mit sich, daß sich die unteren Gliedmaßen als Stützen und Träger des Rumpfes ihrer ganzen Länge nach in das Höhenmaß der Figur einfügen. Hieraus ergibt sich die Teilung der Gestalt in Oberkörper und Unterkörper, in den gestützten und in den stützenden Anteil, als deren Grenze der obere Rand der Schambeinverbindung anzusehen ist.

Am Oberkörper behalten die oberen Extremitäten für die ganze Lebenszeit ihren Wert als seitliche Anhänge des Rumpfes bei. Da sie ganz und gar entlastet und nur lose an ihn angeschlossen sind, gewinnen sie die Befähigung, frei nach allen Richtungen des Raumes in die Außenwelt einzugreifen. Weiter gliedern sich Rumpf und Kopf, die Träger aller lebenswichtigen Organe, im Halse voneinander ab, dessen Basis im Zusammenhang mit der Brust die Büste darstellt. An der Kehrseite des Rumpfes gehen der Nacken, der Rücken und die Lenden ohne scharfe und bestimmte Grenzen ineinander über, kaum daß der Schultergrat und der Hüftkamm die Gleichförmigkeit der Oberfläche unterbrechen. In der vorderen Front ist die Trennung der einzelnen Teile des Rumpfes weit deutlicher, da sich dort das Skelett vornehmlicher an der Oberfläche kennzeichnet; hier trennen die Schlüsselbeine und die Rippenbogen auffällig genug die Büste, die Brust und den Bauch voneinander, während die von den Darmbeinkämmen zur Schamgegend herabziehenden Leistenfurchen wiederum die Schenkel vom Bauche abgliedern, die aber im sogenannten Schritt, im Beginn der Zweiteilung der Figur, zusammengehen.

Es ist bemerkenswert, daß ausnahmslos alle äußeren Teile des menschlichen Körpers typisch um eine Mittelebene, also seitlich symmetrisch,

geordnet sind und dementsprechend nicht nur nach Form und Lage, sondern auch der Masse nach. Diese typisch symmetrische Anlage des Leibes erstreckt sich formell nur auf die Organe der willkürlichen Lebensäußerungen, auf Skelett und Muskeln, wohl auch auf Sinnesorgane und Nervensystem, nicht mehr aber auf die unpaarig angelegten Organe der Funktionen, welche das Tier mit der Pflanze gemein hat.

Der Proportionsschlüssel für das Rätsel der formellen Schönheit und somit auch das Gesetz der organischen Bildung des menschlichen Körpers scheint einen adäquaten Ausdruck in der Lehre vom *goldenen Schnitt* zu finden. Diese besagt: soll die Gliederung eines aus ungleichen Teilen bestehenden Ganzen proportional erscheinen, so muß das Verhältnis der ungleichen Teile zueinander das gleiche sein, wie das Verhältnis aller Teile zum Ganzen. Es müssen sich sonach die kleineren Teile zu den größeren ebenso verhalten wie die größeren zum Ganzen. Diese Teilung der Figur nach dem Prinzip des Goldenen Schnitts findet man in den Werken der bildenden Kunst. Man hat ihn sogar zur gesetzmäßigen Regel, zum Kanon idealer Schönheit erhoben. Aber nicht immer können die nach solcher Regel vorgenommenen Gliederungen des Körpers anatomisch dem Tatsächlichen entsprechen, schon deshalb nicht, weil die Teilungspunkte nicht stets auch zugleich die natürlichen Gliederungspunkte des Körpers bilden und ihre Wahl daher mitunter eine willkürliche ist.

Zahlreiche Erfahrungen und die Resultate der Messungen vieler Forscher haben über die *typischen Proportionen* Erwachsener Aufschluß gegeben, wenn auch betreffs der Gesamthöhe, der Standhöhe der Gestalt, allerdings zunächst in Rechnung gezogen werden muß, daß das durchschnittliche Körpermaß der Bevölkerungen der verschiedenen Länder ein sehr wechselndes ist, daß aber, wenn man von minimalen und maximalen Größen absieht, sich Körpermaße unter hundertsechzig Zentimetern und solche über hundertachtzig in Mitteleuropa nur als Seltenheiten finden. Weit über die Hälfte der hier lebenden Personen gruppiert sich zwischen hundertfünfundsechzig und hundertfünfundsiebzig Zentimeter. Zuverlässige Messungen derart sind übrigens nur bei entsprechender Sorgfalt zu erhalten. Das tatsächliche individuelle Maximalmaß der einzelnen Körper läßt sich nur bei guter Beckenneigung, bei steifer Haltung der Wirbelsäule und bei aufrecht getragenen Kopfe erzielen. Jedermann kann sich leicht davon überzeugen, daß sich sein eigenes Höhenmaß bei laxem Dastehen um volle zwei Zentimeter und

auch um mehr verringern läßt. Auch dürfte es bekannt sein, daß jeder Mensch nach lange anhaltendem Stehen um einen oder zwei Zentimeter und darüber kleiner ist als zuvor, daß er aber sein natürliches Höhenmaß nach ausreichender Ruhe in horizontaler Lage wiedererlangt. Ermüdung derjenigen Muskeln, welche die Krümmungen der Wirbelsäule gespannt erhalten, Erschlaffung ihrer Bänder und das Zusammensinken ihrer zahlreichen Wirbel summieren sich bis zu solchem beträchtlichen Ausmaß. Auch dürfen für derartige Messungen zunächst nur Angehörige des männlichen Geschlechts herangezogen werden. Für die Frauen ist die Durchschnittszahl für das Höhenmaß kleiner als für Männer. Halbirt man die Körperlänge, so fällt in der Regel der Halbirungspunkt der Körperhöhe bei Männern unter den Schambeinrand, so daß der männliche Unterkörper ein wenig höher ist als der Oberkörper. Bei der Frau sind die Beine verhältnismäßig kürzer. Ferner ist festgestellt, daß am Körper drei Abstände, nämlich: 1. der Abstand des Kehlgrübchens des Schlüsselbeins von der Schoßfuge, 2. die Entfernung des Nabels vom oberen Rande der Kniescheibe und 3. die Distanz dieses Punktes von der Fußsohle einander gleich sind, ebenso die Abstände vierer anderer Punkte voneinander: des Schlüsselbeines, des Hüftandes, der Mitte der Kniescheibe und der Fußsohle.

Der menschliche Körper verharrt nicht während des ganzen Lebens auf seiner Masse. *Zunahme und Abnahme der Körpersubstanz* machen sich oft geltend. Solche Veränderungen können sich offenbar nur auf die beiden den Körper plastisch ausgestaltenden Gruppen, auf das Fleisch und auf das Fett, beziehen, denn Skelett und Eingeweide sind individuell konstant, der Effekt einer Zunahme oder Abnahme aber macht sich nicht nur in der Vergrößerung oder der Verringerung der horizontalen Dimensionen geltend, er äußert sich oft auch in einer vollständigen Umgestaltung der Formen.

Wem *Fettleibigkeit* vom Schicksal beschert ist, der trägt seinen Kopf fast unmittelbar auf den Schultern. Er besitzt kaum einen Hals, sondern statt dessen nur einen das Kinn verdoppelnden Fettreifen, der ihm den Kopf in den Nacken zurückstaut. Seine Taille ist vollständig verstrichen, Brust und Bauch sind eins geworden. Der Schmerbauch sinkt seiner Schwere folgend bis auf die Schenkel herab. Dabei sind alle Gliedmaßen wulstig gerundet, die Füße plump und platt. Vom Skelett und von der Muskulatur ist keine Spur mehr zu sehen. Auch die Gelenke sind tief eingezogen oder durch stärker einschneidende Hautfaltungen

angedeutet. Neben einer solchen bis ins Krankhafte sich steigernden Fettleibigkeit gibt es noch eine zweite, die behäbige Form mit vorgebauchtem und gerundetem Unterleib. Unzweifelhaft liegt die Grundbedingung für diese Fettleibigkeit in einem übertriebenen Wohlleben und in allzu reichlicher Nahrungsaufnahme. Immerhin aber muß die Individualität ihr auf halbem Wege entgegenkommen. Kleinere, gedrungene Gestalten und Frauen neigen mehr zur allgemeinen Fettbildung, während größere und von Hause aus schlankere Personen sich mit einem Fettwanst begnügen.

Bei der *Magerkeit* ist natürlich die noch immer mit voller Gesundheit verträgliche Fettlosigkeit von einem durch erschöpfende Krankheit herbeigeführten Schwund der Körpersubstanz zu trennen. Im ersteren Falle findet sich noch immer ein ganz gesunder, wenn auch nicht dicker, so doch arbeitsfähiger Muskel, hier aber ist nebst dem Fett auch der Muskel, und dieser bis zur äußersten Möglichkeit geschwunden, in seiner Substanz schlaff und wasserdurchtränkt und infolgedessen kaum mehr kontraktionsfähig. Ein bis an die Grenze der Existenzfähigkeit abgemagerter Mann von vierunddreißig Jahren war tatsächlich ein lebendes Skelett, wog nur dreiundvierzig Pfund. Die Knochenhöcker lagen an seinem Körper frei zutage, das Knie übertraf an Dicke den Oberschenkel, die Haut erschien leer. Statt der Rundungen, welche sie sonst füllen, zeigten sich dünne Stränge, die mit gerade noch hinreichendem Spannungsvermögen vorschnellend die Haut in Falten legten.

Der menschliche Körper ist, solange er lebt, in seiner gesamten äußeren Erscheinung, dauerndem Wechsel unterworfen. Dieser *Veränderung der Gestalt* müssen wir zum Schluß noch eine eingehende Betrachtung widmen.

Wenn auch die Entwicklung des Körpers während des Lebens in der Gebärmutter schon so weit fortgeschritten ist, daß sich am *Neugeborenen* bereits alle Organe des Körpers, die äußeren wie die inneren, vorgebildet finden und die Formen so weit vorgeschritten sind, daß in ihnen der menschliche Typus vollendet ausgeprägt ist, so sind sie dennoch nicht so weit ausgereift, daß das neugeborene Kind etwa ein verkleinertes Bild des Erwachsenen darstellte. Das Kind hat eigene, von denen des Erwachsenen völlig abweichende Proportionen. So ist der Oberkörper des Neugeborenen beträchtlich höher als der Unterkörper. Kinder sind daher auffallend kurzbeinig, so daß die Teilungslinie des Körpers nicht wie beim Erwachsenen an oder unter dem Schambeinrande liegt, sondern

weit über diesen hinauf, selbst über den Nabel bis in die Taille. Ein anderes Merkmal des kindlichen Körpers ist sodann die übermäßige Ausweitung des Kopfes nach der Höhe wie auch nach der Breite hin. Auch ist am Neugeborenen die Kürze des Halses eine auffallende, die ihren Grund in dem gewucherten, unter der Haut befindlichen Fette am Unterkiefer und an der Büste findet. Bei fettleibigen Kindern hat es tatsächlich den Anschein, als ob der Kopf unmittelbar auf den Schultern säße, nur bei mageren ist er deutlich von der Brust geschieden. Nicht minder eigentümlich ist die weit vorgeschrittene Ausbildung des Rumpfes und die sehr tiefe Lage des Nabels. Die durchschnittliche Körperlänge des reifen Neugeborenen dürfte die eines halben Meters sein. Dabei bleiben die Mädchen etwas hinter den Knaben zurück. Wären unsere Mütter nicht so blind gegen menschliche Ästhetik, wie sie es glücklicherweise sind, sie würden den winzigen Nachkommen mit seinem Riesenkopf, mit seinem Trommelbäuchlein, dem Tonnenrumpf, den schwächlichen Lenden und den kurzen Froschbeinchen nicht gar so süß und entzückend finden. Der menschliche Kopf wächst noch auf das Doppelte, der Rumpf aufs Dreifache. Die Beine aber müssen auf das Fünffache ihrer Geburtslänge nachwachsen, bis die wirklich schöne Proportion erreicht ist.

Aus dem Neugeborenen wird das Kind, aus dem Kind der Erwachsene. Alles Organische entsteht aus Keimen, die unbedeutend an Masse und unähnlich der Gestalt des elterlichen Wesens sich allmählich in ihrer Eigenart ausbilden. Die Substanz ist dabei in beständigem Flusse, in stetem Prozeß der Schmelzung und Abstoßung, der Erneuerung und des Wiederaufbaues begriffen. Es wurde bereits erwähnt, daß der Volksmund sagt, nach je sieben Jahren werde der Mensch seiner Substanz nach ein anderer, und wir haben dabei an Goethe erinnert, aber die Identität der Gesamtheit des Individuums ist ständig. Der Keim, das Kind, der Mann, der Greis ist immer dasselbe Wesen und doch ein anderes in der Erscheinung.

Durch das *Entwicklungswachstum*, das ein anderes ist als das Ernährungswachstum, kommt nicht nur eine allgemeine Vergrößerung des kindlichen Körpers zustande, sondern eine vollständige Änderung seiner inneren Proportionen, da sich ein jeder Teil nach eigenem Maße, und nur einzelne von ihnen gleichmäßig auch mit der Körperhöhe ausbilden. Hätte jeder Teil genau das gleiche Wachstumsmaß wie das Ganze, dann wäre der Erwachsene nur das vergrößerte, aber getreue Abbild des kindlichen Körpers. So jedoch formt sich beim Fortgange des Wachstums-

prozesses jeder einzelne Teil in seiner äußeren Gestaltung und seinen inneren Bauelementen völlig um. Die Höhendimensionen nehmen mehr zu als die Breiten. Ebenso wachsen die oberen Körperabschnitte weniger als die unteren, da sie bei der Geburt weiter ausgebildet waren. Nun geht das alles nicht gleichförmig vor sich, sondern periodenweise. Der gesamte Wachstumsgewinn verteilt sich auf einzelne *Altersstufen*. Anfangs ist die Zunahme in allen Dimensionen eine verhältnismäßig bedeutende. Sie wird in den folgenden Perioden immer kleiner und schließlich so gering, daß sie nur in der Menge nachweisbar und am einzelnen nur nach größeren Zeiträumen wahrnehmbar wird. Es ist dies eine Erscheinung, die sich auch an den Pflanzen zeigt.

Die äußere Erscheinung des Menschen unterliegt im *Ablauf des Lebens* dauerndem Wechsel. Das Leben des *Neugeborenen* ist ein der Pflanze ähnliches. Kaum daß Muskelzuckungen den Beginn des tierischen Lebens kundtun. Vollgesättigt verläßt es den Mutterleib und sinkt alsbald, nachdem es mit lautem Aufschrei die Atmungstätigkeit begonnen, in tiefen Schlaf, aus dem es nach längerer Zeit wieder erwacht, um sein vorerst nur geringes Nahrungsbedürfnis zu befriedigen. Es verlebt seine ersten Tage lediglich für den Zweck der Ernährung. Der Magendarmapparat ist allen anderen Organen in seiner Ausbildung voraus und die Leber sogar größer als beide Lungen zusammengenommen. Sie runden den Unterleib zu unförmiger Ausdehnung, hinter der sogar das Brustmaß zurückbleibt. So erscheint der Rumpf übermäßig lang im Verhältnis zu den unteren Gliedmaßen, die in allen ihren Gelenken gebeugt und mit den oberen an ihn herangezogen, noch gar nicht an ihre spätere Bestimmung, die Träger des Körpers zu werden, erinnern. Noch etwa acht Tage lang trägt das Neugeborene die Reste der Nabelschnur an sich, was ihm diese im Mutterleibe an mühelos gewonnenen Säften zugeleitet, verfällt in diesen Tagen zu einem guten Teile der Einwirkung des Sauerstoffs der eingeatmeten Luft. Dabei wird zwar die Brust breiter, aber das Körpergewicht nimmt ab. Um so energischer erwacht nun der Ernährungstrieb, der sich auch im Schlafe durch Saugbewegungen kundgibt, die ersten Zweckbewegungen des Kindes, mitunter eingeleitet durch eine das Herz der Mutter so sehr beglückende Verziehung des Mundes, die ihr ein Lächeln bedeutet. Aber auch schon die Sinne, Auge und Ohr, erwachen, die beide bereits vollständig ausgebildet mitgebracht wurden. Doch mehr und mehr steigert sich das Nahrungsbedürfnis und mit ihm das Körpergewicht, das sich im *ersten Lebensjahre*

verdreifacht, eine unerhörte Gewichtszunahme, die nie mehr in diesem Verhältnis möglich ist. Zunächst werden an den unteren Gliedmaßen und an der Brust Änderungen deutlicher ersichtlich, die Beine gewinnen an Länge, fangen an, sich zu strecken und Fuß zu fassen, und damit im Einklange verbreitern sich die Hüften, die Brust, bisher mehr gewölbt, wird breiter, die Schultern laden infolgedessen stärker aus und machen den Arm frei, dessen schon von Hause aus in richtigen Verhältnissen gebildete Hand vom Auge geleitet, nun auch schon tastend und greifend der Außenwelt sich zuzuwenden beginnt, und deutlich kennzeichnen sich auch schon die Veränderungen im Gesicht. Alles Organische wächst um so reichlicher, je jünger es ist. Obgleich das Kind im ersten Lebensjahre nur auf flüssige und breiige Nahrung angewiesen ist, beginnen schon die Einleitungen zur ersten Zahnung und damit auch die Umgestaltungen des Gesichts, anfangs nur wenig merkbar, weil auch die Breiten fast ebensoviel wie die Höhen zunehmen. Erst nach der ersten Zahnung, und nachdem die Stirnnaht verstrichen ist, fängt die wahrnehmbare und vom Beginn des *zweiten Lebensjahres* ab immer mehr sich steigernde Umgestaltung des Gesichtes an. Die bisherige Rundung des Umrisses erstreckt sich nach und nach zum Oval, die Jochbeine wachsen aus der Stirnbreite heraus, die Nase streckt sich, und die Mundregion tritt mehr von der Stirn hervor. Während nun im ersten Lebensjahre das Wachstumsausmaß des Rumpfes immer noch dasjenige der Beine übertrifft, wird schon vom zweiten Jahre ab der Ansatz an die Beinlänge größer als der an die Höhe der ganzen oberen Körperhälfte. Dadurch wird es möglich, daß die Beine allmählich das Höhenmaß des Oberkörpers erreichen, und daß der Mensch nach und nach in die definitiven Verhältnisse seines Höhenmaßes hineinwächst.

Am *Kinde*, das von ererbtem und auch schon erworbenem Fette strotzt, ist Skelett und Muskulatur tief unter der Haut vergraben, so sehr, daß sich eben nur noch die Lage der Gelenke an den seitlichen Einziehungen der Kontur und an den tief einschneidenden Beugefalten kennzeichnet. Was das Kind in dieser Zeit an Breiten besitzt und gewinnt, stammt zu einem guten Teile nur vom Fette. Erst dann, wenn dieser übermäßige Fettansatz sein Ende erreicht, was um das vierte Lebensjahr herum geschieht, fangen Skelett und Muskeln an, den Körper zu formen. Dabei eilt das Wachstum des Skeletts dem der Muskeln voraus und wächst bis zum sechzehnten und siebzehnten Lebensjahre rascher in die Höhe und in die Länge, als dem Umfange seiner Eingeweideräume entspricht. Das

hat die anscheinend eine Magerkeit vortäuschende, gesteigerte Schlankheit der kindlichen Formen zur Folge. Bis dahin, bis ins vierzehnte und fünfzehnte Jahr des *Halbwüchsigen*, bekleidet noch immer eine dünnere Fettschicht den noch mageren Muskel und glättet die Oberfläche. Dies und das Feine der haarlosen Haut mit den frischen Farben gibt dem halbwüchsigen Knaben jenen Anschein von Grazie und Weichheit, der an weibliche Formen um so mehr erinnert, als das Typische des Geschlechtscharakters noch nicht hervortritt. Die Gestalt gibt sich jetzt immer noch als ein Neutrum. Erst mit dem Eintritt der Geschlechtsreife löst sich der Knabe vollends vom weiblichen Typus los. Es ist die Zeit, wo die Verknöcherungen der Knochen verstreichen, und der Körper sich bis zum vollen Ausmaß seiner Höhe erstreckt, wo die Brust über dem eingezogenen Unterleibe sich wölbt, der Rücken sich breitet und mit den Schultern allmählich die Hüften überholt. Jetzt hat der Knochen seine Ausbildung vollendet, und nun beginnt auch der Muskel sich rascher zu entfalten und zu kräftigen, die einzelnen Muskelstränge und Wülste werden dicker. Ihre Erhabenheiten fangen an, sich deutlicher zu sondern und die Oberfläche zu modellieren, und wie die Muskeln, so greifen nun auch die mageren Gelenke mit ihren Erhabenheiten und Vertiefungen in die Plastik der Oberfläche ein. Der Übergang zum vollgereiften Manne vollzieht sich in seiner weiteren Gestaltung nur durch die Muskulatur. Was aber jetzt der Körper noch an Fleisch ansetzt, ist nicht mehr nur eine typische Wachstumserscheinung, sondern zum guten Teile, wenn nicht ausschließlich, nur eine Folge gesteigerter Arbeit, kein bloßes Resultat der Vegetation. Und zweifellos geht diese Vermehrung des Fleisches auch mit einer Veränderung im Innern der Substanz einher. Wenn es heißt, die Natur des Mannes sei härter, seine Fleischfaser trockener als die des Jünglings, so ist dies nicht ganz grundlos, denn die volle Reife bringt die Verdichtung der Gewebe, des Knochens, des Fleisches mit sich. Das spezifische Gewicht des Körpers wird dadurch vermehrt. Es stimmt das auch mit der Steigerung überein, die das Körpergewicht erst später erfährt, nachdem die Höhenmaße schon früher erreicht worden sind, und die Umfangsmaße keine merkliche Vergrößerung mehr erfahren haben.

In den mannbaren *Jahren der Reife* gewinnt der Körper seine ausgesprochene Persönlichkeit. Da die Frau schon von der Zeit ihrer Pubertät ab weit intensiver in das Geschlechtsleben einbezogen ist und daher ihre Tätigkeit nicht derart der Außenwelt zuzuwenden vermag, so

ist es zu verstehen, daß sich das weibliche Geschlecht nicht in so mannigfacher Weise ausgestalten kann wie das männliche. Hiermit stimmt auch die in der Regel kleinere Statur überein, das Überwiegen des Rumpfes gegenüber der Kürze in den Proportionen des Höhenmaßes der unteren Gliedmaßen, die feinere Anlage des Skeletts und der Muskulatur und ebenso auch das Feine der Haut. Die Schönheit und die Reize weiblicher Bildung hat die antike Kunst in ihren Venusgestalten am herrlichsten verkörpert, allerdings nicht ganz ohne Abweichungen in Proportion und Ausdruck und nicht mit vollster Wiedergabe der Wirklichkeit. Die mediceische Venus erinnert allerdings nicht mehr an die Zartheit der ersten Blüte, sie ist schon eine erschlossene Blume. Die Venus von Milo zeigt sogar schon die bereits üppigeren, doch noch nicht quellenden Formen der zweiten Blüte. Sie sind allerdings noch weit entfernt von ihrer vollen Entfaltung, wie sie sich in den Darstellungen der weiblichen Gestalt von Rubens darbietet. Ist es mit dieser zweiten Blüte erst so weit gekommen, dann fehlt freilich auch schon nicht mehr viel zum Abstieg, dann hat das Fett schon die Haut gespannt und gelockert, um für die Runzeln des Alters in ihr ausreichenden Platz zu schaffen.

Aber auch den Mann ereilt mit dem herannahenden *Alter*, meist schon in den vierziger Jahren, das Geschick leiblicher Fülle. Oder er verfällt, wenn diese ausbleibt, der Abmagerung. Die fünfziger Jahre bringen dem Manne die Runzel und das Grau der Haare und ebenso ihr Dahinschwinden, und noch ein weiteres Dezennium, und jeden von uns trifft die mahnende Rede an Falstaff: Ist euer Auge nicht feucht und eure Hand nicht trocken, ist eure Wange nicht gelb geworden und der Bart nicht weiß, nimmt euer Bein nicht ab und euer Bauch nicht zu? Oder ist eure Stimme nicht etwa schwach und euer Atem kurz, euer Knie jetzt doppelt und euer Witz einfach, und alles um und an euch vom Alter zerstört und verderbt? Mag sein, daß die Sage vom Johannistrieb mitunter zur Tat wird, viel öfter aber trifft zu, was wir eingangs schon behauptet: das Alter ist selbst eine Krankheit. Wir müssen uns eben damit abfinden, daß unser Körper nur eine vergängliche Hülle um die unsterblichen Keimzellen darstellt, aus winzigster Anlage allmählich hervorgewachsen. Im beständigen Flusse seines stofflichen Aufbaues zur Höhe gediehen, schließt der Mensch nach einer nur kurzen Spanne Frist wieder den Kreislauf seines Lebens, um seine Atome, die sich für eine kleine Weile zum Schmerz und zur Lust gefügt hatten, unverändert der Erde wieder zurückzuerstatten.

VIERTES BUCH

Die Organe des
Menschen



ERSTES KAPITEL

Der Stoffwechsel

Nachdem wir bisher sozusagen den äußeren Menschen betrachtet haben, den Körper an sich, wie er aus Knochen, Muskeln und äußerer Umhüllung aufgebaut, als Lebewesen zutage tritt, wird es nun Zeit, ins Innere zu gehen, die Vorgänge und Zusammenhänge seines Lebensprozesses und die Organe, die ihm dazu zur Verfügung stehen und dienen, näher zu betrachten. Der *Stoffwechsel* ist ein besonderes Kennzeichen aller lebenden Wesen, eine bei ihnen auftretende Gesamtheit von Erscheinungen, die darin bestehen, daß jedes Lebewesen Stoffe aus der Außenwelt in sich aufnimmt, so daß es ständig auf Ernährung angewiesen ist. Diese aufgenommenen Stoffe macht es dann zu wesentlichen Bestandteilen seines Leibes (Assimilation), setzt sie weiter in charakteristischer Weise um (Stoffwechsel im engeren Sinne) und gibt sie schließlich meist in wesentlich veränderter Form als Auswurfstoffe wieder nach außen ab. So kommt dem Stoffwechsel eine zweifache Bedeutung zu. Er liefert zunächst den lebenden Organismen den Stoff, aus dem sie ihren Leib aufzubauen imstande sind, ist also Baustoffwechsel. Denn da die einzelnen Teile des belebten Leibes, die Zellen, sich nicht dauernd funktionsfähig zu erhalten vermögen, sondern nach einer gewissen Zeit zugrunde gehen und von neugebildeten gleicher Art ersetzt werden müssen, so ist es notwendig, daß fortgesetzt neue Substanz für den Aufbau zugeführt wird, während das Material der zugrunde gegangenen Bestandteile ausgeschieden werden muß. Ferner ist es der Stoffwechsel, der den lebendigen Wesen die Kraft, die Energie, für die in ihnen sich vollziehenden Lebensvorgänge liefert und somit als Betriebsstoffwechsel wirkt. Denn der Stoffwechsel ist zugleich ein Kraftwechsel, der bei allen lebenden Wesen Wärme und Arbeit erzeugt.

Man wird sich heute diesen Wechsel des Stoffes nicht mehr so naiv vorstellen, wie das in früheren Zeiten sogar die Wissenschaft getan: daß wir die Nahrung zu uns nehmen zum unmittelbaren Ersatz für das, was im Lebensprozeß verloren geht und fortwährend zerstört wird. Das wäre eine mehr als übertriebene Anschauung, denn wenn tatsächlich immer in vierundzwanzig Stunden ebensoviel von unserem Körper zugrunde ginge, als wir an Nahrung zu uns nehmen, so müßte in ganz kurzer Zeit von dem Ganzen, was an unserem Körper gewesen ist, überhaupt nichts mehr übrig sein. Das geschieht natürlich nicht, der Vorgang ist selbstverständlich ein viel komplizierterer. Alles, was zur Einfuhr gelangt, wird erst vielfach zerlegt und gespalten und umgewandelt, und der Organismus behält nur, was er brauchen kann, und stößt das Überflüssige und Unnötige wieder ab. Diese *Bilanz des Stoffwechsels* im menschlichen Körper vollzieht sich nunmehr folgendermaßen: der Kohlenstoff der Nahrung wird zum weitaus größten Teile, zu neunzig Prozent, als Kohlensäure durch die Lungen, zum kleinen Teil auch durch die Haut, wieder nach außen abgegeben, während ein geringer Anteil, das übrigbleibende Zehntel, in den organischen Bestandteilen des Harns und des Kotes den Körper verläßt. Der Stickstoff aus der Nahrung erscheint fast vollständig im Harn wieder. Vorwiegend in der Form von Harnstoff gerät er mit den unausgenützten Rückständen der Nahrung im Kot, sowie in geringen Mengen im Schweiß und in den Gebilden der Haut, in den Haaren und Nägeln nach außen. Der gesamte Stickstoff des Stoffwechsels erscheint also im Harn und im Kot wieder. Da nun die stickstoffhaltigen Bestandteile der Nahrung ebenso wie die des Körpers zum großen Teile Eiweißstoffe sind, so gibt die Stickstoffausscheidung auch das Maß ab für die Größe der sich vollziehenden Eiweißzersetzung. Die Eiweißstoffe besitzen im Durchschnitt sechzehn Prozent Stickstoff, und die Multiplikation des Stickstoffs mit der Zahl sechseinviertel ergibt die entsprechende Menge Eiweiß, denn sechseinviertel mal sechzehn sind hundert. Dann nehmen wir Sauerstoff mittels der Atmung und in den Nahrungsmitteln auf. Dieser verläßt den Körper vorwiegend wieder in der Form von ausgeschiedener Kohlensäure und Wasser, sowie in den sauerstoffhaltigen Bestandteilen des Harns und des Kotes, während der Wasserstoff, in seiner Hauptsache zu Wasser verbrannt, als solches aus dem Körper ausscheidet. Das sind die vier Grundstoffe, die Hauptelemente. Neben ihnen führen wir Schwefel und Phosphor mit der Nahrung ein. Sie werden hauptsächlich zu Schwefelsäure und zu Phosphor-

säure und zum Teil durch den Harn, zum Teil durch den Kot ausgeschieden. Die meisten leichtlöslichen Salze verlassen den Körper im Harn, andere namentlich die Kalisalze und die schwerlöslichen durch den Kot, während einige andere, wie das Kochsalz, teilweise auch durch den Schweiß aus dem Körper austreten.

Die Feststellung der Bilanz des Stoffwechsels hat in der medizinischen Wissenschaft und in der ärztlichen Praxis eine sehr große Bedeutung. Dennoch ist es nur selten durchführbar und für die meisten Fragen auch gar nicht erforderlich, etwa sämtliche Elemente der Einnahmen und der Ausgaben miteinander zu vergleichen. Es genügt fast immer, die Bilanz für den Kohlenstoff und den Stickstoff aufzustellen. Wichtig aber für viele Zusammenhänge der Stoffwechseluntersuchung ist die Feststellung des im Atem aufgenommenen Sauerstoffes. Wir nennen das Verhältnis der abgegebenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff den „respiratorischen Quotienten“. Würden im Körper nur Kohlehydrate verbrannt werden, die bereits im Molekül so viel Sauerstoff enthalten, um allen Wasserstoff zu Wasser zu verbrennen, so würde aller eingeatmete Sauerstoff nur zur Verbrennung von Kohlenstoff dienen, der „respiratorische Quotient“ also gleich Eins werden. Bei einer Verbrennung von Eiweißstoffen dagegen würde er nur acht Zehntel und bei der von Fett nur sieben Zehntel betragen. Seine Höhe gestattet daher einen Rückschluß auf die Art der hauptsächlich im Körper verbrennenden Stoffe. Bei vorwiegender Kohlehydratzersetzung nähert er sich dem Werte Eins, bei vorwiegender Eiweißzersetzung und Fettzersetzung dagegen sinkt er. Im übrigen gibt schon das Verhalten des Körpergewichts während eines längeren Zeitraumes einen für viele Zwecke ausreichenden, ungefähren Maßstab zur Beurteilung des Stoffwechsels. Natürlich muß dabei der Körper ohne Kleidung gewogen werden. Bleibt das Körpergewicht während einer längeren Zeit konstant, so besteht offenbar Stoffwechselgleichgewicht. Es kann jedoch auch unter völlig normalen Körperverhältnissen von Tag zu Tag in kurzen Zwischenräumen in ziemlich weiten Grenzen schwanken, und zwar hauptsächlich infolge der Aufspeicherung oder Abgabe von Wasser und der wechselnden Füllung von Magen und Darm.

Eine interessante Tatsache, die nicht jedem bekannt sein dürfte, ist die, daß wir eigentlich keine Minute lang das gleiche *Körpergewicht* besitzen. Wenn hinreichend feine Waageinstrumente zur Verfügung stehen und man sich jetzt und nach fünf Minuten wieder wiegt, so läßt sich

immer ein deutlicher Gewichtsverlust feststellen, der in den ununterbrochen vor sich gehenden gasförmigen Ausscheidungen durch Lungen und Haut seine Ursache hat.

Bei Ernährung mit gemischter Kost ist die *verwertbare wärmebildende Kraft* für ein Gramm Eiweiß rund gleich vier, für ein Gramm Fett gleich neun, für ein Gramm Kohlehydrat gleich vier großen Kalorien. Davon muß jedesmal noch der Verlust an Energie in dem Kot, der auf etwa sechs bis acht Prozent zu schätzen ist, in Abzug gebracht werden.

Der gesunde Erwachsene befindet sich unter normalen Verhältnissen im *Stoffwechselgleichgewicht*, in einem Zustande also, wobei dem Körper in den Einnahmen ebensoviel Stoff und Energie zugeführt wird, als in den Ausgaben Stoff ausgeschieden und Energie vom Körper abgegeben wird. Solange sich dieser in der Periode des Wachstums befindet, müssen natürlich der Körperzunahme entsprechend die Einnahmen überwiegen, wie umgekehrt im Greisenalter ein gewisses Überwiegen der Ausgaben vorhanden sein mag. Nimmt daher jemand weniger in der Nahrung auf, als er in seinen Ausscheidungen abgibt, so müssen offenbar Bestandteile seines eigenen Körpers abgeschmolzen und zersetzt werden. Wie sich daher der Stoffwechsel bei einer bestimmten Kost gestaltet, ob Stoffwechselgleichgewicht sich einstellt oder eine Abgabe von Körpermaterial oder aber ein Ansatz am Körper eintritt, das hängt in erster Linie davon ab, ob der Energieinhalt der Nahrung dem Energiebedarf des Körpers entspricht. Und dieser Energiebedarf ist natürlich verschieden nach der Größe des einzelnen Körpers, also nach seinem Gewicht. Er wird daher immer auf ein Kilo Körpergewicht bezogen, und nach den Leistungen, die er zu vollbringen hat, die hier hauptsächlich in Muskelarbeit bestehen. Eine solche Berechnung des Energiebedarfs auf je ein Kilo des Körpergewichts als Einheit erfolgt aus rein praktischen Gründen, da das Gewicht den einfachen Maßstab für die verschiedene Körpergröße von sonst gleichgebauten Individuen darstellt. Doch ist sie nicht mehr ohne weiteres zulässig bei sehr fettreichen Personen, da das Fett als das Reservematerial des Körpers an dem Stoffwechsel der lebenden Zellen nicht teilnimmt.

So ist also der *Energiebedarf* kein einheitlicher. Er gestaltet sich bei jedem Menschen nach Alter und Körperbeschaffenheit, nach Lebensweise und Arbeit durchaus individuell. Derjenige des Neugeborenen ist, wird auch er auf ein Kilo Körpergewicht bezogen, erheblich größer als der des Erwachsenen. In der ersten bis zweiten Woche beträgt er mehr als

hundert Kalorien, nach einem Vierteljahr noch neunzig, in der dreißigsten Woche achtzig und in der vierzigsten siebenzig Kalorien. Nun ist ein solcher Körper noch klein, die Wärmeproduktion aber steht nicht mit dem Körpergewicht, sondern vielmehr mit der Körperoberfläche in einem einfachen Verhältnisse. Kleinere und daher auch jüngere Wesen haben bezüglich ihrer Größenmaße eine verhältnismäßig ausgedehntere und umfangreichere Oberfläche als große, als ältere, als erwachsene, und da die Wärmeabgabe gerade zumeist von den äußeren Oberflächen erfolgt, so muß bei größerer Wärmeabfuhrfläche auch für jedes Kilogramm Gewicht eine beträchtlichere Wärmeproduktion stattfinden als bei kleinerer. Wollte man aber darum die Wärmeproduktion nicht auf das Gewicht, sondern auf die Oberfläche beziehen, so müßte sie für jeden Quadratmeter dieser stets gleich sein. In der Tat fand sich, daß für Hunde von ganz verschiedener Größe die Wärmeproduktion für jeden Quadratmeter Körperoberfläche genau die gleichen Kalorien betrug. Beim Menschen ist der Energiewechsel für den Quadratmeter Körperoberfläche bei Hunger und bei gleichzeitiger Ruhe etwas mehr als tausend, bei mittlerer Kost und Ruhe an tausendzweihundert und bei mittlerer Arbeitsleistung tausendvierhundert Kalorien. Der Energiebedarf eines erwachsenen Menschen von siebenzig Kilo Körpergewicht ist bei Zimmerruhe auf zweitausendvierhundert Kalorien anzunehmen, das sind hundert in der Stunde, bei mittlerer Arbeit indessen zweitausendachthundert. Eine ausreichende Nahrung muß in erster Linie diesem Energiebedarf des Körpers unter allen Umständen genügen. Doch lassen sich unter Zugrundelegung der Standardwerte für die nutzbare Energie der einzelnen Nahrungsstoffe für einen solchen Energiebedarf mannigfache verschiedenartige Nahrungszusammenstellungen in gleicher Weise als ausreichend in Anwendung ziehen. Ihre Gesamtkalorienzahl muß nur immer die gleiche Summe ergeben. So lassen sich einmal achtzig Gramm Eiweiß mit dreihundert Gramm Kohlehydrat und hundertfünfunddreißig Gramm Fett kombinieren. Das ergibt etwa zweitausendachthundert Kalorien. Aber wenn zu denselben achtzig Gramm Eiweiß nur zweihundert Gramm Kohlehydrat, dafür aber hundertachtzig Gramm Fett gegeben werden, so macht das dieselben zweitausendachthundert Kalorien aus. Fügt man dem Eiweiß vierhundert Gramm Kohlehydrat zu, so bedarf es dann nur noch einer Fettmenge von neunzig Gramm, um die gleiche Kalorienzahl zu erreichen. Sind aber hundert Gramm Eiweiß in der Nahrung und wieder hundertfünfunddreißig Gramm Fett, wie in unserer ersten

Kombination, so ist die Ersparnis an Kohlehydrat gering, es müssen davon immer noch zweihundertachtzig Gramm hinzukommen, um die gleichen Kalorien zu gewinnen. Jedenfalls, und das ist sehr wesentlich, kann die Zusammensetzung der einzelnen Nahrungsstoffe in sehr weiten Grenzen schwanken, während der Energieinhalt durchaus derselbe bleibt.

Indessen ist die Möglichkeit eines *gegenseitigen Austausches der Nahrungsstoffe* unter sich keine absolute und völlig willkürliche. Wohl lassen sich in einer ausreichenden Nahrung die Kohlehydrate fast völlig durch gleichwertige Mengen von Eiweiß oder von Fett ersetzen, und ebenso auch die Fette fast völlig durch Eiweiß oder durch Kohlehydrate. Nur das Eiweiß kann immer nur bis zu einem bestimmten Anteil durch gleichwertige Mengen anderer Nahrungsstoffe ausgetauscht werden. Eine ausreichende Ernährung ganz ohne Eiweiß gibt es nicht. Das Mindestmaß an Eiweiß, das in der Nahrung nicht fehlen darf, um den Körper im Gleichgewicht zu erhalten, auch wenn im übrigen deren gesamter Kaloriengehalt sonst ausreicht, wurde bisher für den Tag auf fünfundzwanzig bis dreißig Gramm festgesetzt. Es ist aber nicht möglich, daß eine so geringfügige Zufuhr auf die Dauer ausreichen würde.

Bei der Zusammenstellung einer ausreichenden Nahrung muß daher zunächst immer berücksichtigt werden, daß sie dem Körper die für ihn notwendige Energiemenge zuführt, sowie daß sie ihm weiterhin auch noch die für den Aufbau seiner Gewebe notwendigen Stoffe, Wasser, Salze und Eiweiß, liefert. Salze pflegen in den Nahrungsmitteln im allgemeinen schon immer in durchaus genügender Menge vorhanden zu sein. So erübrigt sich nur, dafür Sorge zu tragen, daß sich in ihr auch tatsächlich die Mindestmenge von achtzig Gramm Eiweiß befindet, sonst mag sie in den gebotenen Mengen zusammengesetzt sein, wie sie will.

Das *Wasser*, von dem der Erwachsene in Speise und Trank zwei bis zweieinhalb Liter täglich zu sich nimmt, ist unentbehrlich. Wird dem Organismus das Wasser entzogen, so bewirkt das eine Steigerung des Eiweißzerfalls. Eine übermäßige Wasserzufuhr hat indessen eine vermehrte Ausscheidung von stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukten zur Folge. Werden beispielsweise dem Organismus täglich drei Liter Wasser zugeführt, so kommen hiervon etwa zwei im Harn wieder zum Vorschein, hundert Kubikzentimeter im Kot, zweihundert mit der Atemluft, während siebenhundert, also ein volles Viertel, durch die Haut ausgeschieden werden. Selbstverständlich können diese Werte je nach den Umständen in ziemlich weiten Grenzen schwanken. Es sollte hier aber auch nur ein

Anhaltspunkt gegeben werden. Wie das Wasser bilden auch die *anorganischen Salze* einen notwendigen und durchaus unerläßlichen Bestandteil aller Gewebe. Ohne sie wäre ihr Aufbau unmöglich, sie finden sich auch in den gewöhnlichen und alltäglichen Nahrungsmitteln überall in hinreichender Menge vor, so daß es ihrer besonderen Verabreichung nicht bedarf. Alle schönen Theorien über Nährsalze und ähnliche Allergeweltshilfsmittel sind überflüssig und unzutreffend, das zeigen ja auch schon die Tiere, die mit ihrer gewöhnlichen Nahrung durchaus hinsichtlich der Salzzufuhr ausreichen. Wenn aus der Nahrung nicht alle, sondern nur einzelne notwendige Salze fortfallen, so entstehen hieraus mit Sicherheit Störungen in der Ernährung derjenigen Gewebe, die diese Salze besonders notwendig brauchen und sie nicht entbehren können. So stört Kalkmangel die normale Knochenbildung, und das Fehlen von Kochsalz bewirkt Eiweißausscheidung im Urin. Das Eisen, das dem Körper für die Blutbildung notwendig und unentbehrlich ist, nimmt er in der Form komplizierter organischer Verbindungen auf, die dem Pflanzenreich und auch dem Tierreich entstammen, aber auch in anorganischer Form im Trinkwasser.

Der wichtigste und, wie wir oben sahen, unentbehrliche Nahrungsstoff sind die *Eiweiße*. Das mit der Nahrung aufgenommene Eiweiß dient zunächst zum Ersatz der verbrauchten und eingeschmolzenen stickstoffhaltigen Körpergewebe, das hierbei übrigbleibende wird im Stoffwechsel schnell verbrannt und dient als Quelle für Kraft und Wärme. Ein prinzipieller Unterschied besteht für die Ernährung zwischen animalischem und vegetabilischem, zwischen tierischem und pflanzlichem Eiweiß nicht, wenn dieses aus den Pflanzenzellen isoliert, also den Verdauungssäften ebenso zugänglich ist wie das animalische. Sonst wird allerdings durch den Einschluß in die Zellen die Ausnützung des vegetabilischen Eiweißes im Darm beträchtlich verschlechtert.

Nun vermögen wir Menschen aber nicht wie der Hund so viel Eiweiß in uns aufzunehmen, um aus diesem allein unser ganzes Bedürfnis an Energie zu decken. Hierfür müssen wir in der Nahrung *Fette* oder *Kohlehydrate* oder beides zusammen einführen. Bei ihrer Verbrennung im Körper setzen dann diese die in ihnen enthaltene Spannkraft in lebedige Energie um. Sie sind die wesentlichen Energieträger der Nahrung, und sie können sich gegenseitig in gleichwertigen Mengen vertreten. Doch ist eine vollständige Vertretung der Fette durch Kohlehydrate oder umgekehrt allerdings nicht möglich; denn das Nahrungsfett enthält auch

gewisse Substanzen, die als solche für den Organismus unentbehrlich sind und daher in gewissen, allerdings sehr geringen Mengen immer selbst in der Nahrung vorhanden sein müssen. Würden die Kohlehydrate gänzlich ausgeschaltet, so tritt als das Zeichen eines abnormen Ablaufs der Stoffwechselforgänge eine Ausscheidung von Essiggeistkörpern im Harn auf. Mindestens ein Zehntel der Gesamtkalorien in der Nahrung muß auch immer aus Kohlehydraten bestehen, um das Zustandekommen dieses Säureüberschusses zu verhüten.

Will man nun aus alledem die Menge der einzelnen Nahrungsstoffe in Erfahrung bringen, die in einer *ausreichenden Nahrung* für vierundzwanzig Stunden enthalten sein müssen, so geschieht dies am besten auf dem Wege der Erfahrung, indem bei einer möglichst großen Anzahl von Menschen, die sich bei freier Wahl ihrer Speisen und Getränke offenkundig ausreichend ernähren, die Zusammensetzung ihrer Nahrung ermittelt wird. Und da stellt sich auf Grund zahlreicher Einzelbeobachtungen heraus, daß das mittlere Kostmaß für einen Erwachsenen bei durchschnittlicher Arbeit auf hundertzwanzig Gramm Eiweiß, auf fünf- und fünfzig Gramm Fett und auf fünfhundert Gramm Kohlehydrate zu bemessen ist. Doch kann natürlich nach dem, was ich schon früher ausgeführt habe, auch eine andere zusammengesetzte Nahrung völlig ausreichend sein, wenn sie nur die notwendige Energiemenge und das erforderliche Eiweißmaß enthält.

Zur leichteren Orientierung in dieser Beziehung fügen wir eine Tabelle bei, die den Gehalt der wichtigsten Nahrungsmittel an den verschiedenen Bestandteilen ausweist. Gern hätten wir diese Tabelle so umfassend gestaltet, daß sie auf jede bezügliche Frage Antwort geben kann; doch war uns hier, mit Rücksicht auf den Umfang des Buches, Beschränkung auferlegt.

Die gegebenen Zahlen sind Durchschnittszahlen chemischer Analysen und stellen den Gesamtgehalt des analysierten Stoffes dar. Dieser wird natürlich nie voll ausgenutzt, sondern es geht während der Verdauung stets ein Teil der Stoffe verloren, der bei Eiweiß, Fett und Kohlehydraten zwischen 5 bis 15 Prozent schwankt, und zwar so, daß der größte Verlust beim Eiweiß, der geringste bei den Kohlehydraten stattfindet. Der Nährwert der Nahrungsmittel wird aus den Wärmeeinheiten (Kalorien) berechnet, die bei der Verbrennung (Verdauung) ihrer Substanzen entstehen: ein Gramm Eiweiß oder Kohlehydrate etwas über 4, ein Gramm Fett etwas über 9 Kalorien usw. Eine Kalorie aber entspricht, nach dem System des Dr. v. Pirquet, $1\frac{1}{2}$ Milchnährwerteinheiten (Nem).

Zusammensetzung der Nahrungsmittel

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlenhydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
<i>Alkoholische Getränke</i>					
Ahrwein, rot	—	9,5	1,0	86,4	3,1
Ale	0,5	5,1	2,8	85,2	6,4
Apfelmost, frisch	—	0,9	13,5	68,8	16,8
Apfelwein	—	4,5	1,2	91,2	3,1
Bockbier	0,7	4,4	6,4	80,6	7,9
Bordeau	—	8,2	0,9	88,3	2,6
Branntwein, gewöhnlicher	—	36,0	—	64,0	—
Eierkognak	4,6	23,7	29,4	41,6	0,7
Heidelbeerwein, süß	—	9,6	7,7	73,8	8,9
Himbeersirup mit Zucker	0,2	0,3	57,7	41,5	0,3
Johannisbeerwein, süß	—	11,7	7,5	71,6	9,2
Kirschwein, herb	—	6,4	0,5	85,8	7,3
Kognak, Weinbrand	—	48,0	—	52,0	—
Kümmel	—	24,8	31,2	44,0	—
Madeira	—	15,1	3,2	76,6	5,1
Malaga	—	10,8	17,0	53,6	18,6
Malzextraktbier	0,9	3,4	8,8	77,1	9,8
Mittelitalienischer Rotwein	—	10,2	1,7	87,9	0,2
Mosel- und Saar-Weißwein	—	7,3	0,9	89,4	2,4
Nahe-Weißwein	—	8,1	0,8	88,8	2,3
Pfalz-Weißwein	—	8,5	0,8	88,3	2,4
Pilsner Urquell	0,4	3,5	4,4	86,9	4,8
Portwein	—	16,0	6,0	70,0	8,0
Rheingau-Rotwein	—	9,2	0,7	87,1	3,0
Rhein- und Maingau-Weißwein	—	8,3	1,1	87,6	3,0
Rum	—	53,0	—	47,0	—
Schaumwein, trocken	—	10,3	1,2	85,9	2,6
Sherry	—	15,6	2,7	77,2	4,5
Sherry brandy	—	33,2	18,9	47,3	0,6
Slivowitz (Zwetschgengeist)	—	42,0	—	58,0	—
Tiroler Rotwein	—	9,0	0,9	87,6	2,5
Traubenmost, frisch	0,2	0,8	16,3	65,4	17,3
Wermutwein	—	10,1	10,1	67,0	12,8
Whisky	—	49,0	—	51,0	—
<i>Fische, roh</i>					
Bachforelle, ganzer Fisch	18,9	2,4	1,4	75,3	2,0
Flunder, ganzer Fisch	13,4	1,0	1,9	81,7	2,0
Flußaal, ganzer Fisch	12,5	27,4	0,4	58,6	1,1
Goldbarsch, ganzer Fisch	18,5	0,8	0,8	78,5	1,4
Hecht, Fleisch	18,3	0,5	—	80,0	1,2
Heilbutt, ganzer Fisch	18,5	5,3	—	74,9	1,3
Hering, Fleisch	15,5	7,6	0,8	75,1	1,0
Hering, grün	12,0	5,2	—	81,1	1,7
Kabeljau, Fleisch	16,0	0,3	—	82,4	1,3
Kabeljau, frisch, bratfertig	13,6	0,1	—	84,8	1,5
Karpfen, ganz, gemästet	17,1	6,3	—	74,8	1,8
Karpfen, Fleisch	19,3	1,5	—	77,4	1,8
Makrele, ganzer Fisch	18,8	8,9	—	70,3	2,0

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlehydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
Miesmuschelfleisch, frisch	8,6	1,2	2,2	85,3	2,7
Schellfisch, ganzer Fisch	17,1	0,3	—	80,9	1,7
Scholle, ganzer Fisch	15,9	1,5	—	81,3	1,3
Seelachs, ganzer Fisch	15,3	5,9	—	77,0	1,8
Seezunge, Fleisch	14,7	0,5	—	83,1	1,7
Steinbutt, Fleisch	18,3	2,3	—	78,4	1,0
Stockfisch, getrocknet, ganzer Fisch	77,2	1,5	—	15,0	6,3
Stockfisch, Fleisch, gewässert	18,0	0,4	1,1	72,7	7,8
Weinbergschnecke, frisch, Fleisch . .	16,1	1,4	0,5	79,9	2,1
<i>Fische, zubereitet</i>					
Aal in Gelee, ganz	18,0	17,3	0,6	63,7	0,4
Anchovis, sauer, ganz	22,5	6,9	0,8	61,6	8,2
Brathering in Essig, ganz	18,6	9,5	0,6	53,8	17,5
Dorschkaviar	16,3	2,9	3,0	62,8	15,0
Goldbarsch, gebacken	25,0	11,8	1,7	60,0	1,5
Goldbarsch, gekocht	20,6	1,0	0,8	75,8	1,8
Hering, Bismarck, ganz	22,1	14,7	1,4	53,8	8,0
Hering, gekocht	26,9	10,0	—	61,3	1,8
Hering, gesalzen, Fleisch	14,7	18,8	1,1	35,8	29,6
Hering in Gelee, ganz	18,5	15,8	0,7	64,6	0,4
Hering, mariniert, ganz	18,2	14,2	0,8	58,7	8,1
Hering, Maatjes, ganz	17,0	9,0	—	63,0	11,0
Hecht, gekocht	19,5	0,6	—	78,1	1,8
Kabeljau, gebacken	26,4	10,0	3,3	58,8	1,5
Kabeljau, gekocht	22,0	0,5	—	76,0	1,5
Karpfen, gekocht	17,2	0,8	—	80,3	1,7
Makrele, geräuchert, ganz	21,9	25,4	—	51,0	1,7
Neunaugen, gebraten, in Essig, ganz	16,7	18,4	0,4	48,6	15,9
Ölsardinen, ganz	19,7	11,6	1,0	45,2	22,5
Pökling, ganz	20,7	8,0	—	69,8	1,5
Pökling, Fleisch, geräuchert	20,7	8,8	—	69,0	1,5
Rollmops, ganz	18,4	13,6	0,9	59,3	7,8
Salzhering, ganzer Fisch	15,1	12,7	1,2	41,3	29,7
Salzhering, gekocht	21,0	11,3	9,5	46,0	12,2
Sardellen, ganz	20,6	2,6	0,6	36,4	39,8
Sardinen, sauer, ganz	21,7	8,9	1,8	59,2	8,4
Schellfisch, gebacken	21,4	8,5	1,0	67,6	1,5
Schellfisch, gebraten	23,7	0,5	1,3	73,0	1,5
Schellfisch, gekocht	21,4	0,4	—	76,7	1,5
Schellfisch, geräuchert, ganz	22,5	5,0	—	71,0	1,5
Schleie, gekocht	17,4	0,6	—	80,4	1,6
Scholle, gebacken	20,5	14,5	3,4	60,1	1,5
Scholle, gebraten	17,8	9,1	1,8	69,8	1,5
Scholle, gekocht	15,0	2,0	2,3	79,2	1,5
Seelachs, gebraten	23,3	6,9	0,5	67,8	1,5
Seelachs, gekocht	17,2	6,0	0,8	74,5	1,5
Sprotten, geräuchert, ganz	21,5	16,4	0,7	59,2	2,2
Sprotten, gekocht	14,0	6,6	2,4	75,8	1,2
Zander, gekocht	22,9	0,4	0,5	74,7	1,5

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlenhydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakt
<i>Fleisch, roh</i>					
Ente, zahm, mit Knochen	20,0	4,4	—	72,4	3,2
Feldhuhn, ohne Knochen (Keb- huhn)	24,7	1,4	0,5	72,1	1,3
Gans, fett	14,9	45,0	0,2	33,8	1,1
Gans, fett, Lunge, Leber, Herz, Magen	17,6	5,9	3,8	69,4	3,3
Gänsefleisch, bratfertig	19,1	27,2	—	51,9	1,8
Gehirn vom Schwein	13,4	18,6	0,7	61,7	5,6
Hammelfleisch mit Knochen	16,2	22,5	—	59,1	2,2
Hammelkeule mit Knochen	16,8	18,8	0,2	62,1	2,1
Hase, bratfertig, mit Knochen	22,8	1,1	0,3	73,1	2,7
Hühnerfleisch, bratfertig	18,6	6,2	1,2	72,1	1,9
Huhn, fett, bratfertig mit Knochen	18,3	9,1	0,9	69,5	2,2
Huhn, mager, bratfertig mit Knochen	14,1	1,5	1,0	80,9	2,5
Kalbfleisch mit Knochen	19,3	6,7	0,3	71,5	2,2
Kalbsbries, frisch	26,3	0,4	—	65,8	7,5
Kalbshirn, frisch	8,4	8,0	0,4	76,0	7,2
Kalbsniere, frisch	18,1	4,4	0,4	74,4	2,7
Kaldaunen vom Schwein	1,3	89,9	—	6,5	2,3
Kaninchen mit Knochen i. D.	21,2	8,7	0,3	67,4	2,4
Knochenmark	3,2	89,8	—	4,7	2,3
Knorpeln mit Fett (Kalbsfüße) . . .	21,8	10,7	—	60,4	7,1
Leber vom Rind oder Kalb	20,3	3,6	3,3	71,1	1,7
Pferdefleisch ohne Knochen	21,5	2,5	0,7	74,0	1,3
Rindfleisch mit Knochen	18,7	15,6	0,3	63,2	2,2
Rindszunge, frisch	16,1	17,4	—	64,9	1,6
Schinken, roh	17,5	23,9	0,3	55,4	2,9
Schinken mit Knochen	19,0	25,7	0,2	51,9	3,2
Schweinefleisch mit Knochen	16,2	25,9	0,2	55,5	2,2
Schweinefleisch, sehr fett	13,7	39,7	—	45,4	1,2
Schweinespeck	6,2	77,2	—	9,9	6,7
Schweinsnieren	18,4	4,6	0,7	73,8	2,5
Selchfleisch (Rauchfleisch)	27,0	16,0	—	47,4	9,6
Speck, durchwachsen	8,8	68,0	—	17,5	5,7
Taube, bratfertig	21,3	1,0	0,4	75,3	2,0
<i>Fleisch, zubereitet</i>					
Backhuhn	21,0	2,5	—	75,0	1,5
Blutwurst i. D.	17,0	10,7	22,4	43,7	6,2
Bratensaft i. D.	2,5	9,0	—	85,0	3,5
Cervelatwurst i. D.	24,0	39,1	—	33,8	3,1
Corned beef i. D.	23,8	11,8	1,6	53,4	9,4
Fleischklöße	18,2	5,2	3,2	72,2	1,2
Frankfurter Wurst	12,5	39,1	2,5	42,8	3,1
Gans, gebraten, i. D.	19,0	45,0	—	34,0	2,0
Gänseeschmalz	0,5	97,2	—	0,5	1,8
Hackbraten	13,4	4,2	6,0	74,1	2,3

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlhydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
Hackfleisch, roh	18,0	9,0	0,8	70,2	2,0
Hammelfleisch, gebraten, i. D.	22,0	10,0	—	66,0	2,0
Hammelfleisch, gekocht	25,8	24,4	0,5	48,0	1,3
Hasenbraten	48,6	1,4	0,2	49,0	0,8
Huhn, gebraten, i. D.	25,2	9,0	—	65,4	0,4
Kalbfleisch, gedämpft	23,7	1,0	—	74,1	1,2
Kalbfleisch, mager, gekocht	28,9	4,4	0,5	65,0	1,2
Kalbsbraten i. D.	24,9	4,9	0,1	64,8	5,3
Kalbshirn, gekocht	10,4	10,2	—	77,7	1,7
Kalbskotelett, gebacken	29,0	11,9	0,3	57,4	1,4
Kalbsleber, gebraten	20,1	7,5	6,2	65,8	0,4
Kalbsschnitzel, naturell	22,3	6,0	3,2	61,0	7,5
Klops	19,9	4,7	5,7	68,7	1,0
Leberwurst i. D.	13,2	24,5	10,2	45,6	6,5
Mettwurst	22,9	39,9	2,5	27,8	6,9
Mettwurst, mager, gekocht	24,2	31,0	0,3	43,4	1,1
Ochsenszunge, geräuchert	25,8	33,6	—	38,0	2,6
Rindfleisch, gebraten, i. D.	22,6	5,4	—	58,8	13,2
Rindfleisch, gekocht, i. D.	23,9	10,9	—	63,8	1,4
Rindfleisch, halbfett, gekocht	32,1	8,2	0,4	58,3	1,0
Rindnierenbraten	22,8	19,4	—	54,8	3,0
Salamiwurst	27,8	48,4	—	17,0	6,8
Schinken, gekocht	23,6	23,3	0,1	47,6	5,4
Schinkenwurst	12,9	34,4	2,5	46,9	3,3
Schlackwurst (Knackwurst)	20,3	27,0	—	48,0	4,7
Schweinebraten i. D.	28,5	13,5	—	55,7	2,3
Schweinefleisch, gekocht	28,5	10,6	0,1	58,9	1,9
Schweinskotelett	21,5	16,7	2,1	58,1	1,6
Speck, gebraten	11,0	83,0	—	3,7	2,3
Speck, gesalzen	7,4	77,0	—	9,9	5,7
Sülzenwurst	23,1	22,8	—	41,5	12,6
Taube, gebraten	27,4	4,1	1,2	59,0	8,3
Würste und Würstchen (Wiener)	12,3	15,1	0,3	62,5	9,8
Zunge, gekocht und gebraten	28,3	15,9	—	53,8	2,0
Zunge, geräuchert, gekocht	25,5	14,5	—	57,0	3,0
<i>Gemüse und Pilze, roh</i>					
Bleichsellerie	1,1	0,1	4,2	93,1	1,5
Blumenkohl	2,2	0,3	4,0	92,7	0,8
Bohnen, weiße	24,2	1,0	55,1	15,4	4,3
Brunnenkresse	2,0	0,1	0,9	95,1	1,9
Champignons	4,4	0,2	4,0	90,6	0,8
Dill, Blüten und Blätter	2,6	0,5	8,4	86,1	2,4
Endiviansalat	1,6	0,1	2,7	94,1	1,5
Erbsen	21,9	1,3	58,8	15,1	2,9
Erbsen, grüne	6,1	0,4	13,2	78,9	1,4
Feldsalat	1,8	0,3	2,8	94,0	1,1
Gurken	0,9	0,4	3,1	93,1	2,5
Karotten	0,9	0,1	8,2	90,1	0,7

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlehydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
Kartoffeln, roh, geschält	1,9	0,2	21,4	73,5	3,0
Knoblauch	6,9	0,1	26,6	65,3	1,1
Kohlrabi, Wurzel	2,8	0,2	8,1	87,4	1,5
Kohlrüben	1,4	0,2	8,1	89,5	0,8
Kopfsalat	1,3	0,3	2,4	94,8	1,2
Kraut, Weiß	1,3	0,1	5,1	92,2	1,3
Kürbis	1,0	0,4	6,8	91,2	0,6
Lauchporree, Blätter und Stengel .	1,8	0,4	4,9	91,8	1,1
Linzen	24,6	1,5	56,5	13,3	4,1
Meerrettich	2,4	0,3	16,3	77,9	3,1
Melone	0,8	0,2	6,3	92,3	0,4
Möhren	1,1	0,2	8,7	88,5	1,5
Perlzwiebel	2,7	0,1	25,8	70,5	0,9
Petersilie	3,8	0,7	6,9	87,0	1,6
Pfifferlinge	2,4	0,4	4,2	92,3	0,7
Radieschen	1,1	0,2	3,9	94,2	0,6
Reizker	2,7	0,7	4,7	91,2	0,7
Rettich, schwarz	1,7	0,1	9,0	86,7	2,5
Rhabarber, geschält	0,6	0,1	3,2	94,7	1,4
Rosenkohl	4,6	0,4	7,2	86,3	1,5
Rotkohl, Rotkraut	1,5	0,2	5,6	91,7	1,0
Rübe, rote	1,2	0,1	7,6	90,4	0,7
Schnittbohnen	3,1	0,2	7,5	88,2	1,0
Schnittlauch	3,5	0,7	9,9	84,6	1,3
Sellerieknollen	1,3	0,3	10,5	85,9	2,0
Spargel, geschält	1,8	0,1	2,7	94,7	0,7
Spinat	2,5	0,3	3,2	91,7	2,3
Steinpilze	4,9	0,3	5,5	88,4	0,9
Teltower Rübchen	3,6	0,1	11,6	83,4	1,3
Tomaten	1,0	1,7	3,5	90,0	3,8
Wachsbohnen	1,8	0,2	3,9	92,6	1,5
Wirsingkohl	1,6	0,2	3,9	93,6	0,7
Zuckererbsen	3,7	0,4	4,0	89,8	2,1
Zwiebel, blaßrot	1,4	0,2	8,3	89,5	0,6
<i>Gemüse, zubereitet</i>					
Blumenkohl	1,9	4,4	2,1	89,5	2,1
Blumenkohl in gelber Sauce	2,6	4,0	2,7	90,2	0,5
Erbsen, grün	4,5	3,6	7,9	81,6	2,4
Erbsen mit Sauerkraut und Speck .	2,3	2,6	9,6	83,0	2,5
Grünkohl	2,9	8,7	7,6	78,6	2,2
Kartoffelbrei mit Butter und Milch .	2,6	3,1	18,1	74,6	1,6
Kartoffeln, gedämpft	3,2	4,8	26,2	61,6	4,2
Kartoffeln, gekocht	2,1	0,1	21,0	75,2	1,6
Kartoffeln, geröstet	2,7	9,7	27,0	58,1	2,5
Kartoffelsalat mit Sahne und Eigelb .	1,6	9,2	17,6	70,3	1,3
Kohlrabi	2,0	7,7	9,2	79,4	1,7
Kohlrüben mit Fleisch	1,8	1,3	8,1	87,0	1,8
Möhren mit Schweinefleisch	1,4	1,4	9,4	85,9	1,9

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlehydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
Möhrengemüse	1,1	5,1	8,2	85,0	0,6
Rosenkohl mit Fett	2,2	4,8	4,1	87,4	1,5
Rotkohl mit Schmalz	1,1	5,8	4,7	87,2	1,2
Salatbohnen	1,7	2,9	6,6	74,5	14,3
Salat, grüner	0,7	0,5	2,1	81,8	14,9
Sauerkraut mit fettem Fleisch	1,2	3,7	6,8	86,4	1,9
Schwarzwurzeln mit Fett	0,6	6,3	8,2	83,4	1,5
Spargel	1,8	0,8	2,3	94,1	1,0
Spargel mit Tunke	1,0	6,0	4,6	86,5	1,9
Spargelsalat	0,7	1,7	1,0	81,8	14,8
Spinat	3,5	5,7	5,0	84,2	1,6
Weißkraut mit Fett	1,5	4,9	4,8	86,5	2,3
Wirsing mit Fett	2,3	7,2	6,3	81,8	2,4
<i>Gemüse und Pilze, konserviert</i>					
Artischocken, eingemacht	0,8	—	4,4	92,5	2,3
Bohnen, grün, eingemacht	1,1	0,1	2,6	95,4	0,8
Champignons, getrocknet	41,7	1,7	30,8	11,7	14,1
Erbsen, grün, eingemacht	3,7	0,2	8,6	86,8	0,7
Erbswurst	16,4	34,0	32,4	7,1	10,1
Karotten, getrocknet	19,3	1,5	61,4	14,6	3,2
Kartoffeln, getrocknet	7,4	0,5	77,0	10,1	5,0
Kürbis, eingemacht	0,7	0,1	4,9	92,7	1,6
Morchel, getrocknet	28,5	1,9	37,4	19,0	13,2
Salatbohnen, eingemacht	4,2	0,1	11,2	83,8	0,7
Sauerkraut	1,1	0,4	3,2	90,9	4,4
Schnittbohnen, getrocknet	18,9	1,7	48,9	14,2	16,3
Spargel, eingemacht	1,5	0,1	2,3	95,3	0,8
Steinpilze, getrocknet	36,7	2,7	34,5	12,8	13,3
Suppenkräuter, getrocknet	8,2	1,0	44,9	17,4	28,5
Tomaten, eingemacht	1,3	0,2	3,8	94,1	0,6
Tomatenmus, eingedickt, italienisch	5,4	3,1	14,6	67,3	9,6
Tomatensaft	1,3	0,2	3,7	93,6	1,2
Trüffel, getrocknet	33,9	2,0	24,9	4,4	34,8
<i>Genußmittel</i>					
Eichelkakao	14,0	16,1	61,2	5,2	3,5
Feigenkaffee	5,9	5,4	53,7	29,6	5,4
Gerstenkaffee	15,7	2,5	72,2	6,4	3,2
Haferkakao	22,4	19,2	46,9	8,2	3,3
Kaffee aus Bohnen (15 Gramm)	—	0,7	1,3	98,0	—
Kaffeebohnen, geröstet	13,0	14,4	36,0	13,6	23,0
Kakao (ohne Milch)	0,5	1,6	1,6	96,3	—
Kathreiners Malzkaffee	13,3	2,0	80,5	1,5	2,7
Milchschokolade	6,9	35,0	48,0	2,5	7,6
Puderkakao	22,3	26,5	31,0	5,5	14,7
Roggenkaffee	11,9	2,2	73,4	4,3	8,2
Zichorienkaffee	6,5	2,6	68,0	16,7	6,2

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlhydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
<i>Mehl- und Müllereiprodukte</i>					
<i>a) roh</i>					
Bohnenmehl	23,2	2,1	58,9	10,6	5,2
Buchweizen, geschält	9,9	1,4	74,0	13,4	1,3
Buchweizengrießmehl (Grütze)	10,3	1,3	72,8	14,9	0,7
Buchweizenmehl	8,3	2,1	74,6	13,8	1,2
Erbsenmehl	25,9	1,8	57,6	11,3	3,4
Gerste, geschält	9,4	1,8	78,9	8,5	1,4
Gerstengrießmehl	11,0	2,0	69,8	14,7	2,5
Gerstenmalzkeime	17,1	1,7	58,0	16,8	6,4
Gerstenschleimmehl	9,2	1,4	75,8	11,7	1,9
Graupen aus Roggen	9,1	1,4	75,3	12,6	1,6
Grünkernmehl	8,9	1,8	76,3	11,1	1,9
Haferflocken (Oats)	15,2	5,8	67,0	10,0	2,0
Hafer, geschält	11,8	6,5	65,9	13,9	1,9
Hafergrießmehl (Grütze)	12,3	5,1	70,4	10,4	1,8
Hafermehl	14,3	5,5	66,8	11,4	2,0
Hirse, geschält (Sorghum)	10,8	3,3	70,1	14,4	1,4
Kartoffelmehl	0,9	0,1	80,8	17,8	0,4
Kartoffelstärke	0,6	0,1	84,5	14,6	0,2
Kindermehl (Nestle)	9,5	4,5	78,0	6,2	1,8
Linsenmehl	25,7	1,9	56,8	11,0	4,6
Mais	9,0	3,9	70,4	14,1	2,6
Maisgrieß (Hominy)	8,8	1,1	78,0	11,0	1,1
Maismehl	9,6	3,1	72,1	13,1	2,1
Maismehl (Mondamin)	8,8	2,3	74,7	13,3	0,9
Mohrenhirse (Sorgho)	11,2	7,5	65,3	15,0	1,0
Panierbrösel	7,2	0,5	69,8	18,0	4,5
Paniermehl	13,1	0,6	71,5	9,5	5,3
Puddingpulver, Dr. Oetker	1,2	—	84,3	13,2	1,3
Reis, halb geschält	5,3	2,0	75,4	14,2	3,1
Reis, poliert	8,7	0,9	75,2	13,6	1,6
Reis, rot (ungeschält)	4,9	1,3	76,7	13,7	3,4
Reismehl, feinstes	6,8	0,6	79,6	12,6	0,4
Reisstärke	0,5	—	89,0	10,0	0,5
Roggen, ganzes Korn	10,5	1,4	72,5	14,3	1,3
Roggenmehl	9,5	1,4	73,9	13,4	1,8
Roggenmehl, fein	5,4	0,4	79,3	12,8	2,1
Roggen, schwach geschält	10,9	1,3	72,4	11,5	3,9
Sago, echt	2,2	—	81,4	15,9	0,5
Sojabohnenmehl	25,7	18,8	38,1	10,3	7,1
Spelz, Grünkern, Suppengrieß	10,1	2,5	73,3	12,0	2,1
Tapioka, Arrowroot	0,7	0,2	84,3	14,5	0,3
Weizen, geschält	10,8	1,1	71,2	14,8	2,1
Weizengrieß	9,8	0,7	75,2	13,2	1,1
Weizenmehl, fein	10,4	1,1	74,2	13,3	1,0
Weizenmehl, gröberes	11,7	1,6	73,2	12,7	0,8
Weizenstärke	0,9	0,2	87,9	10,6	0,4

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlehydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
<i>b) verarbeitet</i>					
Apfelkuchen	4,5	12,1	36,6	42,5	4,3
Apfelreis	1,4	2,9	16,9	77,3	1,5
Apfelstrudel	4,6	8,9	28,5	56,4	1,6
Auflauf	7,4	11,1	21,6	58,2	1,7
Biskuit	8,3	4,8	64,5	19,3	3,1
Blätterteigwaren	6,3	35,1	50,1	6,3	2,2
Brezeln, Freiburger	10,6	0,5	74,4	10,1	4,4
Dreierbrötchen	6,5	0,5	54,5	37,1	1,4
Eierkuchen	6,2	13,3	22,2	58,2	0,1
Eiernudeln	14,1	2,4	68,0	13,4	2,1
Grahambrot	7,2	0,7	49,5	40,8	1,8
Grießpudding	5,3	0,2	81,2	12,7	0,6
Grießschmarren	8,0	12,5	29,3	48,3	1,9
Haferzwieback	8,6	10,4	66,7	10,0	4,3
Honigkuchen	6,2	1,1	76,2	14,6	1,9
Kakes (Leibnitz)	7,6	9,2	74,6	7,3	1,3
Kartoffelschmarren	5,1	12,8	20,3	59,5	2,3
Lebkuchen	6,5	4,0	82,4	5,6	1,5
Leibnitzwaffeln	8,5	18,0	64,3	7,0	2,2
Maisbrot	5,8	1,7	45,7	43,8	3,0
Makronen	11,1	23,9	53,0	10,1	1,9
Mandelkuchen	10,8	23,7	61,4	2,1	2,0
Mehlklöße	2,8	2,9	11,6	81,2	1,5
Mehl- und Grießbrei	5,5	2,7	18,2	71,8	1,8
Omelette aus Ei und Fett	11,0	21,0	3,7	62,3	2,0
Omelette mit Schinken	11,6	11,0	6,8	68,6	2,0
Opel-Nährzwieback	11,2	—	73,5	5,7	9,6
Pfannkuchen	9,0	20,1	24,1	45,3	1,5
Pfeffernüsse	7,1	0,6	84,8	5,2	2,3
Printen, braun	6,0	0,7	87,3	5,5	0,5
Pumpernickel	6,1	0,9	47,5	44,0	1,5
Reisbrei, Milchreis	4,4	2,5	17,0	74,5	1,6
Roggenzwieback	10,9	1,1	71,8	11,5	4,7
Schleim, eineinhalbprozentig	0,2	—	1,2	98,4	0,2
Schokoladenpudding	7,6	6,4	71,0	12,6	2,4
Semmelklöße	13,8	6,4	44,5	33,7	1,6
Semmelpudding	7,3	7,6	37,5	46,0	1,6
Simonsbrot	6,2	1,0	52,0	38,2	2,6
Spekulatius	8,6	11,9	73,2	5,0	1,3
Stollen	8,0	18,2	45,3	27,7	0,8
Techbiskuits	8,8	4,5	74,0	11,7	1,0
Waffeln, engl.	7,8	1,2	84,4	5,7	0,9
Wassernudeln	12,4	0,7	72,2	13,5	1,2
Weißbrot i. D.	7,7	0,7	54,2	35,8	1,6
Weizenbrot, normal	8,1	0,3	51,0	39,1	1,5
Weizenzwieback, fein	12,6	4,4	72,4	9,3	1,3
Zwieback, gewöhnlich	9,1	2,3	77,5	9,9	1,2

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlehydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
<i>Milch, Butter, Eier u. ä.</i>					
Bioson	70,4	7,3	7,2	10,8	4,3
Briekäse	19,0	26,9	0,9	49,8	3,4
Butter, frisch	0,8	83,7	0,7	13,5	1,3
Buttermilch	3,4	0,7	4,0	91,0	0,9
Butterschmalz	0,1	95,0	0,1	—	4,8
Camembert	19,4	23,6	1,7	54,5	0,8
Chester	26,8	27,7	4,9	39,0	1,6
Edamer	27,0	29,6	3,7	39,5	0,2
Eidotter	15,8	30,6	0,3	50,9	2,4
Eigelb, Trockenpulver	33,3	51,5	5,7	5,9	3,6
Eiweiß	12,3	0,1	0,6	85,7	1,3
Emmentaler	25,1	29,4	1,9	34,2	9,4
Entenei	14,4	16,0	—	67,1	2,5
Gervais und Neufchatel	13,2	37,5	1,5	45,6	2,2
Gorgonzola	25,0	29,7	1,7	36,2	7,4
Gouda	26,4	27,7	3,7	34,7	7,5
Hammeltalg	0,5	97,2	—	0,5	1,8
Harzer Käse	29,6	2,7	3,2	56,8	7,7
Kefyr aus Kuhmilch	3,1	3,1	2,3	88,9	2,6
Kokosbutter, Pflanzenbutter	0,7	88,6	0,6	9,9	0,2
Kokosfett	—	99,8	—	0,1	0,1
Kondensmilch	9,2	10,1	11,9	68,6	0,2
Kräuterkäse	28,4	7,6	4,4	56,1	3,5
Kuhmilch, frisch	3,4	3,6	4,7	87,5	0,8
Kunstspeisefett	—	99,0	0,4	0,5	0,1
Lebertran	—	99,8	—	—	0,2
Margarine	1,8	85,4	0,4	10,4	2,0
Muttermilch	1,6	3,7	6,6	87,8	0,3
Nußbutter	30,1	51,4	13,4	2,0	3,1
Öl	—	99,5	—	—	0,5
Oliven-, Erdnußöl	—	99,4	0,2	0,3	0,1
Palmin	—	99,3	—	0,1	0,6
Parmesankäse	37,7	22,7	3,2	29,9	6,5
Quark, frisch	23,7	4,1	3,2	67,6	1,4
Quarkkäse	19,0	0,5	2,5	77,0	1,0
Rahm, sauer	3,0	20,0	3,1	72,3	1,6
Rahmkäse i. D.	16,2	30,0	2,8	42,0	9,0
Rindstalg	0,5	94,7	—	0,5	4,3
Roquefort	24,1	33,2	3,4	33,4	5,9
Rührei	9,9	16,8	0,5	71,7	1,1
Sahne i. D.	3,7	20,9	3,7	71,0	0,7
Sanatogen	85,0	—	—	10,0	5,0
Sauermilch, Dickmilch	3,3	3,3	4,2	88,9	0,3
Schafmilch	5,1	6,0	4,4	83,6	0,9
Schlagsahne	2,7	30,0	3,0	64,0	0,3
Schweinefett	0,8	97,9	—	1,1	0,2
Spiegelei	13,9	16,9	—	68,2	1,0
Tilsiter	26,2	27,3	1,5	39,3	5,7

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlehydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
Trockenmilch (Vollmilchtrocken- pulver)	27,0	28,8	37,0	6,3	0,9
Yoghurt, doppelt	7,1	7,2	8,9	73,7	3,1
Ziegenmilch, frisch	3,5	3,9	4,7	87,0	0,9
Ziegenmilchkäse	28,9	36,2	4,1	21,8	9,0
<i>Obst und Nüsse, frisch</i>					
Ananas	0,5	0,7	13,9	84,0	0,9
Äpfel	0,4	0,4	12,7	86,1	0,4
Äpfel, Fruchtfleisch i. D.	0,3	0,7	12,1	86,5	0,4
Apfelsinen, ganze Frucht	0,8	1,3	14,8	82,2	0,9
Aprikosen, ganze Frucht	0,8	1,2	13,2	84,3	0,5
Bananen, ganze Frucht	0,8	0,4	17,3	80,3	1,2
Birnen	0,4	0,3	13,5	85,3	0,5
Birnen, Fruchtfleisch i. D.	0,4	0,2	13,8	85,1	0,5
Brombeeren	1,1	0,9	8,7	88,5	0,8
Datteln	2,1	0,2	70,0	25,5	2,2
Ebereschen, süß	1,5	1,6	17,4	75,4	4,1
Erdnuß ohne Schale	27,5	44,5	15,7	7,5	4,8
Feigen, frisch	1,4	—	17,5	78,9	2,2
Gartenerdbeeren	0,8	1,2	10,4	87,0	0,6
Hagebutten, Fruchtfleisch	4,1	3,3	24,6	41,8	26,2
Haselnuß ohne Schale, trocken	15,7	63,1	9,8	7,5	3,9
Heidelbeeren	0,7	0,9	15,0	82,9	0,5
Himbeeren	1,2	1,7	7,8	88,5	0,8
Johannisbeeren, rot	0,8	2,4	11,5	84,8	0,5
Johannisbeeren, schwarz	1,0	2,0	15,9	80,4	0,7
Johannisbeeren, weiß	0,6	2,0	12,3	84,4	0,7
Johannisbrot	5,7	1,1	69,0	15,4	8,8
Kastanien, trocken, ohne Schalen	6,6	2,9	58,7	30,4	1,4
Kastanien, frisch, ohne Schalen	6,1	4,1	39,7	47,0	3,1
Kokosnuß, Kern	5,7	36,4	8,2	47,2	2,5
Kokosnuß, Milch	0,5	—	5,3	93,4	0,8
Mandarinen, ganze Frucht	0,8	1,4	11,5	85,1	1,2
Mandeln, trocken, ohne Schalen	23,7	49,2	14,3	8,0	4,8
Maulbeeren	1,4	0,8	11,6	83,6	2,6
Mirabellen, ganze Frucht	0,7	0,8	15,2	82,6	0,7
Mispeln	0,8	1,1	21,3	73,2	3,6
Mohnsamen	18,7	43,5	22,5	9,2	6,1
Oliven	3,2	50,2	7,7	36,0	2,9
Paranuß, ohne Schale	15,5	67,7	3,8	5,9	7,1
Pfirsiche, ohne Schale	0,9	0,9	15,3	82,1	0,8
Pflaumen, ohne Schale	0,9	0,9	16,0	81,5	0,7
Pinienkerne, ohne Schale	39,1	49,7	3,5	2,3	5,4
Preißelbeeren	0,5	1,9	12,8	84,3	0,5
Quittenfruchtfleisch i. D.	0,6	0,9	14,4	83,4	0,7
Reineclauden, ganze Frucht	0,8	1,2	15,8	81,4	0,8
Sauerkirschen, ganze Frucht	1,0	—	13,1	85,1	0,8

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlehydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
Stachelbeeren, grün	0,6	1,9	11,7	85,2	0,6
Stachelbeeren, rot	0,6	1,9	12,4	84,4	0,7
Süßkirschen, Fruchtfleisch i. D. . .	1,0	0,7	16,6	81,1	0,6
Walderdbeeren	0,8	1,2	9,3	88,1	0,6
Walnuß, trocken, ohne Schale . . .	15,7	59,2	13,9	8,6	2,6
Weichseln, ganze Frucht	0,9	1,8	12,1	84,5	0,7
Weintrauben	0,8	0,8	20,9	76,8	0,7
Zitronen, ganze Frucht	0,6	5,3	11,9	81,4	0,8
Zitronensaft	0,3	6,2	2,5	82,1	8,9
Zwetschgen	0,7	0,7	15,5	82,2	0,9
Zwetschgen, Fruchtfleisch	0,7	0,8	14,4	83,4	0,7
<i>Obst, konserviert</i>					
Apfelbrot	0,4	—	13,0	86,6	—
Apfelgelee	0,3	1,1	73,7	23,2	1,7
Äpfel, getrocknet mit Kern	1,5	3,2	61,5	32,3	1,5
Apfelkompott	0,4	—	23,2	75,9	0,5
Apfelkraut, rheinisch	0,8	1,9	67,0	28,4	1,9
Apfelmarmelade	0,4	0,7	56,9	40,2	1,8
Aprikosen, getrocknet ohne Kern . .	3,6	3,1	58,0	33,9	1,4
Aprikosenmarmelade	0,6	0,9	67,8	28,9	1,8
Backpflaumenkompott	0,7	0,2	24,9	73,7	0,5
Bananen, reif, geschält, getrocknet	3,5	1,8	68,6	22,0	4,1
Birnen, getrocknet mit Kern	2,2	1,7	58,9	29,1	8,1
Birnenkompott	0,2	—	13,1	86,7	—
Brombeergelee	0,5	1,0	60,6	33,3	4,6
Brombeerenmarmelade	0,8	0,8	71,5	25,1	1,8
Erdbeerenmarmelade	0,6	0,7	67,8	29,1	1,8
Feigen, getrocknet	3,4	1,2	64,6	28,4	2,4
Heidelbeergelee	0,6	2,2	76,2	20,6	0,4
Himbeerenmarmelade	1,1	1,2	69,2	26,7	1,8
Heidelbeerkompott	1,0	1,2	6,0	91,6	0,2
Johannisbeerengelee	0,4	2,6	75,5	19,8	1,7
Johannisbeerenmarmelade	0,5	1,6	65,8	30,4	1,7
Kandierte Früchte	0,3	—	75,0	20,0	4,7
Kirschenmarmelade	1,0	0,8	67,9	28,5	1,8
Korinthen, getrocknet	1,2	2,6	69,4	24,8	2,0
Oliven, mariniert	0,7	14,3	8,9	74,3	1,8
Pflaumenkompott	0,6	—	22,3	76,9	0,2
Pflaumenmus	1,5	1,6	55,2	39,9	1,8
Preißelbeerenkompott	0,5	0,6	3,0	95,4	0,5
Prünellen, getrocknet	1,7	3,8	61,4	29,9	3,2
Quittenkäse	0,5	0,7	77,3	19,7	1,8
Quittenmarmelade	0,3	0,7	50,1	47,1	1,8
Rosinen, getrocknet	2,4	1,9	76,4	16,8	2,5
Stachelbeerkompott	0,3	—	13,0	86,5	0,2
Stachelbeerenmarmelade	0,8	1,6	66,1	29,7	1,8
Zwetschgen mit Kern, getrocknet . .	2,3	2,7	61,4	32,1	1,5
Zwetschgen ohne Kern, getrocknet .	2,4	2,9	64,0	29,2	1,5

	Eiweiß	Fette bzw. Al- kohol oder Fruchtsäuren	Kohlenhydrate bzw. Zucker, Rohfaser oder Zellulose	Wasser	Mineralstoffe bzw. Extrakte
<i>Suppen und Soßen</i>					
Bouillon, unfiltriert	0,9	1,1	0,7	96,3	1,0
Bouillon, unfiltriert, kalt angesetzt	1,2	1,5	1,7	94,6	1,0
Bratentunke mit Metil	1,8	6,6	10,2	80,7	0,7
Brotsuppe mit Butter	1,1	1,6	7,9	87,8	1,6
Einbrennsuppe	0,6	0,8	2,4	95,2	1,0
Erbssuppe mit Schweinefleisch	3,4	1,8	6,7	86,6	1,5
Fleischextrakt von Sauer	48,4	10,6	—	17,9	23,1
Fruchtsuppe	0,3	—	8,5	91,2	—
Gemüse-(Blumenkohl-)Suppe	1,1	4,4	3,2	91,2	0,1
Gerstenschleimsuppe	1,6	1,6	8,6	87,2	1,0
Gerstensuppe	1,2	0,6	6,5	90,6	1,1
Grießsuppe	1,5	1,7	8,2	87,7	0,9
Hafegrützensuppe	1,2	1,7	5,0	90,9	1,2
Haferschleimsuppe	3,1	1,5	14,2	79,3	1,9
Kartoffelsuppe	1,3	2,0	5,0	90,6	1,1
Liebig's Fleischextrakt	48,6	0,2	10,3	15,8	25,1
Maggi-Blumenkohlsuppe	9,8	7,9	58,9	10,0	13,4
Maggi-Bouillonwürfel	27,9	5,6	—	5,1	61,4
Maggi-Eiernudelsuppe	14,3	6,5	59,5	10,6	9,1
Maggi-Grießsuppe	11,4	6,0	60,2	9,4	13,0
Maggi-Juliennessuppe	10,8	1,7	72,9	9,4	5,2
Maggi-Kartoffelsuppe	9,2	8,6	57,8	10,4	14,0
Maggi-Pilzsuppe	8,4	5,8	59,8	11,9	14,1
Maggi-Reissuppe	7,2	5,8	66,4	10,5	10,1
Maggi-Suppenwürfel	21,3	6,0	8,4	3,0	61,3
Maggi-Suppenwürze	29,6	—	—	51,2	19,2
Maggi-Tomatensuppe	13,9	4,0	56,6	12,8	12,7
Mehlsuppe	1,2	2,2	4,5	90,7	1,4
Milchsuppe	4,2	4,7	10,8	79,3	1,0
Nudelsuppe	0,8	0,6	6,1	91,6	0,9
Reissuppe	1,2	0,6	5,0	92,3	0,9
Sagosuppe	0,6	0,5	5,3	92,7	0,9
Sardellentunke	5,0	11,3	5,4	76,8	1,5
Tomatentunke	2,0	7,8	7,1	82,1	1,0
Vanilletunke	3,9	5,4	10,0	79,7	1,0
Weinschaumtunke	2,9	2,8	19,3	74,0	1,0
Zwiebeltunke	1,0	5,0	7,7	85,3	1,0
<i>Zucker und Zuckerwaren</i>					
Blütenhonig	0,4	—	81,0	18,5	0,1
Roh- und Rübenzucker	0,3	—	98,1	1,2	0,4
Sahneneis	2,4	1,9	18,6	77,1	—
Schokoladenbonbons, Pralinen	6,6	20,0	64,7	6,4	2,3
Schokoladeneis	2,0	1,4	19,9	75,9	0,8
Sirup	9,5	—	64,5	22,5	3,5
Vanilleeis	2,9	2,7	25,5	67,5	1,4
Zitronat	—	—	71,6	18,7	9,7

Nun ist aber auch eine solche Nahrung, die alle diese bekannten und notwendigen Nahrungsstoffe, die Wasser und Salze und Fette und Kohlehydrate, in durchaus zureichender Menge in sich schließt und so den stofflichen und den energetischen, kraftbildenden Bedarf des Körpers zu decken vermag, noch immer nicht vollkommen. Alle Versuche, Tiere längere Zeit hindurch mit einem künstlichen Gemenge zu ernähren, das lediglich aus allen diesen einzelnen, und zwar möglichst reinen Nahrungsstoffen zusammengesetzt war, sind fehlgeschlagen. Es ergab sich daher schon hieraus, was die spätere Forschung bestätigt hat, daß die natürliche Nahrung nämlich, die aus verschiedenartigen Nahrungsmitteln gemischt ist, offenbar außer den bekannten und wesentlichen Stoffen noch anderweitige Substanzen enthalten muß, die für eine Aufrechterhaltung des normalen Stoffwechsels unentbehrlich sind. Diese reichen schon in so geringen Mengen für die Erfüllung ihres Zweckes aus, daß sie weder als stoffliches noch als energetisches Material in Frage kommen können, sondern sie wirken eben nur als Ergänzungsstoffe, als *Vitamine*. Sie können vom tierischen Organismus nicht gebildet werden, und dieser ist für seinen Bedarf daran daher direkt oder indirekt auf das Pflanzenreich angewiesen. Man kam auf sie zunächst durch die Beobachtung, daß verschiedene Vögel, daß Hühner und Enten, Gänse und Tauben, wenn sie ausschließlich mit poliertem Reis gefüttert werden, mit Reis also, bei dem nicht allein die Schale eines jeden Kornes, sondern auch das sogenannte Silberhäutchen und der Keim entfernt worden sind, nach einiger Zeit unter eigentümlichen Lähmungen der Flügel und Beine erkranken und dann sehr bald zugrunde gehen, während sie bei der Verfütterung von unpoliertem Reis gesund bleiben und ebenso auch bei Zusatz von Reiskleie zu dem polierten Reis nicht erkranken. In Ländern, in denen die Hauptnahrung der Bevölkerung Reis bildet, wie Japan und Indien, tritt infolge des Genusses von poliertem Reis eine durch Nervenlähmung und Muskelentartung charakterisierte Erkrankung auf, die sogenannte Beriberi. Die unentbehrlichen Stoffe sind hier also in den entfernten Umhüllungen der Nahrung zu suchen. Obwohl die Forschung auf diesem Gebiet noch in ihren Anfängen steht, lassen sich doch bereits nach ihren Wirkungen mindestens fünf verschiedene Arten von Vitaminen unterscheiden, die als Vitamin A, B, C, D und E bezeichnet werden.

Das erste von diesen, das *Vitamin A*, ist ein fettlösliches Vitamin, wirkt antixerophthalmisch und fördert das Wachstum. Es kommt in der Butter und in der Milch vor. Letztere enthält davon sogar noch mehr, als

ihrem Gehalt an Butterfett entspricht. Ferner findet man es noch im Lebertran, im Fett des Eidotters und im Rinderfett, sowie in den grünen Blattgemüsen, besonders im Spinat. Es fehlt hingegen im Speck, im Schweineschmalz und in den pflanzlichen Ölen und den Wurzelgemüsen. Wir haben es hier wahrscheinlich mit einer leicht oxydierbaren Substanz zu tun, die bei hundert Grad Temperatur nicht gerade schnell zerstört wird. Im Experiment hat sich herausgestellt, daß bei Hunden der Mangel an diesem Vitamin A im Futter eine typische Rachitis hervorruft, eine schwere Erkrankung der Röhrenknochen mit mangelhafter Kalkablagerung, und auch schadhafte Zahnbildung. Auch die menschliche Rachitis wird mit dem Fehlen dieses Vitamins in der Nahrung in Zusammenhang gebracht, denn nicht nur die künstlich ernährten, sondern auch die Brustkinder können an Rachitis erkranken, wenn in der Nahrung der Mutter das Vitamin A fehlt. Es scheint im Körper in gewissem Vorrat gespeichert zu werden.

Das *Vitamin B* ist eine wasserlösliche, die Nerven günstig beeinflussende Substanz, die in allen Hauptorganen der Pflanzen, besonders in den Samen, vorhanden ist. Es findet sich in Erbsen, Bohnen und anderen Hülsenfrüchten, insbesondere wieder im Samen. Beim Getreide findet man es im Keimling und in den Außenschichten des Korns, die beim Mahlen als Kleie entfernt werden, daher besonders reichlich in Reiskeimlingen und Weizenkeimlingen. Das Vitamin B fehlt aber in poliertem Reis und in feinem Weizenmehl. Im Roggenmehl bleibt es zurück, da beim Mahlen des Roggens der Keim nicht entfernt wird. Außerdem ist es auch noch stark vertreten in der Hefe und in den Hefeextrakten, sowie in Eiern. Es löst sich in Wasser und auch in mäßig verdünntem Alkohol, in einem mehr als zu siebzig Prozent konzentrierten, nur in der Hitze, ist beständig in saurer als in alkalischer Lösung und bei hundert Grad Hitze nur wenig zerstörbar, mehr aber bei höherer Temperatur und bei längerer Kochdauer. Untersuchungen haben ergeben, daß junge Ratten zu wachsen aufhören, wenn man ihnen dieses Vitamin B entzieht, und zwar viel prompter als beim Mangel an Vitamin A, weiterhin tritt dann Gewichtsverlust auf und allgemeine Schwäche sowie eine verbreitete Entzündung der Nieren.

Das *Vitamin C* ist wasserlöslich und stellt eine den Eintritt der Skorbutkrankheit hindernde Substanz vor. Es ist reichlich vertreten in den saftreichen Vegetabilien, besonders in frischem, rohem Kohl und in Steckrüben, sowie in Orangen und Apfelsinen, in Zitronen und To-

maten, weniger reichlich hingegen in Kartoffeln, Äpfeln, Bananen. Bei den großen Mengen, in denen Kartoffeln indessen aufgenommen zu werden pflegen, ist auch ihr Gehalt an diesem Vitamin von Bedeutung. Es ist nur in gekeimtem Samen enthalten, kommt auch in Milch und Fleisch in geringen Mengen vor. Dieses Vitamin C ist leicht löslich in Wasser, nicht flüchtig und leicht zerstörbar durch Hitze, besonders bei alkalischer Reaktion und durch oxydierende Mittel. Beim Menschen stellt sich infolge ausschließlicher Ernährung mit Konserven bei langdauernden Schiffahrten und in belagerten Festungen Skorbut ein, der in fortschreitender Bluteere und Hinfälligkeit mit lokalen Blutungen besonders des Zahnfleisches sich äußert. Ferner ist die im frühen Kindesalter infolge der Ernährung mit allzu stark erhitzter Milch auftretende Barlow'sche Krankheit mit ihren Erscheinungen der fibrösen Umwandlung des Knochenmarks und des Schwundes der Knochensubstanz auf das Fehlen des Vitamins C zurückzuführen, das durch das starke Erhitzen der Konserven oder der Milch zerstört worden ist.

Das *Vitamin D* ist fettlöslich und eine die englische Krankheit günstig beeinflussende, antirachitische Substanz.

Das *Vitamin E* ist äußerst widerstandsfähig gegen alle Arten chemischer und physikalischer Einflüsse, es ist ein Antisterilitäts-Vitamin.

Die durch das Fehlen von Vitaminen in der Nahrung herbeigeführten Krankheiten, die Rachitis, die Beriberi, der Skorbut werden allgemein als *Avitaminosen* benannt.

Leider verbrauchen nicht alle Menschen die ihrer Konstitution entsprechende Menge an Nahrung. Soziale Verhältnisse und persönliche Veranlagung spielen hier eine Rolle. Wie wir bereits oben gesehen haben, beeinträchtigt dies den Körper außerordentlich. Wenn einem Menschen oder einem Tiere die Nahrung vollständig entzogen wird, wenn er mit anderen Worten in *Hungerzustand* gerät, so vollzieht sich das Leben weiter auf Kosten der eigenen Leibessubstanz, die allmählich eingeschmolzen und verbrannt wird. Das Körpergewicht nimmt daher bis zum Hungertode stetig ab. Dabei gehen während des Hungerns alle Funktionen des Körpers, die Wärmeregulierung, der Kreislauf, die Atmung, die Muskelbewegung und die Nerventätigkeit mit der alleinigen Ausnahme der Verdauung und der Resorption in normaler Weise weiter, ohne eine besondere Veränderung erkennen zu lassen, wie wir dies bei den sogenannten Hungerkünstlern wiederholt beobachten konnten. Energiebedürfnis und Stoffwechsel des Körpers sind also in diesem Falle noch keineswegs stark

herabgesetzt. Nur infolge des Wegfalls der ihn steigernden Wirkung der Nahrungsaufnahme findet eine entsprechende Einschränkung statt, ist doch der Energieverbrauch eines Menschen bei mittlerer Kost nur um sieben oder acht Prozent höher als im Hungerzustand. Der Verbrauch des Hungernden ist also nur wenig geringer als der eines normal Ernährten bei Körperruhe. Er sinkt während des Hungers entsprechend dem Körpergewicht. Seinen Bedarf bestreitet der Hungernde vorwiegend durch das Einschmelzen seines Körperfettes, in viel geringerem Maße durch den Verbrauch des Körpereiwisses. Je größer sein Vorrat von Fett am Körper beim Beginn des Hungerns war, um so mehr wird der Bedarf durch dessen Verbrauch gedeckt und um so weniger also das Eiweiß angegriffen. Das Fett übt hier einen schützenden Einfluß aus; es dient als Spannkraftreservoir des Körpers für die Zeiten der Not. Hierzu ist es viel besser geeignet als dessen eiweißhaltige Bestandteile, weil in der gleichen Masse Körperfett eine viel größere Menge Spannkraft abgelagert werden kann, als etwa im Muskelfleisch; neunhundert Gramm von diesem liefern erst so viel Spannkraft wie hundert Gramm Fett. Es ist ja nur nötig, an das Kamel in der Wüste zu erinnern. Der Araber ist durchaus im Recht, wenn er sagt, das Kamel lebe auf der Reise von seinem Höcker, denn wenn es gut ernährt wird, lagert es in dessen Bindegewebe eine gewaltige Menge von Fett ab, das es nach und nach auf der Karawanenreise verbraucht, während sein übriger Körper trotz der unzureichenden Ernährung kaum merklich leidet. Ist es zu rechter Zeit angekommen, so kann es den Höcker durch reichliche Kost sehr bald soweit wieder auffüllen, daß der Vorrat für die Rückreise ausreicht. Darum hängt denn auch der Umstand, wie lange ein Tier den Hunger ertragen kann, sehr wesentlich von seinem Fettvorrat ab, den es beim Beginn an seinem Leibe hatte. Ein fettes vermag im allgemeinen einen längeren Widerstand zu leisten als ein mageres, denn erst kurz vor dem Eintritt des Hungertodes setzt eine starke Steigerung des Eiweißzerfalls ein, die dem Tode vorangehende Stickstoffsteigerung. Sie ist als ein Zeichen dafür aufzufassen, daß der Fettvorrat des Körpers nun so gut wie ganz aufgebraucht ist und der Organismus fortan vorwiegend auf Kosten seines Eiweißes leben muß, was aber bei dem verhältnismäßig geringen Spannkraftgehalt der eiweißhaltigen Körpergewebe zum baldigen Ende führen muß.

Schon äußerlich ist beim Hungernden die Abmagerung auffällig, sein Mund ist trocken, Verdauungssäfte bildet er nicht mehr, auch die Gallenabsonderung ist vermindert, wenn sie auch nicht völlig aufhört, die Herz-

tätigkeit ist erheblich geschwächt, der Puls klein und wenig gespannt und verlangsamt, die Atemzüge dagegen reichlicher und flacher, der Harn ist durch die vermehrte Schwefelsäure und Phosphorsäure sehr stark sauer, das Blut ist an Wasser und sein Plasma an Eiweiß verarmt, dabei ist die Leber klein und auffallend dunkel, die Muskeln ermüden leicht, schließlich stellt sich in ihnen, die sehr welk und brüchig geworden sind, eine große Schwäche ein und unter den Zeichen der völligen Abgeschlagenheit erfolgt in tiefster Bewußtlosigkeit der Tod.

Dem Hungerzustande ist die *Unterernährung* im Prinzip gleichzusetzen. Es wird in diesem Falle zwar eine gewisse Nahrungsmenge aufgenommen, die aber nicht ausreicht, um das Bedürfnis des Körpers zu decken. Daher muß auch hier, während beim Hunger allerdings der gesamte Bedarf durch den Verbrauch von Körpermaterial bestritten wird, doch wenigstens das Defizit der zu geringen Nahrung gegenüber dem höheren Bedarf durch ein Einschmelzen von Körpermaterial ausgeglichen werden. Auch hierbei wird stets in erster Linie das Fett des Körpers aufgebraucht und viel weniger das Eiweiß, doch scheint bei chronischer Unterernährung eine gewisse Anpassung des Bedarfs an die verringerte Nahrungszufuhr durch eine Herabsetzung des Stoffwechsels stattzufinden.

Als eine besondere Art der Unterernährung muß auch die nur *einseitige Ernährung* angesehen werden, denn der Mensch vermag nur mit Eiweiß, nur mit Fleisch also, sich nicht auf die Dauer ausreichend zu ernähren, weil er entsprechend der Organisation seines Verdauungsapparates nicht imstande ist, die hierzu nötigen gewaltigen Fleischmassen zu verdauen und zu assimilieren. Wird der Bedarf eines Erwachsenen bei mittlerer Arbeit zu zweitausendachthundert Kal. je Tag angenommen, so müßte er, da hundert Gramm mageres Fleisch annähernd auch hundert Kalorien liefern, zweitausendachthundert Gramm Fleisch aufnehmen, also täglich an sechs Pfund, was natürlich auf die Dauer nicht möglich ist; eine reine Fleischnahrung, wie sie allerdings zu besonderen Heilzwecken, so bei der Zuckerkrankheit, manchmal durchgeführt werden muß, bedeutet daher für den Menschen immer eine Unterernährung mit allen ihren schädlichen Folgen für die Widerstandsfähigkeit des Organismus, sie kann darum auch immer nur kräftigen Personen und auch immer nur auf eine bestimmte und nicht zu lange Zeit zugemutet werden. Der Pflanzenfresser aber könnte erst recht nicht von einer reinen Fleischkost bestehen, da seine auf Pflanzennahrung eingerichteten Verdauungswerkzeuge zur Bewältigung der nötigen Fleischmassen überhaupt nicht ausreichen

würden. Auch eine Ernährung nur mit Fett oder nur mit Kohlehydraten würde natürlich den Organismus ebenfalls nicht zu erhalten vermögen, da das zum Aufbau der Gewebe nötige Eiweiß ja dann fehlen würde, bei einer solchen Ernährung beschränkt zwar das Fett oder das Kohlehydrat den Zerfall des Körpermaterials, wie er bei absolutem Hunger vor sich gehen muß, und auch die Fetteinschmelzung könnte durch ausreichende Zufuhr von Fett oder von Kohlehydrat schließlich ganz aufgehoben werden, die Stickstoffausscheidung aber hörte niemals völlig auf, der Körper würde also fortgesetzt mit seinem Eiweiß in Verlust geraten.

Wenn umgekehrt die eingeführte Nahrungsmenge den Bedarf des Körpers überschreitet, so kommt es zum Zustande der *Überernährung*. Hier ist zunächst die Frage von Bedeutung, ob durch die überreichliche Nahrungszufuhr auch eine Steigerung der Verbrennungen im Körper hervorgerufen wird und wie groß diese dann ist. Man hat sich früher vielfach vorgestellt, daß im Organismus um so mehr verbrennt, je mehr zersetzliches Material ihm zugeführt wird, etwa gerade so wie in einem Ofen, so daß die in der Nahrung im Überschuß zugeführte Substanz ohne Nutzen für den Körper verbrennen würde, eine derartige Steigerung des Stoffwechsels kommt nur unter bestimmten Bedingungen vor, im allgemeinen wird der Überschuß im Körper ganz oder zum Teil angesetzt, es findet eine Mästung statt. Handelt es sich dabei um stickstoffhaltige Stoffe, um Eiweiß, die im Körper abgelagert werden, so spricht man von Fleischmast, werden dagegen stickstofffreie Stoffe angesetzt, von Fettmast, Kohlehydrate werden im Körper immer wenig angesetzt.

Für den reinen Fleischfresser gelten andere Gesetze, der Mensch ist, wie wir soeben gesehen haben, nicht imstande, seinen Bedarf allein nur durch Fleisch zu decken, viel weniger also ist bei ihm durch eine bloße Fleischkost Überernährung zu erzielen, wir erfüllen unseren Bedarf durch eine gemischte Nahrung, wie man natürlich auch bei einem Fleischfresser einen Teil des zur Deckung notwendigen Fleisches ersetzen könnte durch isodyname Mengen von Fett oder von Kohlehydraten. Gibt man nun einem Menschen oder einem Tiere, das mit einer derartigen gemischten Nahrung gerade sein Stoffwechselgleichgewicht aufrecht erhält, zu dieser eine Zulage, durch die der Bedarf überschritten wird, so kommt es zur Ablagerung dieses Überschusses im Körper, und zwar als Fett, nur ein geringer Ansatz von Eiweiß vollzieht sich daneben.

Es wird also, und das ist eine wichtige Tatsache, bei der Ernährung mit gemischter Kost immer zunächst alles Eiweiß der Kost im

Körper zersetzt. Je mehr davon mit der Nahrung eingeführt wird, um so mehr steigt auch die Eiweißzersetzung, und durch diese Verbrennung wird dann bei überschüssiger Eiweißzufuhr ein Teil desjenigen Bedarfs mitgedeckt, der sonst durch die Verbrennung von Fett und Kohlehydrat bestritten werden müßte. Was von diesen aber nun nach völliger Deckung des Bedarfs unzersetzt übrigbleibt, wird jetzt vorwiegend als Fett im Körper angesetzt. Es kommt unter gewöhnlichen Verhältnissen ein stärkerer Eiweißansatz während längerer Zeit überhaupt nicht zustande. Wohl aber entwickelt er sich lebhaft im wachsenden Menschen und ebenso beim schwangeren Organismus, sowie bei angestrengter und andauernder Muskel-tätigkeit.

Im engsten Zusammenhang mit dem Stoffwechsel steht die Erscheinung der *tierischen Wärme*. Nur die lebenden Warmblüter weisen diese auf, für die Leben und Stoffwechsel das gleiche bedeutet. Die tierische Wärme stammt aus der Spannkraft der im Körper verbrennenden Stoffe, also beim ausreichend Ernährten aus der verbrennbaren Nahrung, beim Hungernden aus dem vom Körper selbst abgegebenen Material. Hierbei handelt es sich immer um sehr kompliziert zusammengesetzte chemische Verbindungen, im wesentlichen um Eiweißstoffe, Fette und Kohlehydrate, die Energie in Form von Spannkraft, und zwar von chemischer Spannkraft enthalten. Im Stoffwechsel zerfallen diese mit hoher Spannkraft ausgestatteten Verbindungen und verbrennen mit dem durch die Atmung aufgenommenen Sauerstoff zu verhältnismäßig einfachen Stoffen, die den Körper in seinen Ausscheidungen verlassen: zu Kohlensäure, Wasser, Harnstoff und den übrigen Endstoffen, die wir bereits kennengelernt haben. Diese sind entweder gänzlich energiefrei, wie die Kohlensäure und das Wasser, oder sie enthalten, wie der Harnstoff, bedeutend weniger Energie als diejenigen, aus denen sie entstanden sind. Es ist also die potentielle Energie, die chemische Spannkraft, dabei in kinetische Energie, in lebendige Kraft, umgesetzt worden, und zwar in Wärme, in die tierische Wärme, die dem Organismus zu eigen ist, und in die mechanische Kraft, die der Körper in seinen Bewegungen äußert. Im ruhenden Körper wird demnach aus allen in ihm zur Umsetzung gelangenden Spannkraften schließlich Wärme, die als solche nach außen abgegeben wird; der Organismus erhält durch sie seine eigene tierische Wärme. Um genaueren Aufschluß über den Wärmezustand des Organismus zu gewinnen, ist die unmittelbare *Temperaturmessung*, die übrigens noch gar nicht so alten Datums ist, ein vortreffliches und zuverlässiges Hilfsmittel. An einem

Körper, der selbst keine Wärme hervorbringt und der auch keine Wärme künstlich zugeleitet erhält, ist selbstverständlich die Temperatur die gleiche wie die seiner Umgebung. Produziert er aber selbst Wärme, wie das der tierische Organismus tut, so ist seine Temperatur abhängig von dem Verhältnis seiner Wärmeproduktion zu seiner Wärmeabgabe. Sie bleibt konstant, solange diese beiden gleich sind, sie steigt, wenn die Wärmeproduktion größer, und sinkt, wenn diese kleiner wird als die Abgabe von Wärme. Für diese Messungen werden bekanntlich nur die hundertteiligen Thermometer nach Celsius gebraucht, bei denen dann jeder Grad wiederum noch in zehn weitere Teile geteilt ist.

Es finden sich in der Entwicklungsreihe gleichwarme und wechselwarme Tiere. Man nennt sie nach diesem Verhalten ihrer Körpertemperatur im allgemeinen Sprachgebrauch *Warmblüter* und *Kaltblüter*. Richtiger aber wäre es, sie als gleichwarme oder wechselwarme Tiere zu bezeichnen. Die gleichwarmen sind Säugetiere und Vögel. Sie vermögen auch bei einem erheblichen Wechsel der Temperatur ihrer Umgebung und ebenso bei ganz starken Intensitätsschwankungen der Verbrennungen in ihrem Körper dennoch ihre Eigenwärme in einer auffallenden Gleichmäßigkeit konstant zu erhalten, und zwar erreichen sie dies durch eine äußerst feine Regulation ihrer Wärmeproduktion und ihrer Wärmeabgabe. Die wechselwarmen Tiere indessen verhalten sich wesentlich anders. Die Wärme ihres Körpers folgt im allgemeinen, wenn auch in Schwankungen, der Temperatur ihrer Umgebung. Sie besitzen überhaupt keine Eigentemperatur in dem sonst gebräuchlichen Sinne.

Im großen ganzen sollte die Wärme des menschlichen Körpers in ihm überall die gleiche sein, da ja das Blut durch seine ständige Bewegung einen Ausgleich der Temperatur in den verschiedensten Teilen des Organismus bewirkt. Doch ist eine völlige Gleichtemperierung niemals erreicht, vielmehr zeigen sich an verschiedenen Stellen immer *Wärmedifferenzen*. So ist die Temperatur der Haut auch noch von der Außenwärme abhängig. Sie steigt mit ihr und fällt auch ebenso. Die Wärme der Körperhöhlen, des Mastdarms, der weiblichen Scheide, der Mundhöhle, sowie die Temperatur des Harns schwanken zwischen einem vollen Grade hin und her. Man muß immer ungefähr einen halben Grad von der Mastdarmtemperatur in Abzug bringen, wenn man sie mit derjenigen der Achselhöhle in Beziehung bringt, nach der man sich bisher in Krankheitsfällen gerichtet hat. Neben diesen Differenzen in den einzelnen Körperregionen zeigt die Temperatur auch sonst noch mannigfache Unter-

schiede. Innerhalb der einzelnen Klimate bleibt die Körperwärme des Menschen, des Warmblüters, im ganzen eine gleiche, obwohl er am Äquator und im Polargebiet Temperaturen der Umgebung ausgesetzt ist, die um mehr als vierzig Grad voneinander abweichen. Auch wenn er aus einem warmen Klima in ein kaltes übergeht, nimmt seine Körperwärme nur um ein ganz geringes ab. Nur beim Übertritt aus einer kalten Gegend in eine warme steigt sie verhältnismäßig beträchtlicher an. Bei uns, in der gemäßigten Zone, pflegt sie im allgemeinen während der kalten Winterzeit um ein zehntel bis ein drittel Grad niedriger zu sein als an heißen Sommertagen. Die Gegend, zumal ihre Höhenlage über der Meeresfläche, ist ohne nachweisbaren Einfluß, und auch die Rasse bedingt keine Verschiedenheit.

Aus den Einflüssen der Ernährung ist die *Tagesschwankung* der Körperwärme zu erklären, welche sie in regelmäßiger Periode aufweist. Bei Tage steigt sie anhaltend, bis sie das Maximum in der Zeit zwischen fünf und acht Uhr abends erreicht, bei Nacht fällt sie dann ebenso gleichmäßig bis zu ihrem Minimum um zwei bis sechs Uhr morgens. Das Tagesmittel beträgt im Mastdarm zwei bis drei Dezigrade über, und in der Achselhöhle einen oder zwei unter siebenunddreißig Grad. Indessen zeigen sich diese Tagesschwankungen auch während eines Hungertages, und so kann die Nahrungsaufnahme nicht ihre alleinige Ursache sein. Ganz wesentlich dürfte auch der Ablauf der Muskeltätigkeit als Anlaß anzusprechen sein.

So ist es also eine Tatsache, daß der Mensch und die übrigen gleichwarmen Tiere unter den verschiedensten Bedingungen ihre Körpertemperatur auf einer annähernd gleichen Höhe zu erhalten vermögen. Und diese wiederum erweist, daß die Wärmeproduktion im Körper und die Wärmeabgabe aus ihm einander stets die Waage halten müssen, da sich ja sonst die Temperatur entsprechend ändern müßte. Daß dies nicht eintritt, dafür sorgt im Körper ein außerordentlich feiner Mechanismus der *Wärmeregulation*, durch dessen Eingreifen erzielt wird, daß stets der eine der beiden Faktoren der Wärmebildung und der Wärmeabgabe sich dem anderen anpaßt. Die Verbrennungen im Körper werden durch Muskelarbeit oder aber durch Nahrungsaufnahme stark erhöht. Die Größe der Wärmeabgabe ist von ganz anderen Verhältnissen abhängig: von der Temperatur, der Feuchtigkeit, der Bewegung der Luft. Diese können ihrerseits wieder schnell und in weiten Grenzen schwanken. Darum sind auch unter den verschiedenartigen Einrichtungen, die der Wärmeregulierung

dienen, diejenigen, welche die Wärmeproduktion beherrschen, von solchen zu unterscheiden, die auf die Wärmeabgabe Einfluß nehmen. Die einen bilden, da es sich bei ihnen um die Verbrennungen im Körper, also um chemische Vorgänge handelt, die chemische Wärmeregulierung, die anderen, denen die Änderung der physikalischen Bedingungen der Wärmeabgabe obliegt, die physikalische.

Es sei an dieser Stelle an die jedermann bekannte Tatsache erinnert, daß jede Kälteeinwirkung auf die äußere Haut unwillkürliche Muskelbewegungen hervorruft, Kälteschauern, Frostzittern, ja auch willkürliche, wie Umherlaufen und Zusammenschlagen der Arme und andere, wodurch die Verbrennungen in den Muskeln gesteigert werden und so mehr Wärme zur Produktion gelangt. Und da andererseits die Wärmeabgabe vom Körper durch Wasserverdunstung, sowie durch Strahlung und Leitung der Wärme erfolgt, die erhöhte Temperatur der umgebenden Luft aber eine Erweiterung der Hautgefäße bedingt, so kommt das Blut in eine innigere Berührung mit der umgebenden Luft. Die Haut rötet sich dabei lebhaft, wird weich und saftreich und gedunsen, weil nunmehr dieses warme Blut in sie einströmt. Die Bedingungen für eine reichlichere Wärmeabgabe sind jetzt günstigere, das Wärmeleitungsvermögen der Haut nimmt zu. Da sie blutreicher ist, geht aber vor allem eine lebhaftere Wasserverdunstung vor sich, und schließlich tritt diese als Schweiß auf ihrer Oberfläche hervor. Die Kälte dagegen bedingt eine Verengung der Hautgefäße. Die saftarme und zusammengesunkene Haut wird blaß und weniger weich, das warme Blut weicht von der Peripherie des Körpers in das Innere hinein, und somit sind infolge der stark herabgesetzten Wasserverdunstung die Bedingungen für die Wärmeabgabe bedeutend ungünstiger geworden. Wir können daher sagen: je öfter die gleiche Blutmenge die Haut durchströmt, um so mehr muß die abgegebene Wärmemenge ansteigen und umgekehrt, in ganz ausnehmend heißer Luft kann die Pulsfrequenz bis über hundertsechzig Schläge in einer Minute ansteigen. Auch die Zahl der Atemzüge, die ebenfalls von der Temperatur abhängig ist, spielt eine Rolle, da bei ihrer Vermehrung in gleicher Zeit eine viel größere Luftmenge die Lungen passiert und in ihnen fast bis zur Körpertemperatur erwärmt wird. Außerdem bringt jeder Atemzug eine gewisse Menge Wasser in der Expirationsluft zur Verdunstung, wodurch gleichfalls Wärme gebunden wird.

Es erübrigt sich nach dieser Betrachtung, eine kurze Übersicht über diejenigen Stoffe anzufügen, die wir täglich in unseren Körper einzuführen

genötigt sind, die gebräuchlichsten *Nahrungsmittel*. Wir beginnen mit dem zugleich wohlfeilsten und kostbarsten, das wir überhaupt besitzen, mit dem Wasser. Der größte Teil unseres Körpers, zwei Drittel seiner gesamten Substanz, besteht aus Wasser. Durch den Harn, durch die Haut, durch die Lungen wird ständig Wasser ausgeschieden. Für die Vorgänge der Verdauung und der Aufsaugung wird immer wieder eine Auflösung der Nahrungsstoffe in Wasser notwendig. Zahlreiche Auswurfstoffe des Körpers verlassen ihn als wässrige Lösungen. Das alles muß ersetzt, muß dem Organismus wieder zugeführt werden. Ein ständiger Strom von Flüssigkeit geht durch den Körper, solange er lebt, hindurch. Alle Organismen leben im Wasser, und zwar im fließenden Wasser; denn ohne Wasser vermag kein Organismus zu existieren. Ein Glück nur, daß dieses so unentbehrliche und so nützliche Naß uns überall unbeschränkt zur Verfügung steht, daß es einem jeden so gut wie kostenlos zufließt; denn würde allein die Nützlichkeit seinen Wert bestimmen, dann müßte das Wasser teurer sein als das Gold. Das Wasser, das wir schon als Bestandteil aller Nahrungsmittel zu uns nehmen, wird als *Trinkwasser* in verschiedener Weise für den Gebrauch gewonnen. Ein gesundheitsgemäßes Trinkwasser muß bestimmten Anforderungen genügen, es soll selbst in dicken Schichten völlig farblos, ungetrübt und ohne Geruch sein. Es darf auch keinen zu hohen Gehalt an Kalksalzen und Magnesiumsalzen besitzen; denn wenn auch durch diese keine Gesundheitsschädigung bedingt wird, so macht doch ein zu hoher Gehalt an ihnen das Wasser für manche Gebrauchszwecke ungeeignet. Gemüse werden beim Kochen mit kalkreichem und magnesiahaltigem Wasser nicht weich, da sich Leguminalkalk und Leguminmagnesia bilden und den Zutritt des Wassers zur Stärke hindern, beim Waschen fällt die Seife als unlösliche Kalkseife aus ihm aus. Ein an Kalk und Magnesiumsalzen reiches Wasser wird als hart bezeichnet, ein daran armes Wasser als weich, wobei ein Härtegrad den Gehalt von einem Gewichtsteil Kalk oder Magnesiumverbindungen in hunderttausend Gewichtsteilen Wasser bedeutet. Ein gutes Trinkwasser soll nicht über zwanzig Härtegrade haben, es darf also nicht mehr als zwanzig Gramm Kalksalze oder Magnesiumverbindungen in hundert Litern enthalten.

Ein zweites flüssiges Nahrungsmittel, fast ebenso unentbehrlich wie das Wasser, ist die *Milch*. Wir leben ja alle in unseren ersten Lebensjahren ausschließlich von ihr. Die Milch ist eine undurchsichtige Flüssigkeit von bläulichweißer Farbe und süßlichem Geschmack, sie besitzt einen charakteristischen Geruch, der wahrscheinlich von der Hautabsonderung der

Milchdrüse her stammt, die eigentümliche Riechstoffe besitzt. Beim Stehen sammeln sich an der Oberfläche zahlreiche Butterkügelchen als Rahm an. Das spezifische Gewicht der Frauenmilch beträgt ungefähr tausend- unddreißig, denn die Milch besteht nicht ausschließlich aus der Flüssigkeit, aus dem Milchplasma, sondern aus noch weiteren geformten Bestandteilen, die in ihr schwimmen, und unter denen die Milchkügelchen (s. Abb. 33) besonders vorherrschen. Die undurchsichtig weiße Farbe kommt daher, daß jede Milch eine Emulsion darstellt, eine Flüssigkeit also, in der eine Substanz nicht in Lösung, sondern nur in vielfach feinsten Verteilung schwebend sich befindet. Nach einfachen physikalischen Gesetzen hat dies sowohl die Undurchsichtigkeit wie die weiße Farbe zur Folge. Bei

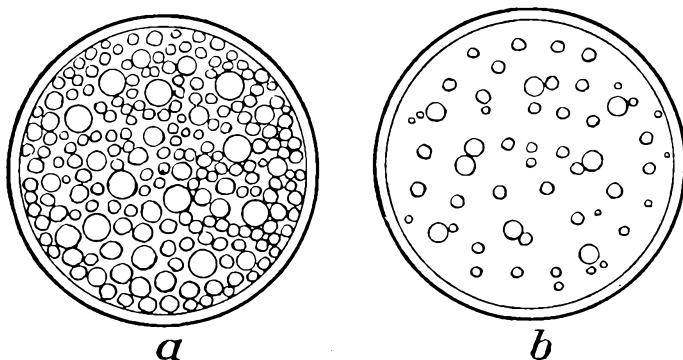


Abb. 33. Fettgehalt der Milch.

a Vollmilch mit dichtgedrängten Fettkörperchen; *b* mit Wasser verdünnte Milch, die Fettkügelchen sind spärlich verteilt.

mikroskopischer Untersuchung finden sich in ihr zahllose kleine Fettkügelchen von wechselnder Größe, und diese Milchkügelchen sind es, die im Verein mit dem gequollenen Kasein wegen der tausendfach sich wiederholenden Reflexion des Lichtes die weiße Farbe und die Undurchsichtigkeit hervorrufen. Sie bestehen bekanntlich aus Butterfett. Wird die Milch längere Zeit geschlagen, so gewinnt man aus ihr und leichter noch aus dem Rahm vom Fette der Milchkügelchen eine zusammenhängende Masse, die Butter. Wenn diese an der Luft steht, so wird sie ranzig, indem dann durch Pilze die neutralen Fette in ihr zu Fettsäuren und Glycerin gespalten werden. Der außerordentliche Nährwert der Milch beruht auf ihrem reichlichen Gehalt an allen Nährstoffen, die für die menschliche Ernährung notwendig sind. Dem Säugling reicht sie nicht nur ganz aus-

schließlich zur Ernährung aus, sie liefert ihm sogar alles Material, dessen er zum Körperaufbau, zu seinem Wachstum, in so umfangreichem Maße bedarf. Zunächst ist sie reich an Eiweißstoffen, ihr charakteristischer Stoff derart ist das Kasein. Die Kaseine in der Milch der verschiedenen Tierarten sind verschiedene Körper. Wenn man zur Milch Säuren hinzufügt, etwa eine schwache Essigsäure, so wird dem Kasein hierdurch der Kalk entzogen, und es fällt aus, während es dabei das Fett der Milch in sich mit einschließt. Auch wenn beim Stehen der Milch durch den Milchsäurebazillus sich der Milchzucker in Milchsäure umwandelt, tritt, sobald sich genügend Milchsäure gebildet hat, eine Fällung des Kaseins ein; es kommt zur Gerinnung, und die Milch wird dick. Eine solche Fällung geht z. B. in gleicher Weise im Magen durch die Salzsäure des Magensaftes vor sich. Die Masse, die sich bei Gerinnung der Milch ausscheidet und die aus dem Kasein und den von ihm eingeschlossenen Fettkügelchen besteht, nennt man Käsekuchen, „Placenta lactis“, die übrigbleibende Flüssigkeit die Molken, das „Serum lactis“.

Von den Abkömmlingen der Milch ist die *Butter* am wichtigsten. Wie wir gesehen haben, stammt sie aus dem Fettanteil der Milch und weist, je nach der Art ihrer Gewinnung, verschiedene Reinheit und Haltbarkeit auf. Die zurückbleibende Flüssigkeit, die also noch das Kasein enthält, ist die sogenannte Buttermilch, die also eigentlich Milch ohne Butter ist. Aus dem Eiweiß der Milch wird der *Käse* hergestellt. Besonders präparierte Milch sind der *Kefir* und das *Joghurt*. Ein charakteristisches Merkmal derselben ist, daß bei ihrer Bereitung die Milch in alkoholische Gärung versetzt wird. Jetzt werden beide bei uns vielfach derart bereitet, daß entweder besondere Hefen wirksam werden, oder ein Zusammenwirken von Hefen und Bakterien stattfindet, wobei die Bakterien die Spaltung des Milchzuckers in Milchsäure bewirken. Der Alkoholgehalt beträgt nur ein oder zwei Prozent.

Einen weiteren wichtigen, wenn auch vielfach überschätzten Bestandteil unserer Nahrung stellen die *Vogeleier* dar. Das Gewicht eines Hühnereies beträgt ja im Mittel überhaupt nur fünfzig Gramm, wovon noch ein Teil auf die Schale kommt, von dem Rest sind zwei drittel Weiß-ei und ein drittel Eigelb. Aber auch hier ist ja das meiste wieder Wasser. Die chemische Zusammensetzung der Eier ist im wesentlichen bei allen Vögeln dieselbe.

In der Form, wie wir das *Fleisch* zu genießen pflegen, sind der eigentlichen Muskelsubstanz noch vielfältig mehr oder weniger die Elemente

des Fettes, des Bindegewebes und des elastischen Gewebes beigemischt. Unter seinen Bestandteilen nimmt das Wasser allein drei Viertel des Gesamtgewichtes für sich in Anspruch. Das Wesentliche sind die Eiweißstoffe. Den für den Muskel charakteristischen Bestandteil stellen das Myosin und das Myogen dar. Dazu kommen die leimgebende Substanz aus dem Bindegewebe der Muskelhüllen und der sehnigen Teile, der Farbstoff, das Hämoglobin, ferner Fettgewebe, die je nach dem Mästungszustande des Tieres in wechselnder Menge vorhanden sind, sowie die mannigfachsten Extraktivstoffe. Das vom sämtlichen Fett befreite Muskelfleisch besteht im Durchschnitt aus vollen drei Vierteln Wasser, enthält weitere zwanzig Prozent an Stickstoffsubstanzen, während der Rest auf Fett und auf Salze kommt. Das Fleisch ist zugleich ein Nahrungsmittel und ein Genußmittel. Die Rolle des Genußmittels fällt dabei den Extraktivstoffen zu, die den angenehmen Geruch und Geschmack bedingen und erregend auf das Nervensystem wirken. Eine zweckmäßige Zubereitung hat daher darauf abzielen, die Nahrungsstoffe und die Genußstoffe des Fleisches in ihrer Verbindung zu erhalten, denn die Genußstoffe unterstützen die Aufnahme der nährenden Stoffe durch die Anregung des Appetits. Um einen solchen Zweck herbeizuführen, muß auf ein größeres Stück Fleisch, sei es durch Braten in Fett oder aber durch Eintauchen in siedendes Wasser plötzlich und mit einem Male eine intensive Hitze einwirken, damit sich so an der Oberfläche eine feste geronnene Eiweißschicht bildet, die den Fleischsaft und mit ihm die Genußstoffe des Fleisches nun nicht mehr austreten läßt, während bei der Bereitung der Fleischbrühe, der Bouillon, im Gegensatz hierzu das am besten zerhackte Fleisch mit kaltem Wasser angesetzt wird und erst, nachdem es so einige Zeit stehen geblieben ist, aufgekocht wird. Auf diese Weise extrahieren sich möglichst alle löslichen Bestandteile, alle Extraktivstoffe, alle Genußsubstanzen. Aus hundert Teilen gehackten Ochsenfleisches gehen so in das kalte Wasser nur sechs Teile über, von denen beim Kochen noch die Hälfte als geronnenes Eiweiß wieder niedergeschlagen und meist beim Abschäumen weggeworfen wird, so daß also nur drei ganze Hundertteile tatsächlich in der Lösung verbleiben. Die so gewonnene Brühe enthält demnach wohl die Genußstoffe des Fleisches, aber praktisch so gut wie gar nichts von seinen Nahrungsstoffen.

Eine Ergänzung der Fleischnahrung stellen die *pflanzlichen Nahrungsmittel* dar, denen in unserer Ernährung eine noch bedeutsamere Rolle zukommt. Unter ihnen ist das wichtigste das *Getreide*. In

diesem finden sich verschiedene Eiweißstoffe vor, die unter der Bezeichnung Kleber zusammengefaßt werden (vgl. Abb. 34), ferner Albumine und Globuline und selbst geringe Mengen Fett und andere ätherlösliche Substanzen, von Kohlehydraten reichlich Stärke, und von Salzen hauptsächlich Kalium und Phosphorsäure. Der Rest ist Wasser, das ein knappes Sechstel des Ganzen beträgt. Die Eiweißschicht liegt hier direkt unter der Hülle des Kornes. Beim Mahlen werden die unverdaulichen Hüllen entfernt, mit ihnen zugleich aber auch ein mehr oder weniger großer Teil des Eiweißes, das in der Kleie mit fortgeht. Doch befindet sich in den im Innern des Kornes gelegenen Zellen immer noch neben viel Stärke auch etwas Eiweiß. Im allgemeinen weist das Mehl weniger Eiweiß auf, je weißer und je feiner es ist. Bei der Bereitung von Brot wird das Mehl mit Wasser zu Teig geknetet, in dem der Kleber das Bindemittel abgibt, und Salz und Hefe zugesetzt. Dann wird in der Wärme durch einen fermentativen Vorgang die Stärke zum Teil in Zucker übergeführt, und der Zucker rasch durch die Hefe in Kohlensäure und in Alkohol zerlegt. Die Kohlensäure lockert den Teig, indem sie in ihm Blasen bildet, während auch gewisse Bakterien neben der Hefe im gleichen Sinne wirken. Dann wird durch die Backhitze, die zweihundert Grad erreicht, der Alkohol vertrieben, und der Teig wird gar. In der Rinde entsteht viel leichtlösliches Dextrin. Während das Eiweiß der Getreidearten vorwiegend aus Kleber besteht, sind unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln die Hülsenfrüchte die eiweißreichsten. Sie enthalten als ihren charakteristischen Eiweißstoff das Legumin. Trotzdem aber läßt sich, infolge des Mangels an Kleber, aus ihnen kein

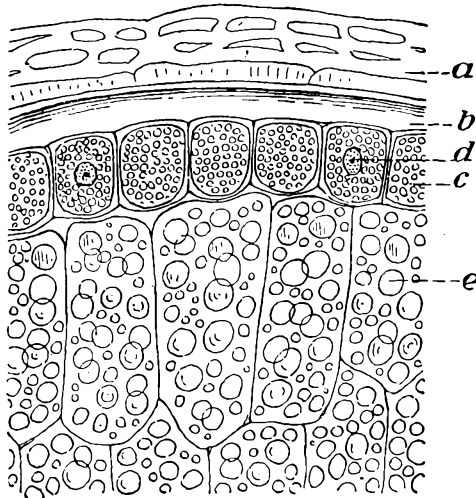


Abb. 34. Querschnitt durch einen Teil eines Weizenkornes.

a Oberflächliche Zellschicht der Samenhülle, *b* Samenhaut, *c* Kleberschicht, aus starkwandigen Zellen bestehend, die mit Kleberkörnchen angefüllt sind, *d* Zellkern, *e* Stärkekörnchen in den Zellen des Mehlkernes.

lockert den Teig, indem sie in ihm Blasen bildet, während auch gewisse Bakterien neben der Hefe im gleichen Sinne wirken. Dann wird durch die Backhitze, die zweihundert Grad erreicht, der Alkohol vertrieben, und der Teig wird gar. In der Rinde entsteht viel leichtlösliches Dextrin. Während das Eiweiß der Getreidearten vorwiegend aus Kleber besteht, sind unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln die Hülsenfrüchte die eiweißreichsten. Sie enthalten als ihren charakteristischen Eiweißstoff das Legumin. Trotzdem aber läßt sich, infolge des Mangels an Kleber, aus ihnen kein

Teig und daher auch kein Brot bereiten. Ferner findet sich in ihnen unter den ätherlöslichen Bestandteilen neben Fett auch noch verhältnismäßig viel Cholestearin und Lecithin. Sonst bestehen sie fast ganz aus Stärke.

Mit dem verbreitetsten Volksnahrungsmittel, mit den *Kartoffeln*, hat es eine merkwürdige Bewandnis. Sie bestehen zum allergrößten Teile nur aus Wasser, im übrigen aus Kohlehydraten. Von den recht geringen Mengen stickstoffhaltiger Substanz ist auch nur ein Teil Eiweiß. In den Keimen der Kartoffeln findet sich außerdem ein giftiges Glykosid, das Solanin. Die Kohlehydrate sind fast vollständig Stärke (s. Abb. 35), der Gehalt der Kartoffel an Nährstoffen ist demnach nur ein geringer, sie kommen für die Ernährung erst in Betracht, wenn sie in reichlichen Mengen genossen werden. Trotzdem spielen sie in der Nahrung, zumal der unteren Klassen, eine große Rolle. Sie werden fast immer zusammen mit Fett genommen, mit fetten Tunken oder in ausgelassenem Fett; sie werden zusammengekocht mit fettem Fleisch oder als Bratkartoffeln und als Pellkartoffeln mit Butter verzehrt. Sie vermitteln so die Aufnahme von spannkraftreichem Fett, das in den entsprechenden Mengen für sich allein überhaupt nicht genossen werden könnte oder zum wenigsten Verdauungsstörungen hervorrufen würde. Man könnte daher die Kartoffel als einen Fettträger bezeichnen, trotzdem sie an sich nur von geringem Wert ist. Den *grünen Gemüsen* kommt sogar ein noch höherer Wassergehalt zu als den Kartoffeln. Er steigt bis auf neunzig Prozent und darüber. Die geringen Mengen an Eiweiß und an Kohlehydraten kommen für die Ernährung kaum noch in Betracht. Aber auch die Gemüse werden häufig mit viel Fett zubereitet, mit Butter, oder gemeinsam mit fettem Fleisch, und dienen dann in dem gleichen Sinne wie die Kartoffeln als Fettträger. In manchen Gemüsen spielen auch die Vitamine und die Salze eine Rolle. So enthält Spinat viel Eisen. Die Hauptsache aber bildet immer das beigemischte Fett. Von Nahrungsstoffen sind im *Obst* besonders Zucker sowie Vitamine und Salze vertreten. Doch kommen die Früchte weniger als Nahrungsmittel, wie vielmehr als Genußsubstanzen in Betracht. Organische Säuren geben ihnen den charakteristischen Geschmack. Die gelatinierende Substanz der Fruchtgelees ist das in den Früchten enthaltene, lösliche Pektin. Diese Marmeladen und Gelees führen meist einen sehr hohen Zuckergehalt und besitzen nur aus diesem Grunde einen beträchtlichen Nährwert.

Der Mensch lebt nicht vom Brot allein. Neben den Stoffen für die eigentliche Ernährung lassen sich auch die *Genußmittel* nicht

entbehren, diejenigen Bestandteile unserer Nahrung also, die nicht wegen ihres Nährwertes genossen werden, sondern vielmehr, weil sie eine angenehme Einwirkung und wohlgefällige Anregung ausüben, sei es unmittelbar auf das Geschmacksorgan oder aber in der nachfolgenden Wirkung auf das Nervensystem. Solche Genußmittel sind schon in der gewöhnlichen Nahrung reichlich vorhanden, so daß sie sich eigentlich nicht scharf trennen lassen, so in den angenehm riechenden und schmeckenden Extraktivstoffen des Fleisches, in der Fleischbrühe, in der Rinde des Brotes, im Obst. Ihre Hauptbedeutung liegt also darin, daß sie zur Nahrungsaufnahme anregen. Fehlen die Genußstoffe in der Nahrung, so erregt sie

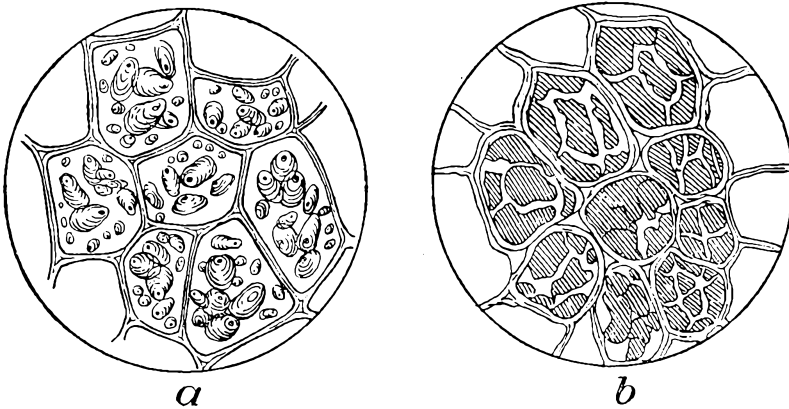


Abb. 35. Kartoffelzellen.

a Zellen einer frischen Kartoffel mit Stärkemehlkörnern in unaufgeschlossenem Zustande; *b* Zellen einer Kartoffel mit Wasser eine halbe Stunde gekocht, Stärkemehlkörner halb gequollen.

nach einiger Zeit Widerwillen und kann schließlich überhaupt nicht mehr in genügender Menge aufgenommen werden. Einen großen Raum unter diesen Genußmitteln nehmen *Kaffee* und *Tee* ein, mit ihren wirksamen Bestandteilen des Koffeins und des Teins. Auch der *Kakao* gehört hierher, sowie die aus ihm bereitete Schokolade. Sie alle enthalten Körper, die den Alkaloiden oder stickstoffhaltigen Pflanzenbasen zugerechnet werden. Sie sind es, die den als Volksgetränke allgemein verbreiteten Aufgüssen die angenehm anregende Wirkung auf das Nervensystem geben. Sie erfrischen den Geist, steigern die Leistung der Muskeln und heben das Gefühl der Müdigkeit auf. In diesen ihren Wirkungen stehen sie den anregenden Extraktivstoffen der Fleischbrühe nahe, nur daß diese Anregung

auf dem Wege einer Antreibung des Herzens zu gesteigerter Tätigkeit zustande kommt, wodurch dem Gehirn mehr Blut zugeführt wird.

Wir kommen nun zu den so viel umstrittenen *alkoholischen Getränken*. Sie verdanken ihre Wirkung vor allem dem in ihnen enthaltenen Äthylalkohol. Dieser hat die Eigenschaft, im Körper schnell resorbiert zu werden und wird danach zu seinem größten Teile allmählich zu Kohlensäure und zu Wasser verbrannt. Nur ein ganz geringer Bruchteil, nur zwei Prozent der eingeführten Menge kommt unverbrannt durch die Nieren, die Haut und die Lungen zur Ausscheidung. Da ein Gramm Alkohol sieben Kalorien liefert, so werden bei seiner Verbrennung im Körper beträchtliche Mengen von Spannkraft frei, die der Organismus für seine Zwecke ausnutzen kann. Er ist in geringen Dosen, von denen niemals eine schädliche Wirkung ausgeht, ein wertvolles Genußmittel, er beseitigt durch seine direkte Einwirkung auf die Magenschleimhaut das Gefühl des Hungers, er regt das Herz zu lebhafterer Tätigkeit an und bewirkt eine Erweiterung der Blutgefäße besonders in der Haut, wodurch ein subjektives Wärmegefühl entsteht. Der Alkohol hebt auch das Gefühl der Ermüdung auf, doch ist diese Wirkung eine rein subjektive. Auf die anfängliche Erleichterung der Muskeltätigkeit folgt bald deren Lähmung, und darum ist sein Genuß bei anstrengender Muskeltätigkeit durchaus nachteilig. Er wirkt aber anregend auf das Zentralnervensystem, in dem er unangenehme Eindrücke rein psychischer Art, quälende Vorstellungen, häßliche Erinnerungen beseitigt und bei gleichzeitiger, stärkerer Betonung der angenehmen Empfindung einen Zustand allgemeinen Behagens schafft. Bei größeren Dosen schlägt dann die erregende Wirkung in Lähmung um, die schließlich zu schwerer akuter Beeinträchtigung des Zentralnervensystems, wie sie sich im Rausch darstellt, führen kann. Schon darum also ist der Alkohol ein gefährliches Genußmittel. Der gewohnheitsmäßige Genuß größerer Mengen aber bringt schwere Störungen des Organismus. Auch ist sein Gebrauch während einer geistigen Arbeit ebenso unzweckmäßig wie bei der körperlichen, da er niemals eine wirkliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit herbeiführt. Der Wein enthält durchschnittlich sieben bis acht Gewichtsprozent Alkohol, Sherry und Portwein sogar bis sechzehn Prozent. Der feine Geschmack, die sogenannte Blume, das Bukett, das die einzelnen Sorten auszeichnet, bildet sich erst beim Lagern. Der Önanthäter ist es, der den charakteristischen Weingeruch bewirkt. Das Bier enthält nur drei bis fünf Prozent Alkohol, doch neben einer Anzahl verschiedener, und zwar nur in geringer Menge vorhandener Be-

standteile vier bis sechs Prozent Kohlehydrate, Maltose, Glykose, Dextrine. Durch reichlichen Biergenuß werden daher neben dem Alkohol auch nicht unbeträchtliche Mengen von Kohlehydraten aufgenommen, wodurch sich die Korpulenz der Biertrinker erklärt. Dagegen führen die Branntweine die Hälfte und mehr, bis zu sechzig Prozent an Alkohol, neben Äthylalkohol häufig auch höhere Alkohole, Fuselöle, auch den so überaus gefährlichen Amylalkohol.

Die *Gewürze* sind ebenfalls als Genußmittel aufzufassen. Manche wirken zugleich anregend auf die Verdauungsorgane. Gewissermaßen ist selbst das den Speisen zugesetzte Kochsalz ein Gewürz.

Wertigkeit der Nahrungsmittel nach Kalorien, nach Abzug der unverdaulichen Bestandteile

Auf je hundert Gramm Substanz sind an Kalorien enthalten in:

Aal	304	Kartoffeln	90
Äpfel, getrocknete	231	Käse, fetter	381
Äpfel, rohe	48	Käse, magerer	283
Baumöl	883	Käsequark	222
Blumenkohl	25	Kastanien	189
Blut	74	Kastanienmehl	312
Blutwurst, bessere	244	Keks	368
Bohnen, Schnitt-	36	Kirschen, frische	51
Bohnen, weiße	290	Kohlrüben	38
Bohnenmehl	326	Kuheuter	219
Brot	222	Kunsthonig	316
Bückling	171	Kürbis	26
Butter	750	Lachs	203
Dörrgemüse	184	Leberwurst, bessere	334
Graupen und Grützen	340	Leberwurst, geringe	250
Gurke, frische	12	Leinöl	883
Gurke, saure	5	Linsen	308
Hafermehl	391	Maismehl	371
Hammelfleisch, mittelfett	159	Makkaroni	360
Hering, gesalzen	224	Margarine	787
Himbeersirup	239	Meerrettich	65
Honig	307	Mettwurst	457
Hühnerrei, zwei Stück	162	Milch, Mager-	36
Kalbfleisch, mittleres	110	Milch, saure	62

Milch, Voll-	66	Schinkenfett	427
Mohrrüben	40	Schokolade	422
Palmin	888	Schweinefleisch, fettes	406
Pflaumen, frische	57	Schweinefleisch, mageres	125
Pflaumen, getrocknete	200	Schweinefleisch, mittleres	266
Pilze	18	Schweineschmalz	883
Radieschen	25	Sojabohnen	268
Reis	358	Spargel	20
Rindertalg	872	Speck, fetter	776
Rindfleisch, fettes	312	Spinat	25
Rindfleisch, mageres	108	Weißfisch	148
Rindfleisch, mittleres	266	Weißkohl	24
Roggenmehl	317	Weizenmehl	362
Rotkohl, frischer	26	Wirsingkohl	33
Rüböl	883	Zervelatwurst	429
Sago	323	Zucker	408
Sahne	243	Zuckerrüben	66
Sauerkraut	20	Zwiebeln	52

Den geringsten Nährwert hat also die sehr wasserreiche saure Gurke mit fünf und den größten das wasserfreie reine Fett Palmin mit achthundertachtundachtzig Kalorien auf je hundert Gramm Substanz.

ZWEITES KAPITEL

Die Ernährung

Durch die Verdauungsvorgänge sollen die als Nahrung eingeführten Stoffe in diejenige Form gebracht werden, in der sie in den Körper aufgenommen werden können, sie sollen aufsaugungsfähig gemacht werden. Das Wasser und die meisten Salze lassen sich ohne weitere Veränderungen als solche aufsaugen, die meisten organischen Stoffe dagegen, die Eiweiße, die Kohlehydrate, die Fette bedürfen einer vorhergehenden Bearbeitung und Umwandlung. Dabei hat die Verdauung zwei gesonderte Aufgaben zu erfüllen. Da die meisten organischen Bestandteile unserer Nahrung in dieser in unlöslicher oder doch in schwer löslicher Form

enthalten sind, so muß sie zunächst die Stoffe, die sich im Speisebrei in wasserunlöslicher Form vorfinden, in wasserlösliche Substanz umwandeln.

Die Verarbeitung der Bestandteile unserer Nahrung im Verdauungsapparate ist zunächst eine mechanische, die Zerkleinerung durch den Kauakt. Daran schließt sich dann die chemische Einwirkung der in den Verdauungssäften vom Körper ausgeschiedenen Fermente, die im Wege der hydrolytischen Spaltung die Nahrungsstoffe in ihre einzelnen Bausteine zerlegen, die zur Aufsaugung geeignet sind. Dabei wirkt entsprechend der Natur dieser Fermente ein jedes einzelne von ihnen immer nur auf eine ganz bestimmte Gruppe von Nahrungsstoffen ein, deren chemischer Bau ihm angepaßt ist. In den tieferen Abschnitten des Verdauungsapparates nehmen auch Mikroorganismen an der Aufspaltung der Nahrungsstoffe teil. Doch ist ihre Wirksamkeit für den Menschen und für alle Fleischfresser von untergeordneter Bedeutung. Sie erlangt aber beträchtliche Wichtigkeit für den Pflanzenfresser.

Der *Verdauungsapparat* nun, in dem alle diese Vorgänge sich abspielen, besteht aus einem vom Munde bis zum After durch alle Leibeshöhlen verlaufenden Schlauche von wechselnder Weite, der auf seinem Wege die Ausführungsgänge vieler drüsiger Nebengebilde aufnimmt.¹⁾ Seine Verrichtung unterliegt nur an seinem Anfange und am Ende der Willkür. In seinem Innern spielen sich alle die chemischen Umwandlungen ab, die den Verdauungsprozeß umfassen, welcher in einer Reihe von Vorgängen besteht, die sich nacheinander als Kauen und Einspeicheln, als Schlingen, als Magenbewegung, Magenabsonderung, Darmpassage und Darmabsonderung in wohlgeordnetem Nacheinander ablösen.

Der Verdauungskanal beginnt mit einer am unteren Teile des Gesichtschädels zwischen den Kiefern liegenden Höhle, *der Mundhöhle*, in welcher die Speisen die Vorbereitung für die Magenverdauung durch Kauen und Einspeicheln erfahren (s. Abb. 36). Hier werden sie auf mechanischem Wege jener Änderung ihres Zusammenhaltes und ihrer Festigkeit unterworfen, welche die Speisen erst tauglich macht, verschluckt zu werden. Die Mundöffnung ist die von den zwei waagrechten, gewulsteten und mit besonderer Empfindlichkeit und feinem Tastvermögen begabten Lippen begrenzte Mundspalte, an deren Saume die äußere Hautdecke des Gesichts mit der Schleimhaut der Mundhöhle in Verbindung tritt. Beide Lippen

¹⁾ Für die am Ernährungsvorgange beteiligten Organe vgl. auch das anatomische Modell der Frau, das diesem Werke beigegeben ist.

besitzen wegen ihrer notwendigen Mitwirkung beim Kauen und Sprechen, beim Saugen und Blasen einen so hohen Grad von Beweglichkeit, daß die Mundspalte die mannigfachsten und verschiedensten Formen annehmen vermag.

Der weiche Gaumen, der auch das Gaumensegel genannt wird, erscheint zunächst als eine bewegliche Grenz wand zwischen der Mundhöhle und der Rachenhöhle, die aber nicht senkrecht herabhängt, sondern schief nach hinten und unten gerichtet ist. Sie zeigt eine vordere und eine hintere Fläche, einen oberen, am hinteren Rande des harten Gaumens befestigten und einen unteren freien Rand, der in seiner Mitte einen stumpf kegelförmigen Ansatz trägt, das Zäpfchen. Durch dieses Zäpfchen wird der untere Rand des weichen Gaumens in zwei seitliche, bogenförmige Hälften geteilt, und eine jede dieser Hälften teilt sich wieder in zwei nach vorwärts und nach rückwärts auseinander weichende Schenkel, die Gaumenbogen. Der vordere geht zum Seitenrande der Zunge als Gaumenzungenbogen, der hintere setzt sich in die Schleimhaut der Rachenhöhle fort. Beide Schenkel kehren ihren vertieften, freien Rand der Achse der Mundhöhle zu. Zwischen ihnen bleibt jederseits ein nach oben spitziger, dreieckiger Raum übrig, in dem ein Häufchen von Balgdrüsen liegt, die Mandeln. Das Tor, das aus der Mundhöhle in die Rachenhöhle führt, wird Rachen eingang oder Rachenenge, auch Schlund genannt. Der weiche Gaumen wird beim Sprechen und Schlingen durch besondere Muskeln bewegt, die entweder gänzlich oder nur mit ihren Enden zwischen seinen beiden Schleimhautblättern liegen, die ihn heben und senken oder in die Quere spannen und dadurch die Weite und die Gestalt des Racheneinganges verändern.

Die *Zähne* sind samt den Kiefern nur passive Kauwerkzeuge, da die aktiven Kauwerkzeuge durch die Kaumuskeln gegeben sind. Infolge ihrer Härte sowohl wie auch durch ihre Form, welche Werkzeugen gleicht, Meißeln, Keilen, Stampfen, eignen sie sich ganz vortrefflich zu mechanischen Zertrümmerern der Nahrung. Sind sie besonders groß gebildet, so pflegen auch die Mundspalten weit, die Kiefern stark und die Beißmuskeln sehr kräftig zu sein. Ein jeder Zahn (s. Abb. 37 und 38) ragt mit einer nackten Krone frei in die Mundhöhle hinein, an die Krone setzt sich der vom Zahnfleisch umschlossene Hals. Der in die Lücken des Zahnfachfortsatzes des Kiefers geradeso wie der Nagel in die Wand eingetriebene kegelförmige und mit einer Beinhaut versehene Endzapfen des Zahnes ist seine Wurzel. Dabei schließen der Hals und die Krone

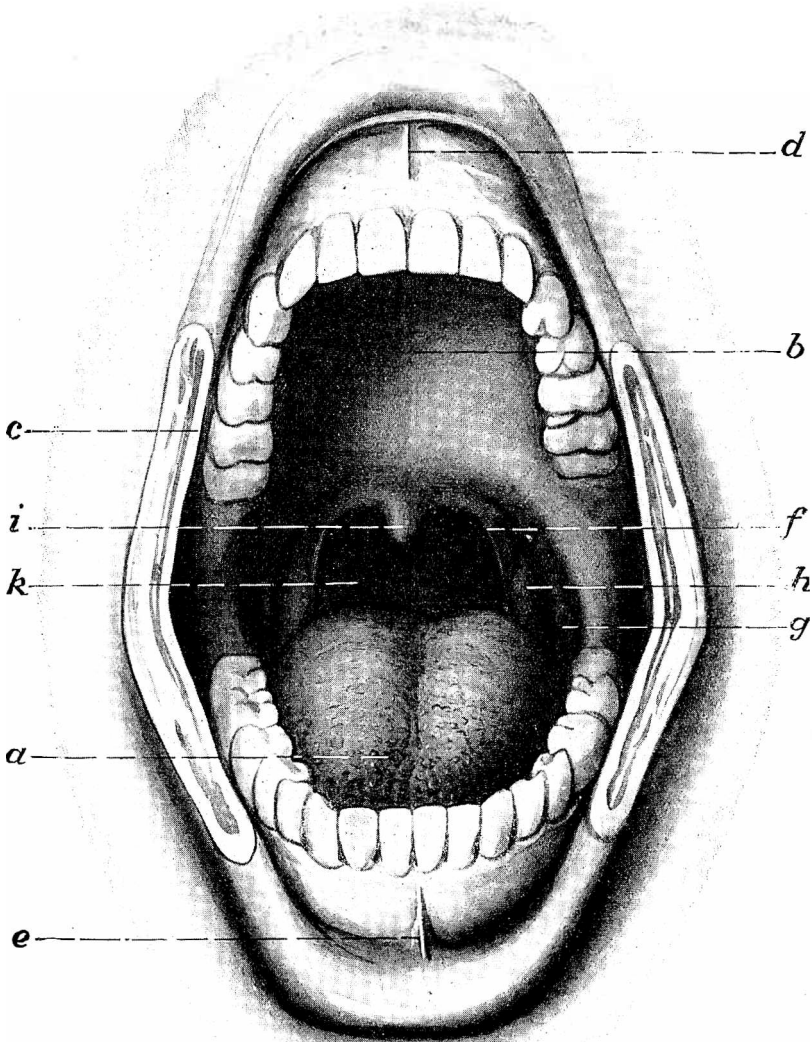


Abb. 36. Die Mundhöhle.

a Zunge, *b* Gaumensegel, *c* Wandung der Wange, *d* Bändchen der Oberlippe, *e* Bändchen der Unterlippe, *f* hinterer Gaumenbogen, *g* vorderer Gaumenbogen, *h* Mandel, *i* Zäpfchen, *k* hintere Rachenwand.

zusammen eine Höhle in sich ein, die mittels eines feinen, durch die ganze Länge der Wurzel verlaufenden Kanals an deren Spitze ausmündet. Es ist dies der Wurzelkanal des Zahnes, in dessen Höhle die Zahnpulpa (s. Abb. 39) liegt, der Zahnkeim, richtiger der Zahnkern, ein weicher, aus faserigem Bindegewebe zusammengesetzter Körper, zu dem Gefäße und Nerven durch den Wurzelkanal eindringen, und dessen Oberfläche eine mehrfache Schicht kernhaltiger Zellen überzieht. Sein Nervenreichtum ist ein wahrhaft überraschender, er gibt die Erklärung ab für die ungemein hohe Empfindlichkeit dieses Organes.

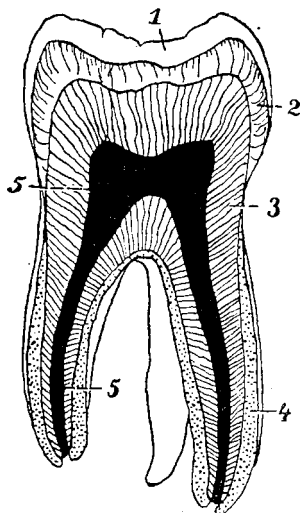


Abb. 37. Längsschnitt durch einen menschlichen Mahlzahn. 1. Krone, 2. Schmelz, 3. Zahnbein, 4. Wurzelzement 5. Zahnhöhle (Pulpa).

An jedem Zahne lassen sich drei verschiedene Substanzen unterscheiden, der Schmelz, das Zahnbein und die Wurzelrinde. Der Schmelz, der auch Glasur oder Email genannt ist, bildet die äußere sehr harte und feste Rinde der Krone, die an der Kaufläche des Zahnes am dicksten ist, sich gegen den Hals zu verdünnt und mit scharf gezeichnetem Rande plötzlich aufhört. Er deckt somit den gesamten, frei in die Mundhöhle hineinragenden Anteil des Zahnes wie eine dicht aufsitzende Kappe und repräsentiert die härteste Substanz, die im tierischen Haushalt überhaupt erzeugt wird. Seine größte Härte verdankt der Schmelz denselben Kalksalzen, die auch in der Knochensubstanz diese hart gestalten. Während der Schmelz obenauf liegt,

bildet das Zahnbein oder das Dentin den Körper des Zahnes und umschließt zunächst die Zahnhöhle und den Wurzelkanal. Feine Röhrchen des Zahnbeines beginnen mit offenen Mündungen in der Zahnhöhle und im Wurzelkanal. Sie sind sanft wellenförmig gebogen oder korkzieherartig gewunden und gegen die Oberfläche hin vielfach gabelförmig geteilt. Ihre zahlreichen Äste verbinden sich untereinander noch im Zahnbein mit benachbarten oder dringen in den Schmelz ein, wo sie blind endigen, oder sie münden in die Räume zwischen Zahnbein und Zement. Viele von ihnen treten in die Rinde der Zahnwurzel, in das Zement über und verbinden sich mit den Ästchen der daselbst befindlichen Knochen-

körperchen. Als dritter wesentlicher Bestandteil des Zahnes findet sich dann die Wurzelrinde, die gewöhnlich Zement genannt wird, doch nur an der Wurzeloberfläche der bleibenden Zähne, an den Milchzähnen fehlt sie. Sie besitzt neben ihrem konzentrischen Bau die mikroskopischen Elemente der Knochen, die Knochenkörperchen, jedoch unregelmäßiger gestaltet und nur mit spärlichen Ästchen. Die Beinhaut in den Zahnfächern der Kiefer ist auch zugleich die Beinhaut der Zahnwurzel. Sie hängt an der Zahnwurzel nicht besonders fest an und besitzt einen großen Reichtum an Nerven. An der Spitze der Zahnwurzel setzt sich die Rinde noch etwas über derjenigen des Zahnbeines weiter fort und bildet so allein für sich den Anfang des Kanals der Zahnwurzel.

Die Zahl der bleibenden Zähne (s. Abb. 40 und 42) beträgt zweiunddreißig, jeder Kiefer trägt deren sechzehn, die sich aus den vier Schneidezähnen, den zwei Eckzähnen, den vier Backzähnen und den sechs Mahlzähnen zusammensetzen. Die vier Schneidezähne haben meißelartig zugeschärfte Kronen mit vorderer gewölbter und hinterer vertiefter Fläche. Der Hals und die einfache kegelförmige Wurzel erscheinen an ihnen im Unterkiefer seitlich gepreßt, im Oberkiefer mehr rundlich. Die beiden inneren sind im Oberkiefer stärker und haben breitere Kronen als die äußeren, während die zwei Eckzähne, auf jeder Seite einer, zugespitzte Kronen haben und an der hinteren Seite einer jeden zwei mäßig vertiefte Flächen. Ihre starken, einfachen, zapfenförmigen Wurzeln zeichnen sich an denen des Oberkiefers, die Augenzähne genannt werden,

durch eine besondere Länge aus. Gegen die Eckzähne zeigen die vier Backenzähne, zwei auf jeder Seite, etwas niedrigere Kronen und entweder je zwei Wurzeln oder auch nur eine einfache, seitlich plattgedrückte, an der dann eine längsgerichtete Furche die Neigung zur Spaltung in zwei Wurzeln andeutet. Ihre Mahlflächen tragen einen äußeren und einen inneren stumpfen Höcker. Gegen sie zeichnen sich wiederum die sechs Mahlzähne, drei auf jeder Seite, durch ihre Größe und durch

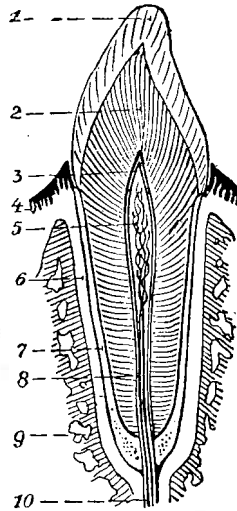


Abb. 38. Längsschnitt eines Zahnes im Zahnfach.

1. Zahnschmelz, 2. Zahnbein (Elfenbeinsubstanz),
3. Zahnhöhle (Pulpa),
4. Zahnfleisch, 5. Zahnhöhlenmark, 6. Knochenhaut am Zahnfach, 7. Wurzelzement, 8. Zahnwurzelkanal, 9. Kieferknochen, 10. Schlagader und Ader.

ihre mit Höckern versehenen Kauflächen aus. Sie haben im Oberkiefer in der Regel drei auseinanderweichende kegelförmige Wurzeln, im Unterkiefer nur zwei nicht kegelförmige, sondern breite, die so aussehen, als ob sie durch die Verwachsung zweier kegelförmiger Wurzeln entstanden wären. Von den drei Wurzeln der Mahlzähne steht die stärkste nach innen. Der erste dieser Mahlzähne ist der größte, der zweite etwas kleiner, aber wiederum größer als der letzte. Ihre Kronen im Oberkiefer besitzen vier, jene des Unterkiefers fünf Höcker, und zwar entsprechen

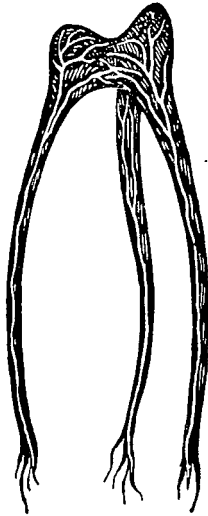


Abb. 39. Zahnkern. (Pulpa), isoliert und vergrößert, um die Nerven und Gefäße zu zeigen.

drei dem äußeren und zwei dem inneren Kronenrande. Daß der letzte Mahlzahn in beiden Kiefern seines spätem, erst in der Zeit zwischen dem sechzehnten bis fünfundzwanzigsten Lebensjahre erfolgenden Durchbruches wegen Weisheitszahn heißt, ist bekannt. Im sechsten oder siebenten Monat nach der Geburt brechen die inneren Schneidezähne des Unterkiefers durch, denen bald danach jene des Oberkiefers folgen, und nach vier bis sechs Wochen zeigen sich dann die äußeren Schneidezähne des Unterkiefers wie des Oberkiefers. Jetzt sollten der Tour nach die Eckzähne an die Reihe kommen. Es erscheinen aber früher als sie, und zwar am Beginn des zweiten Lebensjahres, die unteren und die oberen ersten Backzähne, und erst, wenn diese ihren Platz eingenommen haben, kommt der Eckzahn im achtzehnten Monat an, worauf dann ganz zuletzt die hinteren Backzähne zutage treten. Am Ende seines zweiten Lebensjahres hat das Kind zwanzig

Zähne. Diese zwanzig Zähne heißen ihrer milchweißen Farbe wegen *Milchzähne*. Die Milchzähne stehen bis zum siebenten oder achten Lebensjahre, wo sie dann in ganz derselben Ordnung, in der sie geboren wurden, wieder ausfallen und den bleibenden Zähnen Platz machen, die, zum Durchbruch bereit, schon im Kiefer da sind. Der Beginn des Zahnwechsels (s. Abb. 43) zeigt sich gewöhnlich durch das Erscheinen des ersten bleibenden Mahlzahnes an. Sind alle zwanzig Milchzähne neu ersetzt, so reihen sich dem bereits vorhandenen ersten Mahlzahn noch auf jeder Seite zwei weitere Backzähne an, wodurch die Zahl der bleibenden Zähne auf zweiunddreißig gebracht wird. Doch zählen die Zeiten des

Durchbruchs dieser Zähne jetzt nicht mehr nach Monaten, wie jene der Milchzähne, sondern nach Jahren. Die Schneidezähne kommen im achten Jahre, die Backzähne vom zehnten bis zum dreizehnten, die Eckzähne im elften Jahre, der zweite Mahlzahn im zwölften, der dritte erst im achtzehnten oder gar dreißigsten Jahre, der erste Mahlzahn aber schon zwischen dem sechsten und dem achten.

Bei den meisten Menschen umgreift die obere Zahnreihe die untere, so daß im Anschluß beider Kiefer aneinander die unteren Schneidezähne hinter den oberen stehen.

Jene harte Partie der Mundschleimhaut, welche die Häuse der Zähne umgibt und sie zuweilen so knapp und fest umschließt, daß sie mit einem

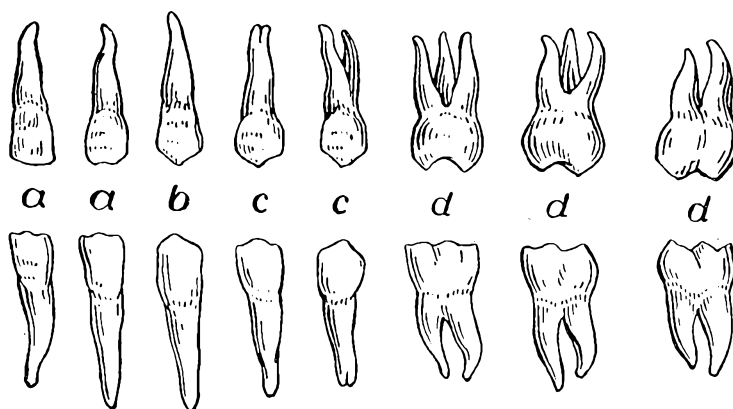


Abb. 40. Formen der verschiedenen Zähne im Gebiß des Erwachsenen.
a Schneidezähne, b Eckzähne, c Backzähne, d Mahlzähne.

eigenen Instrument zuvor abgelöst werden muß, bevor es möglich ist, den Zahn auszuziehen, nennen wir das *Zahnfleisch*. Es ist mit der Beinhaut der Kiefer aufs innigste verwachsen, besitzt wenig Empfindlichkeit, aber großen Gefäßreichtum, und blutet deshalb leicht beim Bürsten der Zähne. Das Zahnfleisch sorgt nicht für die Ernährung, sondern nur für die Befestigung der Zähne. Lockert es sich auf, wie bei Speichelfluß oder Skorbut, so fangen die Zähne an zu wackeln.

Das Alter des Menschen läßt sich ungefähr an den Zähnen erkennen. Jenseits der dreißig beginnt ihr allmählicher Abbau. Fängt das vierte Jahrzehnt an, so entstehen an den Schneidezähnen Zahnbeinlinien in Form von Strichen, die mit der Zeit breiter und dunkler, und mitunter auch ringförmig werden. Bei den Fünfzigern sind dann die Höcker der

Backzähne gewöhnlich schon recht deutlich abgeschliffen und etwas später scheinen sie deutlich länger geworden infolge der Schrumpfung des Zahnfleisches.

Ein weiteres zur Mundhöhle gehöriges Gebilde sind die *Speicheldrüsen*. Sie bereiten den wasserreichen Speichel, der, wenn er mit der Nahrung durch ausreichendes Kauen innig gemischt wird, den weichen Teig bilden hilft. Dieser läßt sich als Bissen durch die Schlingwerkzeuge

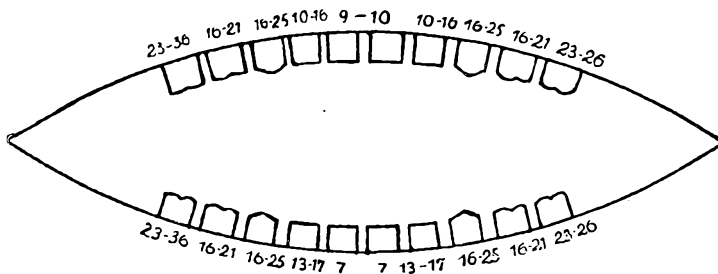


Abb. 41. Schema des Milchgebisses.
Die Zahlen geben die Zeit des Durchbruchs in Monaten an.

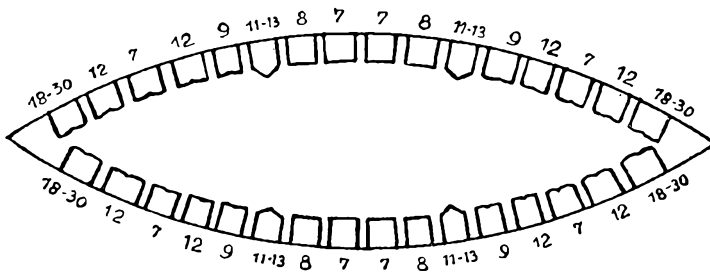


Abb. 42. Schema des bleibenden Gebisses.
Die Zahlen geben das Jahr des Durchbruchs an.

leicht in den Magen befördern. Dieser Speichel verflüssigt zugleich, was in der Nahrung löslich ist, und erregt mittels der Befeuchtung und der Tränkung der Geschmackswärzchen mit dieser Lösung die Geschmacksempfindungen. Wir besitzen nun drei Paar solcher Speicheldrüsen, die je nach ihrer örtlichen Lage als die Ohrspeicheldrüsen, die Unterkieferspeicheldrüsen und die Unterzungendrüsen benannt werden. Von ihnen ist die Ohrspeicheldrüse die größte von allen. Sie liegt vor und unter dem Ohre in dem Winkel, der zwischen dem Aste des Unterkiefers, dem Warzenfortsatze und dem äußeren Gehörgange übriggelassen wird,

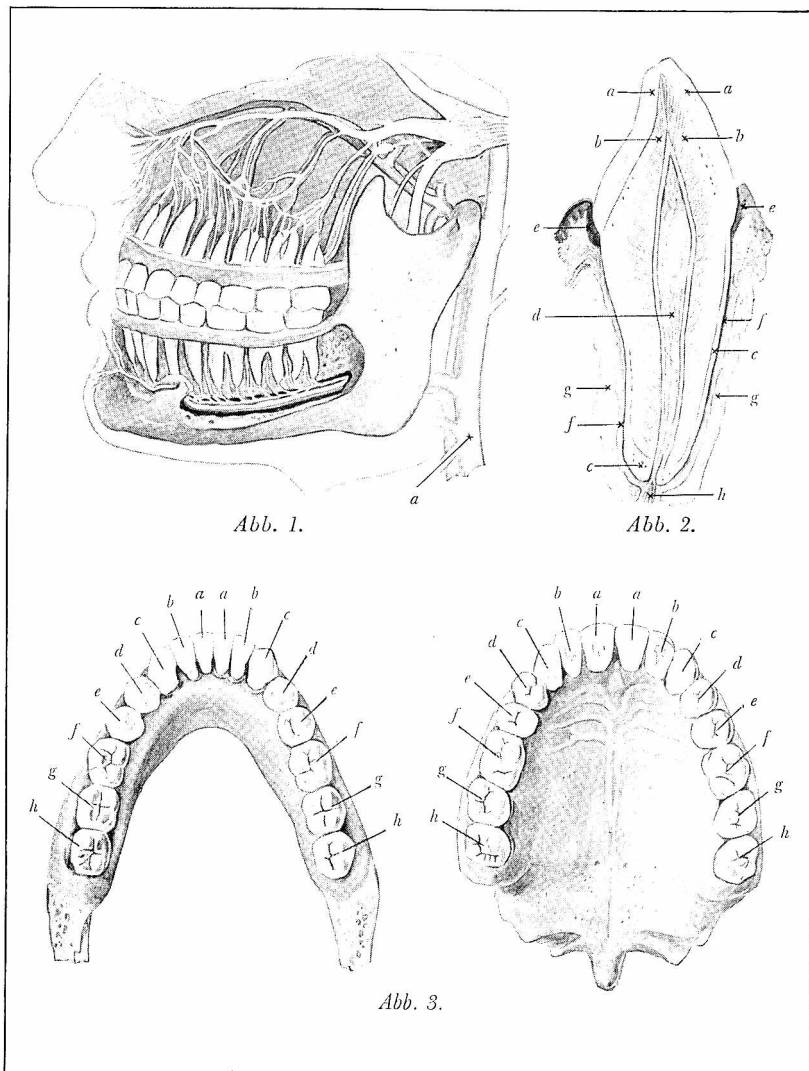


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

Gesunde Zähne.

Abb. 1. Die Verzweigung des dreiteiligen Nervs (Trigeminus). Obere und untere Zahnreihe mit Zahnerven, Venen und Arterien. *a*) Carotis communis. Abb. 2. Längsschnitt eines Zahnes mit Zahnbett (Paradentium) (aus dem Atlas von Spalteholz), *a*) Schmelz, *b*) Zahnbein oder Dentin, *c*) Zement, *d*) Zahnmark (Pulpa), *e*) Zahnfleisch, *f*) Wurzelhaut, *g*) Alveolarknochen, *h*) Gefäß- und Nervenbündel am Wurzelloch. Abb. 3. Ober- und Unterkiefer mit je 16 bleibenden Zähnen, *a*) mittlere, *b*) seitliche Schneidezähne, *c*) Eckzähne, *d*) und *e*) kleine Backenzähne (Prämolaren), *f*), *g*), *h*) Mahlzähne (Molaren).

und hat ein gelapptes Äußere. Ein jeder Lappen besteht wieder aus Läppchen und diese aus traubenförmig gruppierten Drüsengebilden. Der Hauptausführungsgang, der sich durch die Dicke seiner Wand und durch die Enge seiner Lichtung auszeichnet und darum sich hart anfühlt, tritt oben am vorderen Rande hervor. Er entsteht durch die aufeinanderfolgende Vereinigung aller einzelnen Ausführungsgänge der kleineren Drüsenläppchen, läuft mit dem Jochbogen parallel und senkt sich durch das Fettlager der Backe zum Backenmuskel herab, den er durchbohrt, um danach an der inneren Wand der Backe dem zweiten oberen Mahlzahne gegenüber auszumünden. Die Ohrspeicheldrüse unterliegt bei jedem Öffnen des Mundes einem Druck, indem der Raum zwischen dem Unterkieferast und dem knöchernen Warzenfortsatz sich hierbei verkleinert. Dieser Druck befördert die Entleerung des Drüsensekrets während des Kauens, wo ja seine Gegenwart am nötigsten gebraucht wird. Die zweite, die Unterkieferspeicheldrüse, ist um die Hälfte kleiner als die Ohrspeicheldrüse und minder deutlich gelappt. Sie liegt in dem dreieckigen Raum, der vom unteren Rande des Unterkiefers und den beiden Bäuchen des zweibäuchigen Unterkiefermuskels begrenzt wird. Ihr Ausführungsgang, an

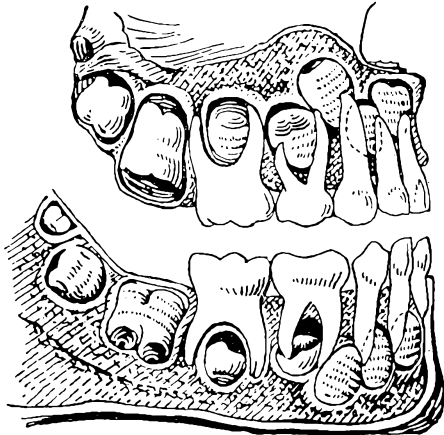


Abb. 43. Erste Zahnung des Kindes.

Die Wurzeln sind bloßgelegt, um die Keime der zweiten Zahnung zu zeigen.

dessen Verlauf sich noch eine Reihe von Drüsenläppchen hinzieht, geht nach innen und vorn und mündet an der stumpfen Spitze einer zu beiden Seiten des Zungenbändchens liegenden Papille aus. Die dritte aber, die Unterzungspeicheldrüse, gehört wahrscheinlich gar nicht zu den Speicheldrüsen, sondern zu den Schleimdrüsen. Kleiner als die beiden anderen, lagert sie auf dem Boden der Mundhöhle, die sie etwas hervorwölbt. Ihre feinen Ausführungsgänge, acht bis zwölf an der Zahl, münden unter der Zunge in die Mundhöhle ein, oder es vereinigen sich einige von ihnen und selten nur alle nach der Art der übrigen Speicheldrüsen zu einem größeren Gange, der entweder eine besondere Einmündung

besitzt oder mit dem Ausführungsgange der Unterkieferspeicheldrüse zusammenfließt.

Die *Zunge* (s. Abb. 44) bildet einen von der Mundschleimhaut umkleideten sehr gefäßreichen, weichen und sehr beweglichen Fleischlappen, der am Boden der Mundhöhle liegt und vom Boden des Unterkiefers umfaßt wird. Auf ihrer oberen Fläche bis zur Rachenenge hin ist sie mit Geschmackwärtchen dicht besät. Daneben kommen an ihrer Wurzel Schleimdrüsen und große Balgdrüsen vor, die hier ein fast ununterbrochenes, in die Muskelsubstanz eingreifendes Drüsenlager darstellen. Sie bilden mit den Mandeln und den Drüsen an der vorderen Fläche des weichen Gaumens zusammen einen Drüsengürtel um die Rachenenge herum, dessen Aufgabe es ist, diesen engen Weg während des Durchganges des Bissens gehörig schlüpfrig zu halten. Das Zungenfleisch besteht nebst den miteinander sich verwebenden und kreuzenden Fasern der unter ihm verlaufenden Muskeln am Halse aus drei besonderen, eigenen Schichten, die in der Zunge entspringen und auch in ihr endigen, und denen sie die große Möglichkeit der vielfachen Veränderungen ihrer Form verdankt. Auch diese drei Muskelschichten, zwei in der Längsrichtung und eine quer verlaufende, durchschlingen sich so sehr miteinander und in der Zungenspitze auch mit senkrecht von oben nach unten ziehenden Muskelbündeln, daß eigentlich kein Anatom zu sagen vermag, wo die Muskeln der Zunge anfangen, und wo sie endigen. Dagegen wissen wir aus eigener Erfahrung, daß die Mitwirkung der Zunge vermöge ihrer Muskeln beim Kauen, Schlucken und Sprechen eine bedeutsame ist, daß sie während des Kauens die halbzerquetschte Nahrung immer wieder zwischen die Stampfen der Zähne hineintreibt, bis alles gehörig zerkleinert ist, und daß sie auch alles das hervorzuholen vermag, was in die Bucht zwischen den Backen und den Kiefern hineingeraten ist, wie sie auch beim Schlucken den fertig gekauten Bissen durch die Rachenenge in den Rachen drängt.

Hinter der Zunge liegt der *Rachen*, und zwar hinter der Nasenhöhle und hinter der Mundhöhle (s. Abb. 44). Seine Gestalt ist die eines Trichters mit oberer Basis und unterer zur Speiseröhre hin sich verengender Spitze. Seine vordere Wand besitzt Verkehrsöffnungen mit der Nasenhöhle, mit der Mundhöhle in der Rachenenge und mit dem Kehlkopf. Er grenzt nach oben an den Schädelgrund, nach hinten an die Halswirbelsäule, seitwärts an die großen Blutgefäße und Nerven des Halses, vorn an die Nasenhöhle und an den Kehlkopf. Sein unteres Ende, das hinter dem Kehlkopf liegt und sich rasch zur Speiseröhre verengert, heißt der Schlundkopf.

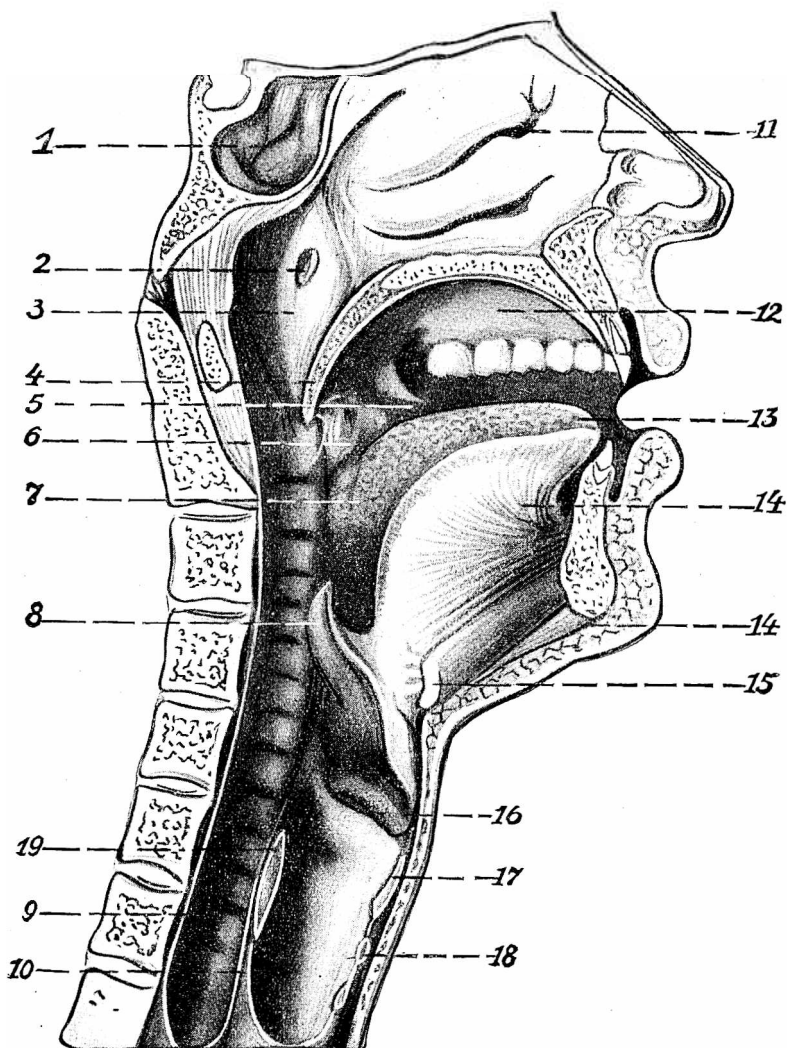


Abb. 44. Durchschnitt des Mundes, der Nasenhöhle und des Schädels.

1. Höhlung des Kopfkeilbeines, 2. Mündung der Eustachischen Röhre, 3. hintere Höhle der Nasengruben, 4. Gaumensegel, 5. vorderer Gaumenbogen, 6. Mandel zwischen dem vorderen und dem hinteren Gaumenbogen, 7. hinterer Teil der Zunge, 8. Zäpfchen, 9. Speiseröhre, 10. Luftröhre, 11. Mittelgang, 12. Gaumensegel, 13. Zunge, 14. Zungenmuskeln, 15. Durchschnitt des Zungenbeins, 16. Stimmritze, 17. Schildknorpel des Kehlkopfes, 18. und 19. Ringknorpel.

Wird der weiche Gaumen so weit nach hinten gedrängt, daß er sich mit seiner rückwärtigen Fläche an die hintere Wand der Rachenhöhle anlegt, so wird diese dadurch in zwei übereinander gelegene Räume geteilt, deren oberer den Nasenhöhlelenteil, und deren unterer, größerer die Rachenenge und den Eingang zur Kehlkopfhöhle in sich faßt. Diese Scheidung der Rachenhöhle in zwei übereinander gelegene Räume ist eine vollständige. Sie stellt sich bei jedem Schlingakte ein, sowie beim Sprechen des Vokales a und beim Singen mit Brusttönen. Wenn der Bissen in den Rachen gelangt ist und dieser sich durch die Schnürmuskeln verengert, um ihn weiterzuschaffen, so könnte der Inhalt durch diesen Druck ebensogut gegen die Nasenhöhle hinaufgeschoben wie gegen den Kehlkopf hinabgedrängt werden, oder auch in die Speiseröhre gelangen. Doch schließt ihm den Weg zur Nase der weiche Gaumen ab, indem er sich gegen die Wirbelsäule stellt, und der Eintritt in den Kehlkopf wird durch den Kehlkopfdeckel versperrt, der, wenn der Kehlkopf beim Schlingen gehoben und die Zunge nach rückwärts geführt wird, sich wie eine Falltür über den Eingang legt. In der Wand des Schlundes liegen reichlich quergestreifte Muskeln, die sogenannten Schlundkopfschnürer, denen die Aufgabe zufällt, durch ihre Zusammenziehungen den Schlund von oben nach unten zu verengern und die Speisen nach abwärts in die Speiseröhre zu befördern.

Von der Höhe des sechsten Halswirbels ab geht der Rachen in die *Speiseröhre* über (s. Abb. 44), die ihn mit dem Magen verbindet und neben der mechanischen Fortbewegung des Bissens nach unten sonst keine andere Nebenbestimmung zu erfüllen hat. Sie liegt hinter der Luftröhre mit einer geringen Abweichung nach der linken Seite hin, kreuzt sich mit der rückwärtigen Fläche des linken Luftröhrenastes und legt sich von der Teilungsstelle der Luftröhre an die rechte Seite der Aorta, der großen Hauptschlagader. Dann verläßt sie die Wirbelsäule, um sich neuerdings mit der vorderen Fläche der Aorta zu kreuzen, und tritt durch das Zwerchfell hindurch nach der Unterleibshöhle, wo sie in den Magen übertritt. Sie beschreibt also in ihrer Ausdehnung nach unten eine langgedehnte Spirale um die Aorta herum. Auch sie führt Muskulatur in großer Menge. Die äußere Schicht ist längsverlaufend, die innere spiralig oder aus Ringfasern bestehend. Die Schleimhaut zeigt Längsfalten, die sich beim Durchgange des Bissens glätten, um den Weg zu gestatten.

Jetzt sind wir also mit der Speiseröhre, die das Zwerchfell durchbrochen hat, in die *Bauchhöhle* gelangt (s. Abb. 45), die, wie auch die Beckenhöhle, von dem Verdauungskanal und seinem Zubehör erfüllt

wird, wobei der Verdauungskanal und seine drüsigen Nebenorgane von dem Bauchfell umhüllt werden. Er setzt sich fortan aus drei weiteren Abschnitten zusammen, die sich durch Lage, Gestalt und Bau unterscheiden. Der erste und umfangreichste davon ist der Magen, der zweite das dünne Gedärm und der dritte das dicke. Ein jeder dieser Abschnitte wird von dem nächstfolgenden durch eine Klappe getrennt. Das dünne und das dicke Gedärm setzen den Darmkanal oder den Darmschlauch zusammen, dessen Länge ungefähr sieben Meter mißt. Den Anfang macht der Magen, er liegt in der oberen Bauchgegend und reicht in die beiden Rippenweichen hinein, jedoch weniger in die rechte als in die linke. Durch seinen Ausgang, den Pförtner, setzt er sich in das dünne Gedärm fort, an welchem wieder drei Abschnitte sich unterscheiden: der Zwölffingerdarm, der Leerdarm und der Krummdarm. Der Zwölffingerdarm liegt dicht vor der Wirbelsäule und zeigt sich dort als eine, mit der Erhabenheit nach rechts gerichtete hufeisenförmige Krümmung. Der anschließende Leerdarm geht dann ohne bestimmte Grenze in den Krummdarm über, beide sind in zahlreiche Windungen gelegt, die Darmschlingen heißen, und die Bauchhöhle sowie die kleine Beckenhöhle

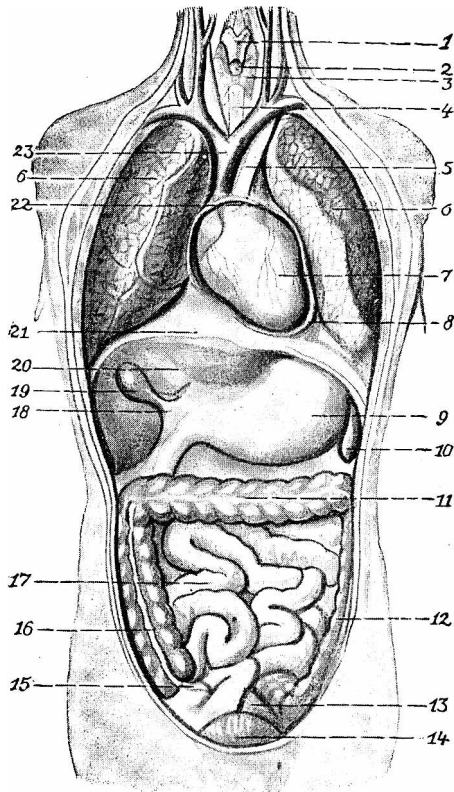


Abb. 45. Die Organe der Brust- und Bauchhöhle.

1. Schilddrüse, 2. Ringknorpel, 3. Schilddrüse, 4. Luftröhre, 5. Schlagader, 6. Lunge, 7. Herz, 8. Herzbeutel, 9. Magen, 10. Milz, 11. Querdarm, 12. absteigender Teil des Dickdarms, 13. Mastdarm, 14. Harnblase, 15. Blinddarm mit Wurmfortsatz, 16. aufsteigender Teil des Dickdarms, 17. Dünndarm, 18. Gallengang, 19. Gallenblase, 20. Leber, 21. Zwerchfell, 22. Lungenschlagader, 23. obere Hohlvene.

ausfüllen. Sie variieren in Größe und Richtung sehr mannigfaltig. Sie sind von einer Seite zur anderen und auch aufwärts oder abwärts gerichtet, niemals jedoch so gelegen, daß die Höhlung ihrer Krümmung nach der Bauchwand zu gerichtet wäre. Das Ende des Krummdarms erhebt sich aus der Beckenhöhle zur rechten Darmbeingegend und mündet dort in den Anfang des dicken Gedärms ein. Auch dieses setzt sich wie das dünne aus drei Stücken zusammen, von denen das erste der Blinddarm in der rechten Darmbeingegend ist; von hier steigt dann das zweite Stück, der Grimmdarm, vor der rechten Niere nach der rechten Rippenweiche hinauf, um hinter dem Nabel quer in die linke hinüberzugehen und von dort vor der linken Niere wieder abwärts in die Beckenhöhle, wo er sich in der „S“-förmigen Krümmung in das dritte Stück des dicken Gedärms, in den Mastdarm fortsetzt, der ganz in der kleinen Beckenhöhle liegt und im After ausmündet. Das dicke Gedärm umgibt somit die Masse der Dünndarmschlingen im Kreise. Das rechte Hypochondrium, der Raum unter den Rippen, wird von der voluminösen Leber mehr als ausgefüllt, sie ragt noch über den Rand der Rippen hervor. Im linken ruht die Milz, während die Bauchspeicheldrüse sich dicht hinter dem Magen befindet, quer vor der Wirbelsäule, und sich von dem vertieften Rande der Zwölffingerdarmkrümmung bis zur Milz erstreckt. Es liegt also alles so, daß nur die Bauchspeicheldrüse und der Zwölffingerdarm von den übrigen Abteilungen des Verdauungskanals verdeckt werden, alles übrige aber bei einer Eröffnung der Bauchhöhle offen vor Augen liegt.

Der ganze Verdauungskanal setzt sich in seiner vollen Länge aus einer gleichbleibenden Anzahl von Schichten zusammen, von außen nach innen hin zunächst der Bauchfellüberzug, danach die Muskelschicht, zu dritt das Bindegewebe, die Zellhaut, und schließlich im Innern die Schleimhaut. Die ganze Bauchhöhle ist vom Bauchfell ausgekleidet, doch überzieht dieses nicht etwa wie eine Tapete nur einfach die inneren Wände der Höhle, sondern es ist ein in sich geschlossener Sack, der mit einem entsprechenden Teile wohl an den Wänden anliegt, in dessen anderen Teil jedoch die Organe, die die Bauchhöhle ausfüllen, gleichzeitig sozusagen von außen her hineingestülpt sind. Das Muskelrohr des Verdauungstraktes besteht durchweg aus einer äußeren längsgerichteten und einer inneren Kreisfaserschicht. Ihre mikroskopischen Elemente sind glatte, organische Muskelfasern, die in den verschiedenen Abschnitten des Darmkanals immer mit denselben Eigenschaften als lange und schmale Faser-

zellen mit verlängertem, stabförmigem Kern erscheinen. Eine dünne Lage Bindegewebe verbindet die Muskelhaut mit dem Bauchfellüberzug ihres Darmstücks, während die nächste Schicht nach innen zu Zellohaut genannt wird. Sie ist von weißlicher Farbe und besitzt einen überraschenden Reichtum an Nervengeflechten. Diese drei Schichten sind im ganzen langen Verlaufe des Verdauungsschlauches die gleichen. Den meisten Verschiedenheiten unterliegt nur die innerste, die Schleimhaut, deren Attribute im Magen, im Dünndarm und im Dickdarm andere werden. Doch läßt sich überall auch an ihr eine besondere Schicht organischer Muskelfasern unterscheiden, die längs und quer verlaufen, und die als die eigene Mus-

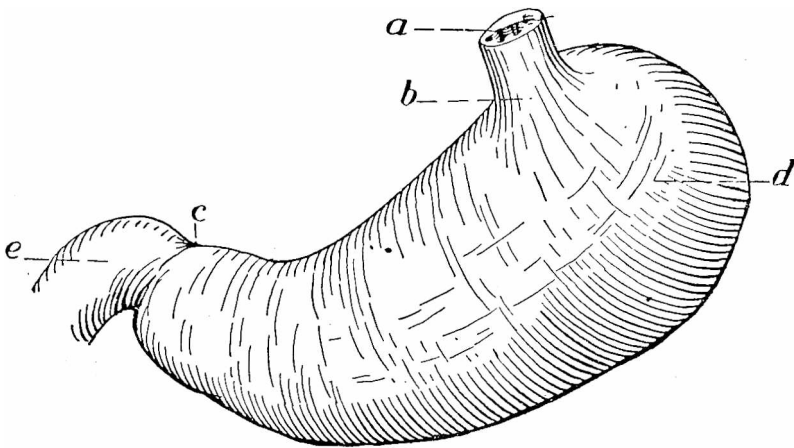


Abb. 46. Äußere Ansicht des Magens.

a Das untere Ende der Speiseröhre, *b* der Mageneingang, *c* der Pförtner, *d* der Magenrund, *e* der Zwölffingerdarm.

kelschicht der Schleimhaut gilt. Überall in der Schleimhaut des Verdauungsschlauches herrscht auch das Zylinderepithel vor, unter dem streckenweise noch eine strukturlose Schicht zu erkennen ist.

Der Magen (s. Abb. 46 und 47) gilt mit Recht als das wichtigste Organ des Verdauungskanales; er beansprucht die obere Bauchgegend und erstreckt sich auch in die beiden Unterrippenräume hinein, weit mehr in den linken als in den rechten. Er grenzt nach oben an das Zwerchfell, nach unten an den Querteil des Grimmdarms, nach hinten an die Bauchspeicheldrüse und nach links an die Milz, während seine vordere Fläche von der Leber so bedeckt wird, daß nur der Magenrund und eine etwa zweifingerbreite Zone längs des unteren Randes freibleiben. Er selbst

besitzt einen Eingang, den Magenmund, und einen Ausgang, den Pförtner. Seine vordere und hintere Fläche gehen am oberen und unteren Bogen ineinander über; der obere ist vertieft und kleiner als der untere gewölbte.

Die Muskelschicht des Magens ist komplizierter als die des Gedärms, indem zu den Längsfasern und den Kreisfasern auch noch schiefe Fasern hinzukommen. Die längsgerichteten bilden dabei am Pförtner ein breites und scharf markiertes Muskelbündel, was auch die unter ihnen liegenden

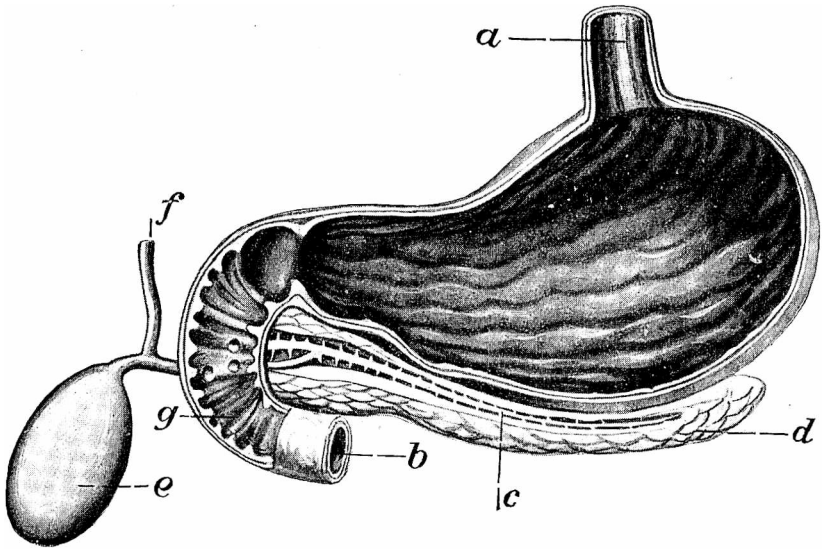


Abb. 47. Innere Ansicht des Magens.

a Speiseröhreningang, *b* Ausgang des Magens in den Dünndarm, *c* Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse (*d*), *e* Gallenblase, *f* Gallengang, *g* Zwölffingerdarm.

Kreisfasern tun, die ringförmig den ganzen Magenkörper umgeben und gegen den Pförtner hin sich dichter zusammendrängen und mit einem besonderen Bündel diesen selbst umgreifen und so den Schließmuskel des Pförtners bilden. Am Magenmund indessen findet sich kein besonderer Verschuß. Das Wichtigste indessen am Magen ist seine Innenschicht, ist die Magenschleimhaut, die durch ihr Bindegewebe so lose an die darunterliegende Muskelschicht gebunden ist, daß sie sich im leeren und zusammengezogenen Zustande des Organs faltenartig erheben und Vorsprünge erzeugen kann, die vorzugsweise der Längsrichtung folgen, doch auch durch quere Falten verbunden sind und so eine Art groben Netz-

werks darstellen. Überdies lassen sich noch eine Unzahl kleiner grubiger Vertiefungen von rundlicher Form erkennen, von denen diejenigen, die in der Nähe des Pförtners liegen, durch niedrige und am freien Rande gekerbte Schleimhautleistchen voneinander abgegrenzt werden. In ihrem Grunde münden die Pepsindrüsen oder Labdrüsen aus, die den so wichtigen Magensaft absondern, der die Verdauung bewirkt. Sie stehen dicht gedrängt, ihre Menge ist eine so bedeutende, daß ihre Gesamtzahl auf fünf Millionen angeschlagen wird, so daß infolge dieses ungeheueren Reichtums an Drüsen von dem eigentlichen Gewebe der Schleimhaut des Magens nur sehr wenig sonst noch übrigbleibt. Diese Pepsindrüsen gehören der Familie der einfachen, tubulösen, röhrenförmigen Drüsen an. Ihre Länge gleicht so ungefähr der Dicke der Magenschleimhaut, ihr Grund ragt bis in deren Muskelschicht hinein, so daß er allenthalben von Muskelfasern umgeben ist, die dann auch durch ihre Zusammenziehung auf die Entleerung des Drüseninhalts Einfluß nehmen. Dabei stehen sie in ihrer Richtung senkrecht auf der freien Fläche der Magenschleimhaut. Schleimdrüsen liegen noch außer den spezifischen Pepsindrüsen in der Magenschleimhaut am Magenmund und am Pförtner, wo sie sich durch die langgestreckte Form ihrer Schläuche auszeichnen.

Alles, wozu bisher der Verdauungsapparat nütze ist, dient aber nur der Vorbereitung. Im *Dünndarm* erst findet der für den Organismus wichtigste Vorgang statt (s. Abb. 43). Hier geschieht die Aufsaugung der verflüssigten Nahrungsmittel, ihr Eintritt in die Blutmasse und in den Körper selbst, wodurch sie zu dessen Substanz selbst werden oder wenigstens auf dem Wege sind, es zu werden. Auch hier ist die Dreischichtigkeit der Wände eine ausgesprochene, auch hier ist, und mehr noch als sonst überall, die innere Schleimhautfläche das wesentlichste, besonders deren außerordentlich große Fläche, über welche die aufgelöste Nahrungsflüssigkeit, der Speisebrei, dahinrieselt, und die noch beträchtlich ausgedehnter ist, als sie erscheint. Denn über den ganzen Dünndarm hin und ganz besonders in dessen Anfang ist sie in zahlreiche Querfalten gelegt, so daß dadurch ihre Oberfläche, wenn sie sich entfaltet, fast doppelt so groß wird, als die innere Oberfläche des Darmrohres selbst, und über diese ganze Fläche hin sind nun die besonderen Einrichtungen für die Aufsaugung der Nährstoffe verteilt. Vom Magen bis zum Dickdarm hin ist nun die ganze Dünndarmschleimhaut mit zahllosen kleinen Flocken besetzt, die im nüchternen Zustande platt, wenn sie gefüllt sind, zylindrisch oder keulenförmig erscheinen und der Schleimhaut

ein zottiges Aussehen verleihen; sie sind die tätigen Organe der Aufsaugung des aus dem Speisebrei ausgeschiedenen nahrhaften Speiseextrakts des Chylusflüssigkeit. Die Darmzotten sind auf eine Gesamtmenge von Millionen in jedem Darm veranschlagt. Eine jede von ihnen stellt eine wahre Erhebung oder Verlängerung der Darmschleimhaut dar und besitzt demgemäß auch deren Zusammensetzung, zudem aber noch, und als das wichtigste im Zottenbau, ein einfaches Lymphgefäß oder auch mehrere, je nach der Breite der Zotte. Sein kolbiger Anfang befindet sich in ihrer Mitte, um ihn herum ein reiches Blutgefäßnetz, sowie zahlreiche glatte, der Länge nach verlaufende Muskelfasern.

Auch der Dünndarm ist noch reich an absondernden Drüsen, von denen er vier Formen besitzt. Da sind zunächst die Lieberkühnschen Krypten. Sie verhalten sich zur Darmschleimhaut wie die Pepsindrüsen zur Magenschleimhaut, sind wie diese einfache tubulöse Drüsen, und zwar die kleinsten dieser Art, die wir im menschlichen Leibe kennen. Sie sind die Absonderungsorgane des Darmsaftes und kommen größer und zahlreicher auch noch im Dickdarm vor. Eine zweite Art bilden die Brunnerschen Drüsen, deren kurze, mit Zylinderepithel ausgekleideten Ausführungsgänge die Schleimhaut schief durchbohren. Ihr alkalisches Sekret gleicht der Bauchspeicheldrüse. Dann gibt es die sogenannten solitären Follikel durch die ganze Darmlänge hin. Menge und Größe dieser Lymphzellen sind sehr verschieden. Sie ragen tief in das unter der Schleimhaut liegende Bindegewebe hinein und bilden ein jeder an der inneren Oberfläche des Darmrohres eine kleine Erhebung, über die das Zylinderepithel des Darmes hinwegzieht. Auf solchen Erhebungen fehlen die Zotten, die Peyerschen Drüsengruppen sind nur größere Anhäufungen solcher solitären Follikel an einzelnen Stellen. Der Dünndarm ist nur lose im Körper befestigt, seine Anteile, der Leerdarm und der Krummdarm, sind durch eine große Bauchfellfalte, durch das Dünndarmgekröse an der Wirbelsäule aufgehängt.

Nachdem der Speisebrei den Dünndarm durchlaufen und in ihm bereits von dem beträchtlichsten Teile seiner in ihm aufgelösten Bestandteile befreit worden ist, gelangt er in den *Dickdarm*, den letzten Abschnitt des langgestreckten Darmrohres. An der Übergangsstelle des Krummdarms in ihm bildet die Schleimhaut eine doppellippige Klappe, die Bauhinsche Klappe genannt, die, wie das Koterbrechen beweist, den Rücktritt der Fäkalmassen aus dem Dickdarm in den Dünndarm doch wohl nicht immer zu hindern vermag. Sie enthält Muskelfasern, deren Richtung jener des

freien Randes der beiden Klappenlippen entspricht. Das Endstück des Dünndarms, der Krummdarm, der aus der kleinen Beckenhöhle auf der rechten Körperseite nach oben steigt, setzt sich nicht in den Anfang des dicken Gedärms, sondern etwas über ihm an. Das unterhalb der Anheftungsstelle des Krummdarms liegende Stück des Dickdarms, das sozusagen übergangen ist und eine abgerundete blinde Bucht darstellt, heißt darum Blinddarm. Der

Blinddarm liegt auf der rechten bindegewebigen Beckenauskleidung auf. Seine Besonderheit gegenüber dem Dickdarm besteht in einem wurmförmigen Anhang, der, fünf bis acht Zentimeter lang, von seinem unteren Ende ausgeht (s. Abb. 49). Dieses dünne Anhängsel von der Dicke etwa einer Federspule ist der Wurmfortsatz, der mit dem lateinischen Namen *Processus vermicularis* oder auch *Appendix vermiformis* oder nur kurz *Appendix* genannt wird. Auf ihn folgt der

Grimmdarm, der vor der rechten Niere bis zur vertieften Fläche der Leber aufsteigt, dann unter

der großen Magenkrümmung als Querdarm nach der linken Seite geht, um am unteren Ende der Milz vor und etwas auswärts von der linken Niere wieder als Grimmdarm nach abwärts zu ziehen und mittels einer „S“-förmigen Krümmung in den *Mastdarm* überzugehen. Dieser verläuft nur bei Tieren ganz gerade zum After fort, daher auch sein Name: *Rectum*. Im Menschen bildet er zwei Krümmungen, die obere übertrifft die untere an Länge nahezu um das Vierfache. Der Blinddarm und der

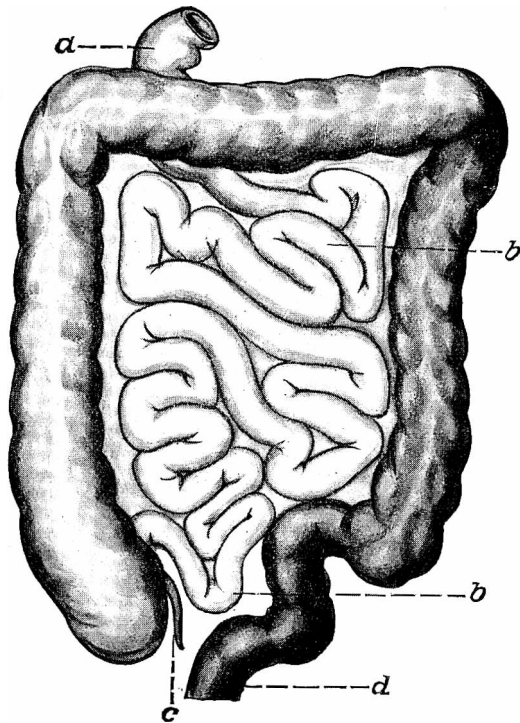


Abb. 48. Darmkanal.

a Zwölffingerdarm, *b* Leer- und Krummdarm, *c* wurmförmiger Anhang des Blinddarms, *d* After als Ende der S-förmigen Krümmung des Mastdarmes.

Grimmdarm des Dickdarmes unterscheiden sich auf sehr auffällige Weise durch ihre Weite, ihre Ausdehnbarkeit und ihre buchtenreiche Oberfläche schon bei äußerem Anblick wesentlich von dem Dünndarm. Überhaupt ist der Dickdarm ausgezeichnet durch eine beträchtliche Weite und durch eine besondere Gestaltung, indem er seiner ganzen Länge nach drei in gleichen Abständen voneinander befindliche muskulöse Längsbänder zeigt, zwischen denen die Wandung quer gefaltet ist, so daß sie in bauschige Ausbuchtungen geteilt erscheint.

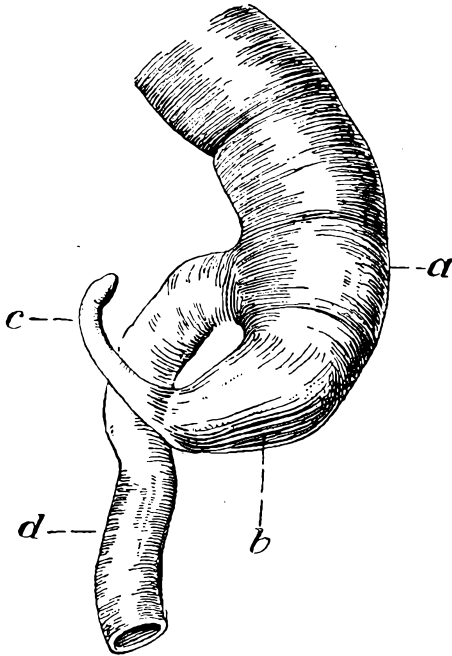


Abb. 49. Blinddarm (von hinten gesehen).
a Dickdarm, b Blinddarm, c Wurmfortsatz,
d Dünndarm.

Erst in seinem letzten Ende, das als Mastdarm im Becken gelegen ist und durch den After nach außen mündet, vermischt sich diese Gestaltung wieder dadurch, daß jene Muskelbänder sich verbreitern und zuletzt zu einer ringsum geschlossenen kräftigen Muskelschicht werden. Vor der Steißbeinspitze mündet er dann im After, wo an dieser Stelle die Muskulatur als kräftiger Schließmuskel ihn nach außen abschließt. In der Muskulatur des Afters sind der äußere Schließmuskel und der paarige Hebe- muskel zu unterscheiden. Der unwillkürliche innere Schließmuskel gehört der Kreisfaser- schicht an.

Es gibt neben dem Darm Drüsengebilde, die ihre Produkte von außen her in sein Inneres senden, und deren hauptsächlichstes und wichtigstes die *Leber* ist, das größte und schwerste der Baueingeweide (s. Abb. 50). Eine Drüse, die sich dadurch von allen anderen unterscheidet, daß sie außer arteriellem Blute, dem sonst allein die Drüsen ihre notwendigen Substanzen entnehmen, noch venöses durch eine eigene Vene, durch die Pfortader zugeführt erhält, so daß sie also ihre Absonderung, die Galle, nicht allein aus arteriellem Blute bereitet, sondern zum größten Teile aus dem venösen

der Pfortader. In der rechten Unterrippengegend gelegen, erstreckt sie sich von der rechten Seite bis zur linken Rippengegend herüber und zeigt im allgemeinen eine länglich viereckige Gestalt mit abgerundeten Winkeln. Ihr vorderer, unter den Rippen und dem Schwertknorpel hervorragender Rand ist scharf und mit einem Einschnitte versehen, der das vordere Ende des Aufhängebandes aufnimmt, ihre gewölbte Fläche liegt an der Höhlung des Zwerchfells an, durch dieses ihr Aufhängeband wird sie in einen rechten größeren und dickeren und in den linken kleineren

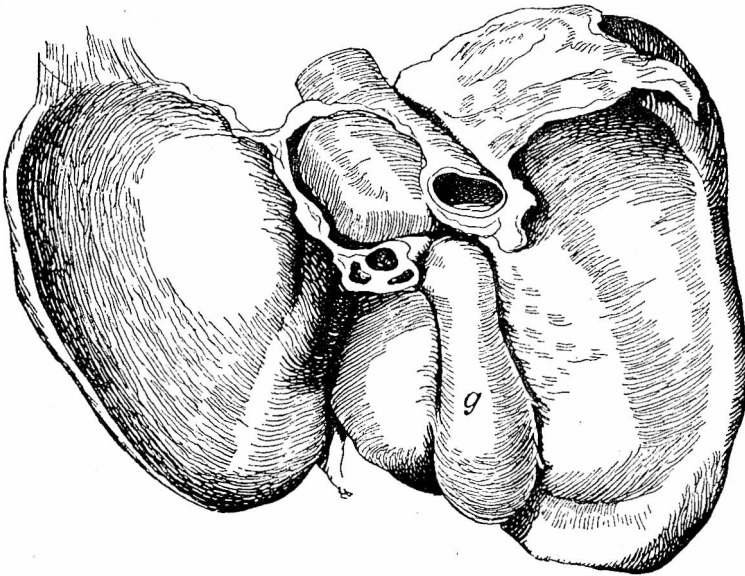


Abb. 50. Leber mit Gallenblase (g) von unten.

und dünneren Leberlappen geschieden. Die untere Fläche, die zugleich nach hinten gerichtet ist, berührt den oberen Pol der rechten Niere und erhält zuweilen von ihr einen seichten Eindruck. Sie deckt das Ende des aufsteigenden und den Anfang des queren Grimmdarms sowie den Pfortner und einen großen Teil der vorderen Magenoberfläche und zerfällt durch drei Furchen, die sich wie die Linien eines großen lateinischen „H“ kreuzen, in vier Abteilungen oder Lappen; die Querfurche insbesondere führt den Namen Pforte. Rechts von der rechten Längsfurche liegt der rechte Leberlappen, links von der linken der linke Lappen, während vor der Querfurchen zwischen den beiden Längsfurchen der viereckige Leberlappen lagert und hinter ihr der sogenannte Spigelsche. Die Pforte dient

den Gefäßen und den Nerven der Leber zum Austritt und Eintritt. Nur die Lebervenen münden im hinteren Abschnitte der rechten Längsfurche in die aufsteigende Hohlvene ein. Da die Absonderung der Galle ununterbrochen vonstatten geht, die Gegenwart der Galle im Darmkanal aber nur zur Zeit der Dünndarmverdauung benötigt wird, so muß am Ausführungsgang der Leber ein eigener Behälter angebracht sein, in dem sie jedesmal bis zu der Zeit aufbewahrt wird, wo sie für die Verdauung gebraucht wird. Dieser Behälter ist die birnenförmige *Gallenblase*, die unterhalb der Leber liegt und mit ihrem Grunde über den vorderen Leberrand etwas hervorragt. Sie verschmächigt sich nach hinten zum engen und etwas gewundenen oder mehrfach eingeknickten Halse, der dann in den Gallenblasengang übergeht.

Die Leber stellt eine Aneinanderlagerung von ungeheuer vielen, gänzlich gleichartig gebauten Läppchen dar, die also die einzelnen Massenteilchen des Organs sind. Die Äste der Leberarterie und der Pfortader verlaufen und verzweigen sich zwischen ihnen. Die ersten Würzelchen der Lebervenen aber, also der abführenden Körpervenen, die der Leberarterie entsprechen und nicht mit der besonderen venenartigen und zuführenden Pfortader verwechselt werden dürfen, stecken mitten in der Achse der Läppchen und heißen entsprechend Zentralvenen. Alle diese Gefäße stehen mittels eines Kapillargefäßnetzes in Verbindung, und zudem entspringen noch in den einzelnen Läppchen die abführenden Gallengefäßchen. In der Masse der Leber zeigt sich ebenso an der Oberfläche wie auf dem Durchschnitt sehr deutlich die Abgrenzung in die einzelnen Felder, welche die Leberläppchen bilden, und die durch schmale Substanzbrücken voneinander abgetrennt sind, um bald in ihrem zentralen Teil dunkler rotbraun und in der peripherischen Partie heller gelbbraun sich darzustellen. In ihnen sind die Leberzellen die eigentlichen Absonderungsstätten der Gallenbestandteile, die Sekretionszellen.

Die zweite wichtige Nebendrüse des Verdauungssystems ist die *Bauchspeicheldrüse*, die in ihrem Äußeren und in ihrem Baue den Typus der Speicheldrüsen einhält und also zu den zusammengesetzten traubenförmigen Drüsen mit länglichen, keulenförmig gestalteten Bläschen zählt. Als die größte aller solchen Drüsen spielt sie bei dem Verdauungsgeschäft eine sehr wichtige Rolle, da die Umwandlung des Stärkemehls der Nahrungsmittel in Dextrin und Traubenzucker ihrem eiweißreichen und alkalischen Absonderungssaft obliegt. Sie lagert hinter dem Magen vor dem Schenkelteil des Zwerchfells und vor der Aorta und grenzt mit ihrem

linken, schwächtigen Ende, ihrem Schwanz, an die Milz, mit ihrem dickeren Kopfende an die Innenkreuzung des Zwölffingerdarms, während ihr Hauptausführungsgang ihrer Längsachse folgt.

Von der *Milz* hier nur zwei Worte, da sie mit der Verdauung nichts zu tun hat und nur zufällig im Bereich der Verdauungsorgane ihren Sitz nimmt. Sie ist eine überaus gefäßreiche Drüse ohne Ausführungsgang, zeigt eine braunrote oder violettrote Farbe, hat die Größe einer Faust und die Gestalt einer mächtigen Kaffeebohne und ist von teigiger Konsistenz.

Nun kennen wir den Verdauungsapparat zur Genüge und wollen einmal zusehen, wie es der Nahrung in ihm ergeht. Des besseren Verständnisses wegen werden wir zunächst alles Mechanische erörtern, das Chemische folgt dann später.

Das Kiefergelenk gestattet, wie ich vordem gezeigt habe, neben dem Heben und Senken des Unterkiefers auch noch dessen Verschiebung nach vorn. Wird der Unterkiefer auch nach vorn gezogen, so tritt sein Gelenkkopf auf den Höcker an der Wurzel des Jochfortsatzes, also niederwärts, und so müssen hierbei dann auch die seitlichen Zähne voneinander weichen. Bei der *Kaubewegung* kombinieren sich die Hebung und die Senkung mit der quergerichteten Mahlbewegung in vielfacher Weise und Richtung. Die zu zerkleinernden Speisen werden von außen her durch die Lippenmuskulatur, durch den kreisförmigen Mundmuskel und die Backenmuskeln, sowie von innen durch die Zunge unter den Kauflächen der Back- und Mahlzähne zusammengesoben, wobei das Muskelgefühl der Kaumuskeln sowie das Tastgefühl der Zähne und der Mundschleimhaut und der Lippen durch die Nervenleitung die Bewegungen und die aufzubietende Kraft der Kiefermuskeln regulieren. Das Zentrum für die Kaubewegung liegt im verlängerten Mark. Unter gleichzeitiger Einspeichelung kleben dann die zerteilten Partikel allmählich zu einer zusammenhängenden Masse zusammen, die auf dem Zungenrücken schließlich zum länglich runden Bissen geformt wird. Kommt es zum Saugen, so findet die entsprechende Bewegung in der Weise statt, daß bei luftdicht schließenden Lippen die Zunge wie ein Spritzenstempel nach unten und hinten geführt wird, oft unter gleichzeitiger Senkung des Unterkiefers. Der beim Saugen der Säuglinge hervorgebrachte negative Druck ist bei einmaligem Saugen nicht sehr beträchtlich, bei anhaltendem kann er hundertfünfzig Zentimeter Wasser erreichen.

Im ganzen Verdauungsapparat wird die Fortbewegung des Inhalts durch einen eigenartigen Bewegungsvorgang, eine wellenförmig fortschreitende

Bewegung, erreicht: das Rohr zieht sich dabei immer vor der Inhaltsmasse zusammen und schiebt diese, indem die Kontraktionswelle am Verdauungsrohre entlang allmählich fortschreitet, vor sich her. Der erste Akt dieser Bewegung ist die *Schlingbewegung*. Ist der Bissen dann an den vorderen Gaumenbögen vorbeigeglitten, wobei der Schleim der Mandeldrüsen ihn schlüpfrig macht, so wird ihm die Rückkehr in die Mundhöhle dadurch abgeschnitten, daß die in den vorderen Gaumenbögen verlaufenden Muskeln diese straff gegeneinander und gegen den erhobenen Zungenrücken anspannen. Der Bissen befindet sich nunmehr hinter den vorderen Gaumenbögen und der Zungenwurzel, im Innern des Schlundkopfes, und wird jetzt durch die aufeinanderfolgende Einwirkung der drei Schlundschnürer weitergeschoben. Dabei muß der Nasenrachenraum abgesperrt sein, damit der Bissen nicht in die Nasenhöhle getrieben wird. Ebenso muß auch der Eingang zum Kehlkopf geschlossen sein, um ein Verschlucken zu verhüten. Der Abschluß des Nasenrachenraumes erfolgt dadurch, daß die Tätigkeit des oberen Schlundschnürers stets mit einer horizontalen Erhebung und Anspannung des weichen Gaumens zusammenfällt.

Der Kehlkopfschluß kommt zustande, wenn der Kehlkopf bei festgestelltem Unterkiefer unter der sich ihm wölbenden Zungenwurzel emporgezogen wird, wobei sich das Zungenbein nach vorn und oben hebt und der Kehlkopf dem Zungenbein genähert wird. Wenn nun noch die Zunge ein wenig nach hinten gezogen wird, drückt sie den Kehldeckel über den Kehlkopfeingang nieder. Darauf erfolgt die Abwärtsbewegung des Kehlkopfes durch eine wellenförmige Zusammenziehung der glatten Speiseröhrenmuskulatur. Dann kontrahieren sich die Schlundschnürer und eine Sekunde später der oberste Speiseröhrenabschnitt, sodann nach knappen zwei Sekunden der mittlere und nach wiederum drei Sekunden der untere. Die Wiederverengerung des Magenmundes nach dem Durchtritt der Massen macht den Beschluß der ganzen Bewegungsreihe. Die Schlingbewegung ist nur so weit eine willkürliche, als sie innerhalb der Mundhöhle vor sich geht. Von dem Durchgange des Bissens durch die Gaumenbögen an erfolgt unter Ausschaltung der Willkür ein wohlgeordneter Vorgang. Ist die Speise im Magen, so verhalten sich der Grundabschnitt und Pförtner des Magens in ihren Bewegungen durchaus verschieden voneinander, ja, sie können beide sogar durch eine ringartige Einschnürung der Muskulatur mehr oder weniger, und nach der Meinung einiger, sogar völlig voneinander getrennt werden. Die Speisen verbleiben

zunächst im Magenrund, die nacheinander eintreffenden Einzelmengen der Mahlzeit lagern sich dort aufeinander in der Reihenfolge ihrer Einnahme und bilden so einen geschichteten Klumpen, in den der Magensaft bei den geringfügigen Bewegungen des Grundes nur langsam eindringt, so daß im Innern der Speisemasse daher noch längere Zeit hindurch neutrale Reaktion herrschen kann, was um so wichtiger ist, als auch hier noch die Speichelverdauung der Stärke ungehindert durch die Säure des Magensaftes ihren Fortgang nehmen muß.

Solange der Pförtner geschlossen ist, bleiben die Speisen im Magen, seine Schließung und Öffnung wird auf dem Wege des Nervenreizes vermittelt als der sogenannte Magenpförtnerreflex, und das sowohl von der Schleimhaut des Zwölffingerdarms aus, als auch von der des Magens selbst. Bei allen diesen Bewegungen des Magens liegt das Zentrum dafür im Magen selbst in Gestalt des automatischen Gangliennetzes des sogenannten Auerbachschen Nervenfasergeflechts zwischen den beiden Schichten der Magenmuskulatur. Der Magenmund und der Magenpförtner besitzen besondere automatische Ganglienzellen, und diese automatischen Apparate stehen wieder durch den Vagus und durch den Sympathikus mit dem Zentralnervensystem in Verbindung.

Kommt es durch die Bewegung des Magens zum *Erbrechen*, so erfolgt dieses durch die Zusammenziehung der Magenwände unter der gleichzeitigen Wirkung der Bauchpresse, während die ringförmige Muskulatur am Magenpförtner geschlossen ist. Am leichtesten tritt Erbrechen bei ausgeweitetem Magen ein.

Unter den *Darmbewegungen* gibt es zwei Arten, die sogenannten Pendelbewegungen und die vor allem wesentlichen, wurmförmigen Bewegungen. Die Pendelbewegungen oder auch Mischbewegungen bestehen in einem rhythmischen Hin- und Herbewegen des Darminhalts in einer Darmschlinge, ohne daß eine Weiterbeförderung dabei stattfände. Sie bewirken eine sehr innige Vermischung des Inhalts und bringen ihn immer wieder mit neuen Stellen der Schleimhaut in Berührung. Dabei sind sie in ihrem Rhythmus und in ihrer Geschwindigkeit von der Temperatur abhängig. Die wurmförmigen Bewegungen treten im Gegensatz hierzu auf, wenn ein Reiz und hauptsächlich ein mechanischer Reiz eine Berührung der Darmschleimhaut bewirkt. Doch sind auch mechanische, chemische und elektrische Reizungen wirksam, welche die Außenfläche des Darmes treffen. Es kommt dann in den vom Reiz aus magenwärts gelegenen Teilen des Darmes zu einer Kontraktion, in den afterwärts

gelegenen dagegen zu einer Erschlaffung. Auf solche Weise wird der Darminhalt nach unten hin verschoben und kann nun von einer weiter abwärts gelegenen Stelle den gleichen Vorgang erneut auslösen. Da die zwischen Dünndarm und Dickdarm gelegene Bauhinsche Klappe und der die Dünndarmmündung ringförmig umgebende Muskel den Dickdarm vom dünnen vollständig abschließen, können die einmal in den Dickdarm beförderten Massen nicht wieder in den Dünndarm zurückgelangen. Bei allen diesen Bewegungen geht die Kraftzuleitung von zwei Stellen aus: einmal liegt in der Darmwand selbst das automatische Bewegungszentrum, das Nervenfasergeflecht, und andererseits ist der Darm durch periphere Nerven des autonomen Systems, und zwar durch fördernde wie durch hemmende, mit dem Zentralnervensystem verbunden.

Im Dünndarm verweilt der Inhalt nur drei bis fünf Stunden, dann aber weitere volle zwölf im Dickdarm. Hier wird er eingedickt und dann im unteren Abschnitte geformt. Hält er sich länger im Dickdarm auf, so spielt die hier vorkommende, rückläufige Bewegung dabei die wesentlichste Rolle. Das Niedergehen der Kotmassen in den Mastdarm erzeugt die Empfindung des Stuhldranges. Dabei löst die mechanische Reizung der Mastdarmschleimhaut eine wurmförmige Bewegung der Muskulatur aus. Zugleich aber erfolgt durch die Erregung der sensiblen Mastdarnerven unter Vermittlung des Zentrums im Rückenmark reflektorisch eine Kontraktion der Schließmuskeln, so daß die Kotentleerung unterbleiben kann. Doch vermag der Verschuß bei einem stärkeren Andrang nur bis zu einem bestimmten Grade festzuhalten. Die Ausstoßung der Kotmassen wird unterstützt durch die willkürlich tätige, sogenannte Bauchpresse, zumal wenn diese bei Einatmungs-Zwerchfellstand in Tätigkeit tritt.

Nun wollen wir uns um die Schicksale der in den Verdauungskanal eingebrachten Nahrung kümmern, um die *chemische Verdauung*, und dabei wiederum von oben her beginnen.

In der Mundhöhle liegen, in ihrer Schleimhaut und in der Zunge verstreut, kleine Drüsen. Dazu kommen dann die sechs großen Speicheldrüsen. Sie sondern verschiedenes Sekret ab, solches, in dem Eiweiß enthalten ist, und wieder anderes, wo neben Eiweiß auch Schleimstoff abgesondert wird, wodurch das Sekret „fadenziehend“ wird. Schließlich wird noch Eiweiß und Schleimstoff gemeinsam abgesondert. Alle Speicheldrüsen beziehen ihre Nerven aus dem selbständig wirkenden Nervensystem. Die Erregung der Speichelabsonderung findet auf dem Wege des Reflexes statt, wobei stets die Absonderung dünnflüssigen Speichels

erfolgt. Die die Erregung zentralwärts leitenden Nervenfasern sind die Geschmacksnerven. Das Reflexzentrum steht in leitender Verbindung mit den Großhirnhalkugeln. Schon bei der Vorstellung schmeckender Substanzen, zumal im Hungerzustande, kann dünnflüssige Speichelabsonderung eintreten, während, solange eine jede Nervenreizung unterbleibt, auch keine Speichelabsonderung stattfindet, wie das im Schlafe der Fall ist.

Der *Speichel* ist eine durchscheinende und geschmacklose wie geruchlose Flüssigkeit, die etwas fadenziehend ist. Sie ist von alkalischer Reaktion gegen Lackmus. Ihre Menge ist eine sehr große. Die selbst nur ungefähr sechzig Gramm wiegenden Speicheldrüsen eines Menschen sondern beim Kauen während der verschiedenen Mahlzeiten eines einzelnen Tages in den hierfür notwendigen dreißig bis fünfzig Minuten fünf hundred bis siebenhundert Gramm Speichel ab, zu dem noch der außerhalb der Mahlzeiten abgesonderte hinzutritt. Der Speichel enthält Eiweiß aus den spezifischen Drüsen und Schleimstoff aus den Schleimdrüsen, ferner Ptyalin, sein wirksames Ferment, sodann Rhodankalium, das bei Rauchern bei weitem reichlicher auftritt als bei Nichtrauchern. Auch scheidet der Speichel beim Stehen unter Trübung kohlen sauren Kalk ab, der in dem frisch entleerten Sekret als doppeltkohlen saures Salz gelöst ist. Durch diese Kalkabscheidung können sich Speichelsteine schon in den Drüsenausführungsgängen bilden, vor allem aber entsteht durch dieses Material der Zahnstein. Wie ich schon sagte, ist der Speichel der einzelnen Speicheldrüsen von verschiedener Beschaffenheit. Derjenige der Ohrspeicheldrüse enthält keinen Schleimstoff und ist daher nicht fadenziehend, sondern leicht tropfend. Der der Unterkieferspeicheldrüse führt stets solchen und ist etwas fadenziehend, der der Unterzungspeicheldrüse ist sehr reich daran und daher auch stark klebrig. Vor allem aber enthält der Speichel als seinen physiologisch wichtigsten Bestandteil das Ptyalin, ein Ferment, das die Aufgabe hat, die Verdauung der Kohlehydrate einzuleiten. Es wandelt hauptsächlich und im wesentlichen Stärke, Amylum, die wir genießen, unter Wasseraufnahme in Dextrin und Zucker um, die nunmehr leicht löslich und zur Aufnahme geeignet sind. Der Speichel durchfeuchtet die trocken aufgenommenen Nahrungsmittel, ermöglicht durch seine Klebrigkeit die Formation des Bissens, des Bolus, und begünstigt durch die Schlüpfrigkeit, die ihm infolge seines Schleimgehaltes innewohnt, das Schlucken.

Nachdem die Speisen die Einwirkung des Speichels erfahren haben,

und zwar eine um so gründlichere, je langsamer und ergiebiger der Kauakt vor sich gegangen, werden sie weiterhin im Magen der Beeinflussung durch den *Magensaft* unterworfen. Dieser ist eine farblose und wasserklare, dabei leicht filtrierbare Flüssigkeit von sehr stark saurer Reaktion und von saurem Geschmack. Seine Menge, die bei einer einzelnen Mahlzeit abgesondert wird, ist offenbar sehr bedeutend. Dieser enthält an anorganischen Bestandteilen hauptsächlich die Salzsäure und an organischen wichtige Fermente, ganz besonders das Pepsin. Die Salzsäure ist als freie Säure darin und an Menge bedeutend höher, als früher angenommen worden war, wo man sie viel niedriger schätzte. Sie beträgt im menschlichen Magensaft ebenso wie in dem des Hundes ein halbes Prozent und mehr. Die bei der Nahrungsaufnahme zunächst abgesonderte freie Salzsäure wird sogleich von den Eiweißkörpern der Nahrung unter Bildung von Acidalbuminaten (Verbindung von Eiweiß mit einer Säure) im Magen gebunden. Neben der Salzsäure ist das Pepsin das charakteristische Ferment des Magensaftes, das die Eiweißkörper verdaut. Die Darstellung eines reinen Pepsins ist bisher nicht gelungen. Neben ihm gibt es im Magensaft noch ein Labferment, welches das Kasein der Milch zur Gerinnung bringt, dann noch ein Ferment, das die Fette in Glycerin und in Fettsäuren spaltet, und schließlich Schleim, vom Magenepithel und nicht etwa von den Magendrüsen abgesondert. Das Pepsin wird in den Hauptzellen der Fundusdrüsen gebildet; die am Magenpförtner sondern ebenfalls Pepsin ab, wenn auch weniger. Während des ersten Stadiums der Zwischenzeiten wird das Pepsin angesammelt und während der Verdauungstätigkeit erst ausgeschieden.

Im Hungerzustand sondern wir keinen Magensaft ab. Dies beginnt immer erst nach der Nahrungsaufnahme. Die Absonderung wird reflektorisch ausgelöst durch die zahlreichen Erregungen sensibler Nerven in der Mundhöhle und der Rachenhöhle, die mit der Nahrungsaufnahme beim Kauen und beim Schlucken verbunden sind, sowie durch Reizung der Geschmacksnerven und der Geruchsnerven. Dazu kommt dann noch als besonders wirksamer Reiz das psychische Moment des *Appetits*. Der nervöse Impuls wird den Magendrüsen auf der Bahn des Nervus vagus zugeleitet. So kommt es bei uns Menschen dazu, daß die Magendrüsen schon während des Aufenthaltes der Speisen in der Mundhöhle auf dem Reflexwege zur Absonderung angeregt werden, und zwar durch das Kauen und durch den Reiz chemischer Substanzen, besonders solcher, die angenehm schmecken. Auch beim Säugling wirkt das Saugen in entsprechender

Weise anregend auf seine Magensaftsekretion. Ist die Speise aber erst in den Magen gelangt, so regt sie nun ihrerseits die weitere Absonderung von Magensaft an. Doch handelt es sich hierbei nicht nur um den rein mechanischen Reiz. Die wirksamen Reize sind vielmehr chemischer Natur, sie gehen aus vom Wasser, von Kochsalz und von gewissen wasserlöslichen Bestandteilen des Fleisches, wie sie gerade in der Fleischbrühe und im Fleischextrakt vorkommen. Es können auf die Magensaftsekretion aber auch hemmende Einflüsse ausgeübt werden, und zwar wirkt besonders das Fett deutlich hemmend. Verläßt dann der Inhalt nach vollendeter Verdauung den Magen und tritt er in den Zwölffingerdarm über, so wird er hier zunächst durch den Saft der Bauchspeicheldrüse und des Darmes seines Säurecharakters entkleidet.

Der Vorgang der *Magenverdauung* ist demnach der, daß das Pepsin und die freie Salzsäure die Eiweißstoffe bei Körpertemperatur in leicht lösliche Verbindungen überführen, in die Peptone. Zum Zwecke der Verdauung lagert sich das Pepsin innig den Eiweißteilchen an. Je reichlicher der Gehalt an Pepsin, um so schneller erfolgt die Auflösung. Da es als ein Ferment wirkt, so erfährt das Pepsin selbst dabei gar keine Veränderung, und wenn nur für einen stets gleichbleibenden Salzsäuregehalt gesorgt ist, so vermag es stets neue Mengen Eiweiß aufzulösen.

Von den beiden anderen Hauptstoffen der Ernährung werden Fette, die nicht in feinsten Verteilung „emulgiert“ sind, im Magen kaum angegriffen, und ebensowenig findet hier eine Einflußnahme auf die Kohlehydrate statt. Wohl aber wirkt das mit den durchgekauten Speisen verschluckte Ptyalin des Speichels im Magen noch so lange weiter auf die Kohlehydrate ein, bis es durch die Säure des Magensaftes unwirksam gemacht wird.

Wieder gehen die Speisen eine Etappe weiter, und sie begegnen jetzt im allerersten Dünndarmabschnitt dem *Pankreassaft*, dem Saft der Bauchspeicheldrüse, bei dessen Absonderung sich die Gefäße ähnlich verhalten wie die der Speicheldrüsen. Auch sie sind dabei erweitert, und das Venenblut ist von hellroter Farbe. Es ist daher wahrscheinlich, daß ihre Materialzuleitung derjenigen der Speicheldrüsen völlig entspricht. Auch die Tätigkeit dieser Drüse ist in hohem Grade von ihrer hinreichenden Blutversorgung abhängig. Diese findet nur zur Zeit der Nahrungsaufnahme statt, und zwar bildet das Moment ihrer Auslösung der Übertritt des sauren Mageninhalts in den Darm. Die Absonderung des Pankreas wird auch schon angeregt durch das psychische Moment des Appetits. Wieviel

im Laufe eines Tages Pankreassaft zur Absonderung gelangt, ist nicht genau bekannt. Die Schätzungen der Saftmenge bewegen sich zwischen fünfhundert und achthundert Kubikzentimetern. Reiner Pankreassaft ist durchsichtig, farblos, geruchlos, er ist salzig von Geschmack und besitzt infolge seines Gehalts an doppeltkohlensaurem Natrium ein erhebliches Säurebindungsvermögen. Wird ihm Säure zugesetzt, so braust er unter Abgabe von Kohlensäure lebhaft auf.

Der Saft des Pankreas ist von hoher Bedeutung für die Verdauung. Nicht weniger als vier wirksame Fermente, die auf sämtliche Nahrungsstoffe ein besonders starkes Einwirkungsvermögen besitzen, geben ihm den Charakter einer äußerst wichtigen Verdauungsflüssigkeit. Zunächst übt er auf die Kohlehydrate starke Wirkung aus und spaltet sie weiter auf. Außerdem verwandelt der Pankreassaft die Eiweißstoffe weiter in ein aufsaugungsfähiges Produkt. Alles Fett muß, um im Körper aufgesaugt werden zu können, vorher gespalten werden, und die Bedeutung liegt somit nur darin, daß hierdurch die Oberfläche des Fettes außerordentlich vergrößert wird und infolgedessen das in Wasser unlösliche Fett nun mit dem fettsplattendem Ferment in eine ausgiebige Wechselwirkung treten kann. Der Pankreassaft enthält ein Ferment, das die neutralen Fette in Glycerin und in fette Säuren spaltet, hauptsächlich in Palmitinsäure, in Stearinsäure und in Ölsäure. Hierbei wird seine Wirkung durch den Hinzutritt von Galle noch stark erhöht, indem durch die Galle in Verbindung mit dem Alkali des Pankreassaftes die Fettsäuren in neutrale und in saure Seifen umgewandelt werden. Schließlich kommt dem Pankreas noch ein weiteres Ferment zu, das auf das Kasein der Milch Einwirkung auszuüben vermag.

In denselben oberen Darmabschnitt ergießt sich noch eine zweite ausnehmend wichtige Verdauungssubstanz, die Galle. Zuvor aber muß ich erst einiges über die Aufspeicherung des *Glykogens* in der Leber sagen. In deren Zellen zeichnen sich unter ihren chemischen Bestandteilen zwei Stoffe vor allen anderen durch eine Besonderheit aus: das Glykogen und das Fett. Sie können in den Leberzellen so schnell und so bedeutend zunehmen oder abnehmen, wie sonst nichts anderes der Zelle, und darum können sie beide auch nicht zu deren wesentlichen Bestandteilen gehören. In der Tat dient die Leber dem Körper als eine Art Vorratskammer, in der Kohlehydrate, nämlich das Glykogen, und Fett abgelagert werden, um von hier aus dem Körper nach Bedarf allmählich zuzuströmen. Besonders nach reichlicher kohlehydrathaltiger Ernährung findet sich das

Glykogen in den Leberzellen in gestaltlosen Massen abgelagert. In größerer Menge kommt es außer in der Leber auch noch in den Muskeln vor, sowie in unbedeutenden Quantitäten in allen übrigen Organen des Körpers. Während des Hungers nimmt es sowohl in der Leber wie in den Muskeln stetig ab, auch durch anstrengende Muskelbewegungen wird seine Abnahme bewirkt und der Glykogengehalt der Leber sinkt in wenigen Stunden auf ein Minimum herab. Der Gehalt der Muskeln ist dagegen ein viel beständigerer.

Das Glykogen entsteht im tierischen Organismus in erster Linie aus den Kohlehydraten der Nahrung, die nach ihrer Aufsaugung auf der Bahn der Pfortader der Leber zugeführt werden. Dazu müssen sie jedoch vorher in gewisse Vorstufen verwandelt sein. Aus diesen vermag die Leberzelle Glykogen zu bilden, und so muß natürlich zunächst eine chemische Umlagerung vorhergehen. Das Glykogen der Leber wird für gewöhnlich allmählich wieder in Zucker umgewandelt und dieser mit dem abströmenden Blute dem Körper zugeführt. Dieser so entstehende Zucker ist Traubenzucker. Die Umwandlung wird durch ein Ferment bewirkt, das von der Leberzelle produziert wird. Die Bedeutung der Glykogenbildung in der Leber liegt darin, daß hierdurch eine zu reichliche Zufuhr von Zucker zu den Geweben verhütet wird, denn der normale Zuckergehalt des Blutes ist stets nur ein recht geringer, aber ein sehr konstanter. Erhöht er sich aus irgendeinem Anlaß auf dreiviertel Prozent oder darüber, so können die Körpergewebe den überreichlich zuströmenden Zucker nicht mehr verbrennen. Die Nieren, die bei normalem Gehalt des Blutes an Zucker für diesen undurchlässig sind, werden jetzt für ihn gangbar, es tritt Zuckerausscheidung durch den Harn ein, was den Verlust eines wertvollen Nahrungsmittels für den Körper bedeutet. Ersichtlich sind dabei mehrere Organe des Körpers beteiligt, doch ist im einzelnen die Art und Weise der Wirkung noch lange nicht genügend aufgeklärt. Über den sehr bedeutungsvollen Einfluß, den das Pankreas auf die Regulation des Zuckerstoffwechsels ausübt, werden wir erst nachher bei der Darlegung der inneren Sekretion sprechen.

Der weitere Verdauungssaft also, dem im oberen Dünndarm zugleich mit dem Erzeugnis des Pankreas die Nahrungsstoffe unterliegen, ist die *Galle*, die als das frische Produkt der Leber, also als Lebergalle, wie sie unmittelbar aus dem Organ abgesondert wird, sich immerhin von der in der Gallenblase angesammelten Blasengalle etwas unterscheidet, vor allem durch die verschiedene Konzentration. Die frische Galle enthält

drei, höchstens vier Prozent feste Stoffe. Die Lebergalle ist immer von rein gelber Färbung, die Blasengalle dagegen gelbgrün bis dunkelgrün; sie ist von süßlichem und gleichzeitig sehr stark bitterem Geschmack, zeigt einen schwachen moschusähnlichen Geruch und reagiert alkalisch gegen Lackmus. Als ihre spezifischen Bestandteile enthält die Galle die Gallenfarbstoffe und die Gallensäuren. Es ist noch von den Gallenfarbstoffen zu sprechen. Die frische Menschengalle hat eine gelbbraune Farbe, die vom Bilirubin herrührt. Das Bilirubin stammt unzweifelhaft vom Hämoglobin des Blutes ab. In der Leber fallen fortgesetzt rote Blutkörperchen der Auflösung anheim, deren Hämoglobin hier in Bilirubin umgewandelt wird. Die Bildung der Gallenfarbstoffe geht nur in der Leber vor sich.

Die spezifischen Bestandteile der Galle, die Gallensäuren und die Gallenfarbstoffe werden durch die Leber nicht etwa nur aus dem Blute herausgeholt und abgeschieden, sondern sie werden in der Leber selbst durch die Tätigkeit der Leberzellen gebildet. Das Blut liefert der Drüse nur das nötige Rohmaterial dazu, bei entlebten Tieren findet daher auch keine Bildung von Gallensubstanzen mehr statt. Die Menge, in der die Galle pro Tag abgeschieden wird, ist trotz der Beobachtung an Gallenblasenfisteln nur sehr unsicher zu bestimmen, es dürften immer siebenhundert oder achthundert Kubikzentimeter in vierundzwanzig Stunden sein. Die reichlichste Absonderung zeigt sich nach starkem Fleischgenuß. Ein weiterer Faktor ist die Blutzirkulation, die Pfortader ist es, die vorzugsweise das Material für die Gallenbildung liefert, mehr als die Leberarterie, die ja auch zugleich das Ernährungsgefäß der Gewebe der Leber darstellt. Die Galle wird fortdauernd abgesondert, auch schon während des fötalen Lebens, sie wird aber zum Teil zunächst in der Gallenblase aufgespeichert und erst zur Zeit der Verdauung reichlicher in den Darm ergossen. Die wichtigste Wirkung, welche die Galle im Darmkanal ausübt, ist ihr Einfluß auf die Verdauung und die Aufsaugung der Fette. Ebenso wie der Pankreassaft wandelt die Galle die neutralen Fette in eine Emulsion um, indem sie hierdurch die Oberfläche des Fettes stark vergrößert. Das emulsierte Fett wird nunmehr in Glycerin und Fettsäuren zerlegt. Das Glycerin ist, da es in Wasser löslich, ohne weiteres der Aufsaugung fähig. Die Fettsäuren dagegen sind in Wasser unlöslich, sie werden nunmehr erst durch die Galle in Verbindung mit dem Alkali des Darmsekrets, des Pankreassaftes in einen wasserlöslichen Zustand übergeführt, denn die bei der Lösung der Fettsäuren durch die Galle

entstehenden Verbindungen sind zum größeren Teile Seifen. Der Darm des Menschen sondert auch einen Verdauungssaft ab, den *Darmsaft*, dessen größte Menge die Lieberkühnschen Drüsen liefern. Dieser Darmsaft fließt von selber nur spärlich, während der Verdauung jedoch reicher. Unter Reizung der Schleimhaut liefern hundert Quadratcentimeter Darmfläche in einer Stunde bis zu zwanzig Gramm Saft. Auch der Darmsaft verfügt über ein erhebliches Säurebindungsvermögen durch seinen Gehalt an Natriumkarbonat. Der Darmsaft besitzt eine ähnliche Wirkung, aber in einem geringeren Maße als der Speichel und der Pankreassaft, und so kann auch seine Wirkung auf die stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel nur eine mäßige sein. Dagegen enthält er sehr wirksame Stoffe, welche die weitere Aufspaltung der Stärke fortsetzen.

Über diesen ganzen Vorgang vergleiche man die schematische Übersicht auf Abb. 51.

Im Darne spielen sich nun weiter unter gleichzeitiger Gasentwicklung Gärungen und *Fäulniszersetzungen* ab. Sie werden verursacht und unterhalten durch lebende Mikroorganismen, durch Spaltpilze, die zugleich mit den Speisen und den Getränken und auch mit der Mundflüssigkeit verschluckt werden. Es kommt durch sie zur Fäulnis, wobei übelriechende Produkte auftreten. Während der Fötalperiode im Mutterleibe gibt es keine Gärung im Darm. Für die Verdauung der Zellulose bei den Pflanzenfressern sind die Darmbakterien nicht zu entbehren; unter ihnen finden sich regelmäßig im Darm zahlreiche Keime, deren Vorkommen in der Hauptsache von der Art der Nahrung abhängt. Die Gärung und Fäulnis der Eiweißkörper erfolgt im Dickdarm, durch die Fäulnis entsteht aus dem Eiweiß eine Reihe von charakteristischen Produkten, wie sie durch die bloße verdauende Zerlegung niemals zustande kommen.

Im Inneren des Dickdarms überwiegen die Fäulnis- und Gärungszersetzungen die eigentlichen Verdauungsumsetzungen bereits in hohem Grade. Die Beschaffenheit des Inhaltes, die im Beginn des Dickdarms sich noch in breiig-wässrigem Zustand befindet, wird fester, doch kommt es erst im unteren Abschnitt des Dickdarms zur Formung der *Fäzes*, des Kotes, die schon vom unteren Teile des Dünndarms ab den „fäkalen“ Geruch annehmen. Die entleerte Kotmenge beträgt im Durchschnitt hundertundsiebzig Gramm in vierundzwanzig Stunden, das mittlere Minimum sind sechzig, das Maximum zweihundertfünfzig bis fünfhundert und selbst tausend Gramm. Nach animalischer Nahrung ist die Menge der Fäzes und der festen Rückstände in ihnen eine geringere als bei

Vegetabilienkost. Die Farbe der Fäzes richtet sich nach der Menge der beigemischten veränderten Gallenfarbstoffe, von denen sie abhängt.

Die ganze Schleimhaut der Eingeweide, soweit sie mit einschichtigem Zylinderzellenbelag ausgekleidet ist, also vom Eingang zum Magen bis zum Ausgang aus dem Mastdarm, ist zur *Aufsaugung*, Resorption, befähigt. Die Mundhöhle und die Speiseröhre können sich daran wegen ihres dicken und vielfach geschichteten Zellenbelags nicht beteiligen. Als Aufsaugungskanäle des Darmes dienen die Haargefäße, sowie die Milchgefäße, von denen die ersteren die aufgesaugten Stoffe durch die Pfortader der Leber zuführen, während die Milchgefäße, die in ihrem weiteren Verlaufe mit Lymphgefäßen zusammentreten, den aufgesaugten Speisebrei durch den Milchbrustgang in das System der oberen Hohlvene, also auch wieder direkt in das Blut entleeren.

Vom Magen aus wird Wasser selbst so gut wie gar nicht aufgesaugt, sondern nur die in Wasser gelösten Salze und Zucker, dann aber auch Alkohol und in ihm gelöste Substanzen. Die Magenschleimhaut ist für die Verdauungsprodukte des Eiweißes durchaus resorptionsunfähig und ebenso werden auch die Fette und die Fettsäuren im Magen nicht resorbiert. Der Dünndarm bildet das hauptsächlichste Resorptionsfeld, da er durch seine zahlreichen Schleimhautfalten und durch die zahllosen und dicht nebeneinander stehenden Zotten eine außerordentliche Vergrößerung seiner Oberfläche der Aufsaugung darzubieten vermag, denn eine jede Zotte ist als eine Erhebung der ganzen Schleimhaut zu betrachten. Das Wasser und die in Wasser gelösten Salze gelangen im Darm sehr leicht zur Resorption, am schnellsten im Dünndarm, und hier wieder im Leerdarm besser als im Krummdarm, aber auch in ganz beträchtlichem Maße im Dickdarm, und zwar geht die Resorption von Flüssigkeiten am besten vor sich bei einem mittleren Innendruck im Darmrohre. Ein stärkerer Druck komprimiert zugleich die Blutgefäße des Darmes und läßt demgemäß die Resorption absinken. Der Weg für die Resorption des Wassers und der gelösten Salze geht sowohl durch die Epithelzellen hindurch als auch zwischen ihnen. Die Salze werden jedoch wie auch die Kohlehydrate meist interepithelial resorbiert. So gelangen Wasser wie Salze bei der Resorption in die Blutgefäße.

Was die Resorption der Kohlehydrate anlangt, so haben wir gezeigt, daß die Stärke der Nahrung, und alle Kohlehydrate überhaupt, durch die diastatischen Fermente der Verdauungssäfte schließlich in der Form der Monosaccharide den Geweben zugeführt werden. Der Zucker gelangt bei

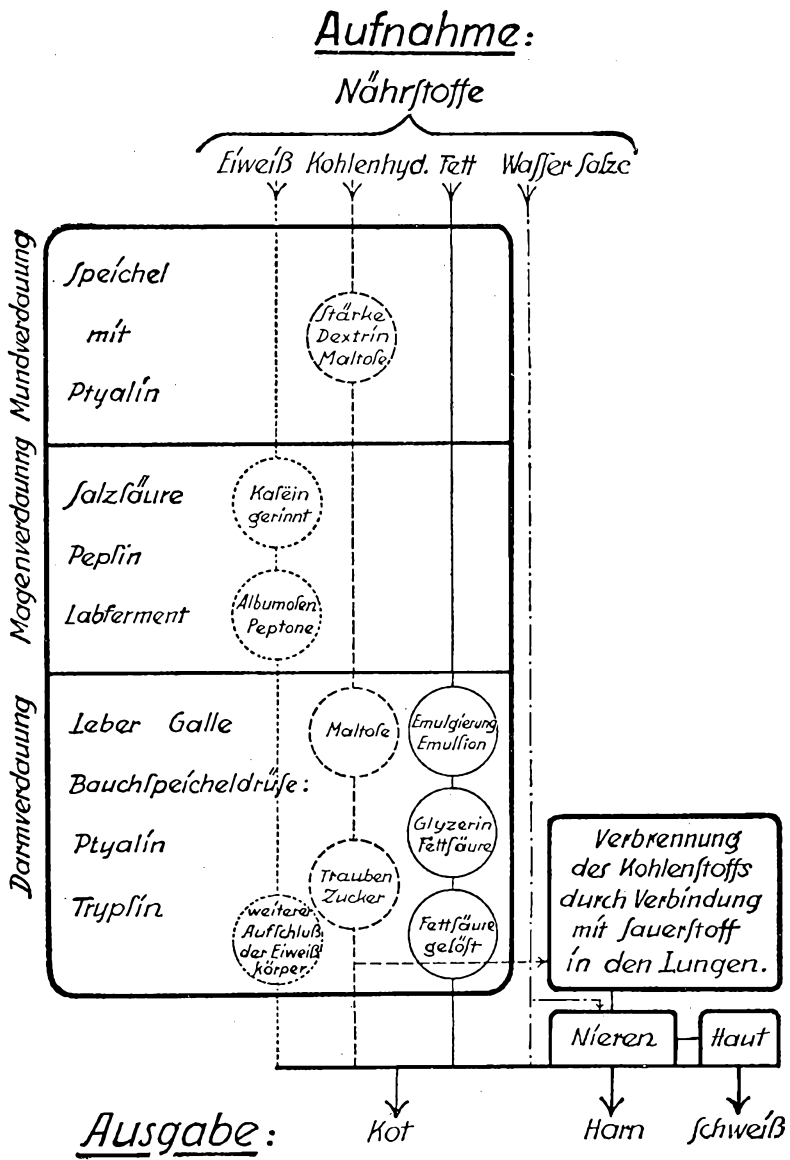


Abb. 51. Übersicht über die Ernährungsvorgänge.

der Resorption in die Blutgefäße und wird durch die Pfortader zur Leber fortgeführt, und von dieser in Glykogen umgewandelt und zunächst abgelagert.

Eiweiß kann auch im unverdauten Zustande als unverändertes Eiweiß zur Resorption kommen. Es fragt sich nun, in welcher Form das Eiweiß vom Darme aus resorbiert wird, welches seine normalerweise zur Resorption gelangenden Verdauungsformen sind. Die Aufspaltung des Eiweißes im Darmkanal schreitet über die Stufe der Peptone hinaus zu den einfacheren Bausteinen des Eiweißes fort, und andererseits hat sich auch erwiesen, daß Tiere mit weit aufgebautem Eiweiß völlig ausreichend ernährt werden können. Man muß sich daher vorstellen, daß in der Tat der Darm unter gewöhnlichen Verhältnissen das Eiweiß ganz oder doch zum großen Teil bis zu seinen einfachsten Spaltprodukten, bis zu den Amidosäuren abbaut, und daß es in der Form dieser Amidosäuren zur Resorption gelangt. Die Resorption der Fette erfolgt in der Weise, daß sie zuvor in eine wässrige Lösung gebracht werden. Alles Fett wird im Magen und im Darm in das wasserlösliche und ohne weiteres resorptionsfähige Glycerin gespalten und in die wasserunlöslichen fetten Säuren, die jedoch durch die Galle und das Alkali der Darmsäfte in Lösung gebracht werden, und zwar hauptsächlich als Seifen. Alle die hierbei entstehenden Körper, die neutralen und die sauren Seifen, die Verbindungen der freien Fettsäuren mit Gallenbestandteilen sind in lockerer Verbindung befindliche Substanzen. Sind die so in wasserlösliche Form gebrachten Fettsäuren in die Epithelzellen der Darmschleimhaut hinein resorbiert, so werden sie aus ihren bisherigen Verbindungen frei und nunmehr sofort mit Glycerin verbunden und wieder in Neutralfett umgeprägt. Das geht in den Epithelzellen selbst vor sich, und daher finden sich auch während der Fettresorption in den Epithelzellen Fetttröpfchen. Was an Fett resorbiert wird, gelangt zum weitaus größten Teile auf der Bahn der Chylusgefäße in den Körper und nicht wie die anderen Nahrungsstoffe durch die Blutbahn. Im Chylus findet es sich dann in der Form einer außerordentlich feinen Emulsion. Auch sonst kommen im Darmkanal noch zahlreiche andere lösliche organische Stoffe zur Resorption. So wird der Alkohol hier schnell aufgesaugt und hauptsächlich durch die Blutgefäße, aber nebenbei auch auf dem Wege des Chylus.

Die *Resorption aus den Geweben*, wie sie nach subkutaner (unter der Haut angewandter) Einspritzung vor sich geht, bei Flüssigkeiten, die zu ärztlichen Zwecken in die Gewebe eingespritzt werden, geschieht in

erster Linie durch die Blutgefäße, daneben aber auch durch die Lymphbahnen. Die Aufsaugung aller künstlich in die Gewebe und namentlich in das subkutane Zellgewebe gebrachten Flüssigkeiten bei der subkutanen Einspritzung erfolgt meist schnell und in der Regel natürlich viel schneller als bei der Verabreichung durch den Mund. Darum finden die Methoden ihre vielfältige Anwendung vor allem dort, wo es darauf ankommt, gelöste Arzneimittel zu Heilzwecken rasch zur Wirkung zu bringen. Eine zweite Möglichkeit, Resorption künstlich herbeizuführen, bieten die ernährenden Klistiere, die künstliche Ernährung vom Darm aus, bei eintretender Unwegsamkeit der Speiseröhre oder bei anhaltendem Erbrechen.

Das *System der Lymphgefäße* beginnt innerhalb der Zellen der Organe, vereinigt sich im Verlauf zunächst zu äußerst zarten, dann zu stärkeren Röhren und Röhren, die schließlich in zwei größeren Stämmen oben am Körper in das Venenblut hineinmünden, und zwar in die Vereinigungsstelle der Drosselblutader und der Unterschlüsselbeinader. Diese beiden letzten Lymphzuführungsröhren laufen beide gleichgerichtet nach oben, links der Milchbrustgang, rechts der Lymphkanal. Den Lymphgefäßen oder Saugadern liegt die Aufgabe ob, alle Durchtränkungsflüssigkeit der betreffenden Gewebe zu sammeln und sie dem Blute wieder zurückzuführen. Unser ganzer Organismus ist von einem ungeheuren und in sich zusammenhängenden, feinsten Netze von Haargefäßen durchsetzt, von jenen feinsten Ausläufern der Arterien, welche die Blutflüssigkeit vom Herzen zu den Geweben führen, und die sich dann eben in der Form dieses Haargefäßnetzes wieder zu den feinsten Anfängen der Venen gestalten, durch die das Blut, nachdem es hier den Geweben das, was sie brauchen, aus seiner Zusammensetzung zurückgelassen hat, wieder zum Herzen zurückkehrt. Das Lymphgefäßsystem läßt sich als ein Drainageapparat betrachten, der die aus dem Blutgefäßsystem in die Gewebe durchgetretenen Flüssigkeiten aus diesen wieder ableitet, wobei sich Umsetzungsprodukte der Gewebe, Stoffwechselendprodukte, diesem Rückstrom beigesellen. Die Lymphbahnen sind zugleich resorbierende Gefäße. Stoffe, die anderweitig den Geweben zugeführt werden, können auch durch das Lymphsystem resorbiert werden. Und daneben liefern sie für manche Gewebe wie für die Drüsen, so besonders für die Speicheldrüsen, die ersten Flüssigkeitsreservoirs, aus denen die absondernden Zellen zur Zeit ihrer Tätigkeit das notwendigste Material entnehmen. Ist dieses die über den ganzen Körper sich erstreckende, allgemeine und große Tätigkeit des Lymphgefäßsystems, so stellen die nur vom Verdauungstraktus

herkommenden *Chylusgefäße* bloß eine einzelne, wenn auch ziemlich selbständige Provinz des lymphatischen Gefäßgebietes dar, und zwar eine solche mit vorwiegend resorbierender Tätigkeit. Auch ihr Saft, der durch die reichhaltige Beimischung von Fetttropfchen weiß gefärbt ist, weshalb der Chylus auch den Namen Milchsafft führt, unterscheidet sich hierdurch wesentlich von dem wasserklaren Inhalt der eigentlichen echten Lymphgefäße. Diese entspringen überall in den Geweben aus den Zwischenlücken oder Saftspalten, die allenthalben zwischen dem Gewebe übrig sind. Sie stehen vielfältig und allgemein miteinander in Verbindung und sammeln sich zu den kleinsten röhrenförmigen Lymphgefäßen, den Lymphkapillaren, die meist an Kaliber die Blutkapillaren übertreffen und vorwiegend in dem Mittelraume zwischen den gebogen verlaufenden Blutkapillarschlingen liegen. Sie fügen sich allmählich aus zarten und kernhaltigen Endothelzellen zusammen, zwischen denen zerstreut Lücken sich vorfinden. Die Endothelien, welche die Wand zusammensetzen, sind durch Protoplasmabrücken vielfach miteinander verbunden. Sie bilden die serösen Häute, welche durch Stomata zwischen ihren Endothelzellen mit den Lymphgefäßen in Verbindung stehen. Im Gegensatz zu ihnen entspringen also die resorbierenden Chylusgefäße zwar ganz in der gleichen Weise, wie das die Lymphgefäße aus den Saftspalten der Gewebe tun, auch aus den Spalträumen der Darmzotten, aber eben nur aus diesen. Im weiteren Verlaufe schließen sich dann die Lymphhaargefäße größeren Lymphgefäßen an, in denen zahlreiche Klappen angebracht sind, die in so dichter Hintereinanderreihung vorkommen, daß das strotzend gefüllte Lymphgefäß einer Perlschnur ähnlich erscheint.

Die sogenannten *Lymphdrüsen*, die aber unzutreffend als Drüsen bezeichnet werden, sind in die Bahn der Lymphgefäße eingeschaltet oder doch wenigstens mit ihnen in Beziehung gesetzt und stellen in Wirklichkeit aus adenoidem Gewebe zusammengesetzte Labyrinthräume dar. Eine jede besitzt eine Bindegewebshülle, die reich an organischen Muskelfasern ist. Die Substanz der Drüse ist bis in eine gewisse Tiefe hinein in kleinere, jedoch noch wahrnehmbare Abteilungen geteilt, von denen eine jede ein feinfaseriges Bindegewebsgerüst enthält, dessen Maschen von dicht zusammengedrängten Lymphkörperchen in allen Zuständen der Entwicklung, vom einfachen Kern bis zur vollständigen Protoplasmazelle, eingenommen werden. Die Summe sämtlicher dieser Alveolen bildet die sogenannte Rindensubstanz der Lymphdrüsen. Sie unterscheidet sich durch ihre weißliche Farbe, die wiederum durch ihre Gefäßarmut bedingt ist,

und durch ihre Konsistenz von der weichen, rötlichen und gefäßreichen Marksubstanz der Drüse. Zwischen dieser müssen mit Notwendigkeit Räume übrigbleiben, durch die die Lymphe der zuführenden Gefäße in die der abführenden übergeht, wobei die Bindegewebsbälkchen nur der Ausdehnung der Lymphgefäße bei eintretenden Stauungen entgegenzuwirken haben. Während der Lymphstrom die Lymphdrüse durchsetzt, nimmt er Zellen aus den Alveolen der Rindensubstanz und aus der Marksubstanz der Drüse in sich auf und führt sie als Lymphkörperchen mit sich fort. Die Lymphdrüsen sind somit einesteils die Erzeugungsstätten der Lymphkörperchen und wirken außerdem als Vervielfachungsapparate der Lymphgefäße. Die Lymphe ist wie auch der Chylus natürlich eiweißhaltig. Sie enthält geformte Elemente, und so gibt es also ein Lymphplasma und neben diesem die darin aufgeschwemmten Lymphocyten, Zellen ohne Granulationen. Vereinzelt kommen auch rote Blutkörperchen in ihr vor. Im Plasma der Lymphe wie in dem des Chylus findet sich ebenso wie im Blute: Serumalbumin, Serumglobin, Fibrinogen und Fibrinferment oder doch dessen Vorstufe. Hierdurch wird nach ihrer Entleerung die Lymphgerinnung bedingt. Am Anfang ist die Lymphe in den Ursprüngen der Lymphgefäße noch sehr zellenarm und dabei klar und ungefärbt. Nach dem Hindurchströmen durch die Lymphdrüsen wird sie dann reicher an zelligen Elementen und infolge hiervon auch reicher an festen Bestandteilen, namentlich an Eiweiß und an Fett. In einem einzigen Kubikmillimeter Lymphe wurden weit über achttausend Lymphkörperchen gezählt, und später mischen sich dem Lymphplasma in den verschiedenen Geweben dann die aus dem Stoffwechsel herstammenden Umsatzprodukte der Gewebe bei.

Die Bildung der Lymphe in den Geweben erfolgt ohne alle Unterbrechung. Ihre Menge aber ist ebensowenig wie die des Chylus mit Sicherheit anzugeben. So sind einmal aus einer Lymphfistel am Oberschenkel einer Frau in vierundzwanzig Stunden gegen drei Kilogramm Lymphe gesammelt worden. Es ist einleuchtend, daß alle Momente, die den Blutdruck steigern, auch die Menge der Lymphe vermehren müssen und umgekehrt, und ebenso auch die Unterbindung der abführenden Venen, da nunmehr aller Abfluß lediglich auf die Lymphgefäße beschränkt ist. Auch eine Vermehrung der gesamten Blutmasse durch die Einspritzung von Blut oder Serum in das Gefäßsystem hat eine solche gesteigerte Lymphbildung zur Folge. Dann aber hängt die Menge der Lymphe auch von der Tätigkeit der Organe ab. Jede aktive oder passive Muskelbewegung

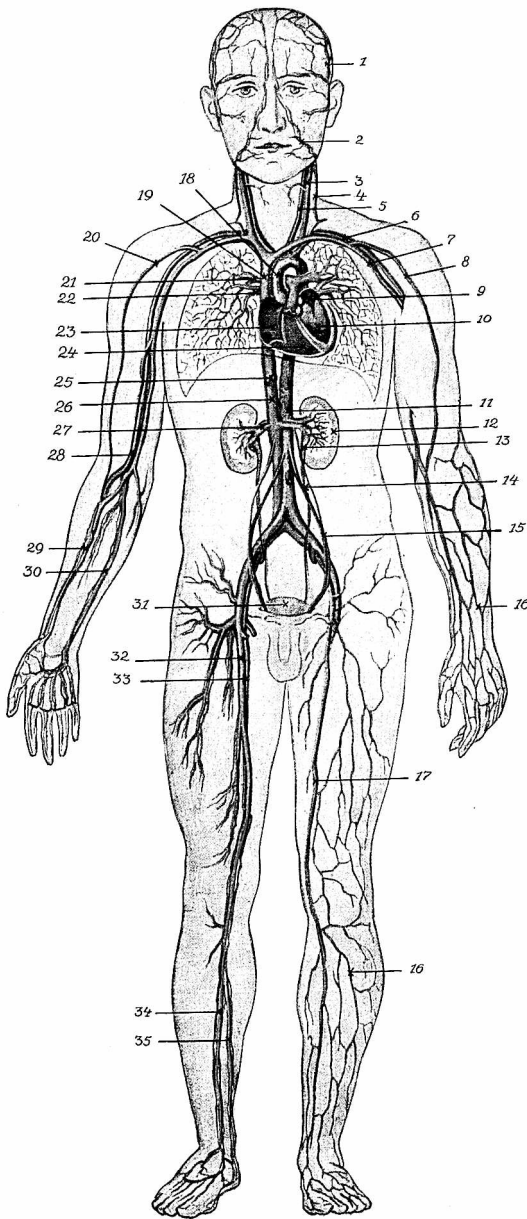
steigert ihre Menge erheblich, beim Pferde bis um das Fünffache. In einem Versuche ließen sich auf diese Weise an nüchternen Hunden bis über dreihundert Kubikzentimeter Lymphe gewinnen. Daß das Lymphplasma aus dem Blutplasma stammt und aus ihm durch die Wand der Haargefäße hindurch in die Gewebe austritt, ist klar, ebenso, daß es aus den Geweben später in die Lymphhaargefäße gelangt, entweder direkt durch offenstehende Verbindungen oder aber durch die Wand dieser Haargefäße hindurch. Dagegen besteht über die bei der Bildung der Lymphe in Betracht kommenden Vorgänge noch mancher Zweifel. Die Abhängigkeit der Lymphbildung vom Blutdrucke ist leicht erklärlich. Indessen spielt neben der Filtration auch die Diffusion und die Osmose bei der Lymphbildung eine wichtige Rolle. Jedenfalls sind die Ansichten der Gelehrten zur Zeit noch sehr geteilt.

DRITTES KAPITEL

Der Kreislauf des Blutes

Das Herz (s. Abb. 52) ist von einem häutigen Beutel umschlossen, dem *Herzbeutel*. Er liegt zwischen den beiden Brustfellsäcken und ist mit ihnen, soweit er sie berührt, innig verwachsen. Im allgemeinen hat er die Gestalt des Herzens, ist also gleichfalls kegelförmig. Er kehrt aber seine Basis nach unten, wo sie mit dem sehnigen Zentrum des Zwerchfells fest verwachsen ist, und seine stumpfe Spitze sieht im Gegensatz zu der Kegelfigur des Herzens nach oben. Der Herzbeutel besteht aus einem äußeren fibrösen und einem inneren serösen Blatte; beide Blätter sind untrennbar miteinander verschmolzen. Das fibröse Blatt ist durch zwei Bänder an die Hinterfläche des Brustbeins geheftet, wodurch sich der Druck des Herzens auf das Zwerchfell wesentlich vermindert. Es geht oben in die äußere Haut der großen Arterien über, die aus dem Herzen entspringen und hier aus dem Beutel herauskommen. Da das Herz seinen Beutel nicht vollkommen ausfüllt, so wird der geringe übrigbleibende Raum von einer serösen Flüssigkeit eingenommen.

Wichtiger als sein Mantel ist das *Herz* selbst. Es ist das Zentralorgan des Gefäßsystems und stellt einen hohlen, halbkegelförmigen, muskulösen Körper dar, der in der Brusthöhle dicht hinter dem Brustbein und zwischen



Blutkreislauf.

1. Äußere Schläfenarterie u. -vene.
2. Äußere Gesichtarterie u. vordere Gesichtsvene.
3. Innere Hals-(Drossel-) Vene.
4. Äußere Hals-(Drossel-) Vene.
5. Kopffarterie.
6. Schlüsselbeinarterie.
7. Schlüsselbeinvene.
8. Oberflächliche Oberarm-vene.
9. Linker Herzvorhof.
10. Linke Herzkammer.
11. Bauchaorta.
12. Linke Niere.
13. Linkes Nierenbecken.
14. Linker Harnleiter.
15. Innere Samenarterie und -venen.
16. Oberflächliche (Haut-) Venen.
17. Große Rosenvene.
18. Aufsteigende Aorta und Aortenbogen.
19. Obere Hohlvene.
20. Oberflächliche Oberarm-vene.
21. Rechte Lungenarterie.
22. Rechte Lungenvenen.
23. Rechter Herzvorhof.
24. Rechte Herzkammer.
25. Lebervenen-Einmündung.
26. Untere Hohlvene.
27. Nierenarterie und -vene.
28. Armarterie und -venen.
29. Speichenarterie u. -venen.
30. Ellenarterie und -venen.
31. Harnblase.
32. Oberschenkelarterie.
33. Oberschenkelvene.
34. Vordere Schienbein-arterie und -venen.
35. Hintere Schienbein-arterie und -venen.

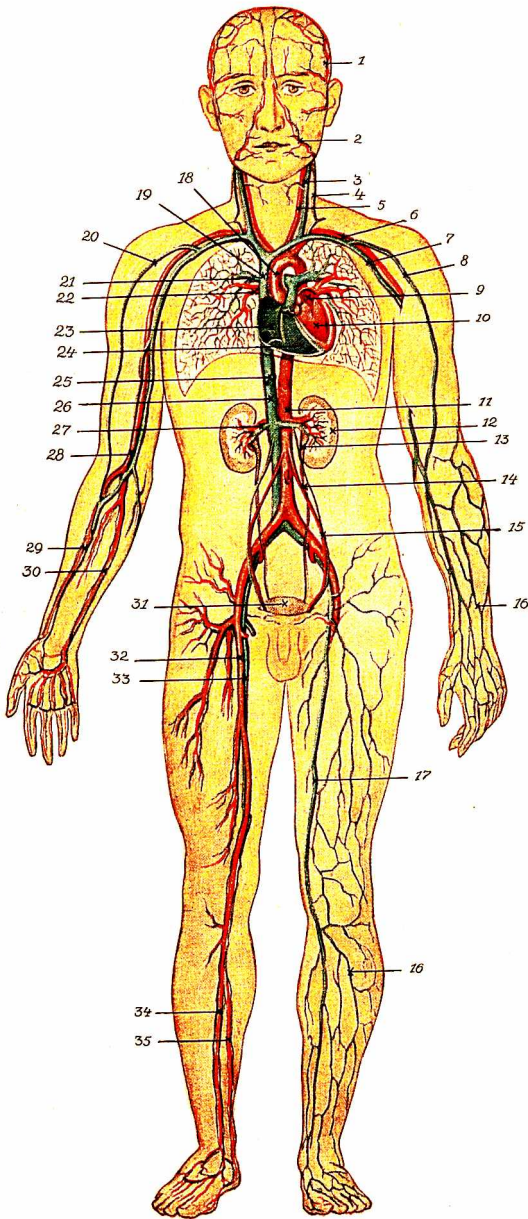
steigert ihre Menge erheblich, beim Pferde bis um das Fünffache. In einem Versuche ließen sich auf diese Weise an nüchternen Hunden bis über dreihundert Kubikzentimeter Lymphe gewinnen. Daß das Lymphplasma aus dem Blutplasma stammt und aus ihm durch die Wand der Haargefäße hindurch in die Gewebe austritt, ist klar, ebenso, daß es aus den Geweben später in die Lymphhaargefäße gelangt, entweder direkt durch offenstehende Verbindungen oder aber durch die Wand dieser Haargefäße hindurch. Dagegen besteht über die bei der Bildung der Lymphe in Betracht kommenden Vorgänge noch mancher Zweifel. Die Abhängigkeit der Lymphbildung vom Blutdrucke ist leicht erklärlich. Indessen spielt neben der Filtration auch die Diffusion und die Osmose bei der Lymphbildung eine wichtige Rolle. Jedenfalls sind die Ansichten der Gelehrten zur Zeit noch sehr geteilt.

DRITTES KAPITEL

Der Kreislauf des Blutes

Das Herz (s. Abb. 52) ist von einem häutigen Beutel umschlossen, dem *Herzbeutel*. Er liegt zwischen den beiden Brustfellsäcken und ist mit ihnen, soweit er sie berührt, innig verwachsen. Im allgemeinen hat er die Gestalt des Herzens, ist also gleichfalls kegelförmig. Er kehrt aber seine Basis nach unten, wo sie mit dem sehnigen Zentrum des Zwerchfells fest verwachsen ist, und seine stumpfe Spitze sieht im Gegensatz zu der Kegelfigur des Herzens nach oben. Der Herzbeutel besteht aus einem äußeren fibrösen und einem inneren serösen Blatte; beide Blätter sind untrennbar miteinander verschmolzen. Das fibröse Blatt ist durch zwei Bänder an die Hinterfläche des Brustbeins geheftet, wodurch sich der Druck des Herzens auf das Zwerchfell wesentlich vermindert. Es geht oben in die äußere Haut der großen Arterien über, die aus dem Herzen entspringen und hier aus dem Beutel herauskommen. Da das Herz seinen Beutel nicht vollkommen ausfüllt, so wird der geringe übrigbleibende Raum von einer serösen Flüssigkeit eingenommen.

Wichtiger als sein Mantel ist das *Herz* selbst. Es ist das Zentralorgan des Gefäßsystems und stellt einen hohlen, halbkegelförmigen, muskulösen Körper dar, der in der Brusthöhle dicht hinter dem Brustbein und zwischen



Blutkreislauf.

1. Äußere Schläfenarterie u. -vene.
2. Äußere Gesichtsarterie u. vordere Gesichtisvene.
3. Innere Hals-(Drossel-) Vene.
4. Äußere Hals-(Drossel-) Vene.
5. Kopfarterie.
6. Schlüsselbeinarterie.
7. Schlüsselbeinvene.
8. Oberflächliche Oberarm-vene.
9. Linker Herzvorhof.
10. Linke Herzkammer.
11. Bauchaorta.
12. Linke Niere.
13. Linkes Nierenbecken.
14. Linker Harnleiter.
15. Innere Samenarterie und -venen.
16. Oberflächliche (Haut-) Venen.
17. Große Rosenvene.
18. Aufsteigende Aorta und Aortenbogen.
19. Obere Hohlvene.
20. Oberflächliche Oberarm-vene.
21. Rechte Lungenarterie.
22. Rechte Lungenvenen.
23. Rechter Herzvorhof.
24. Rechte Herzkammer.
25. Lebervenen-Einmündung.
26. Untere Hohlvene.
27. Nierenarterie und -vene
28. Armarterie und -venen.
29. Speichenarterie u. -venen.
30. Ellenarterie und -venen.
31. Harnblase.
32. Oberschenkelarterie.
33. Oberschenkelvene.
34. Vordere Schienbein-arterie und -venen.
35. Hintere Schienbein-arterie und -venen.

den vertieften inneren Flächen der beiden Lungen seinen Sitz hat. Dieser Herzkegel kehrt also seine Basis nach oben, seine Spitze aber nach links und unten. Er besitzt eine vordere, nach oben gerichtete, gewölbte

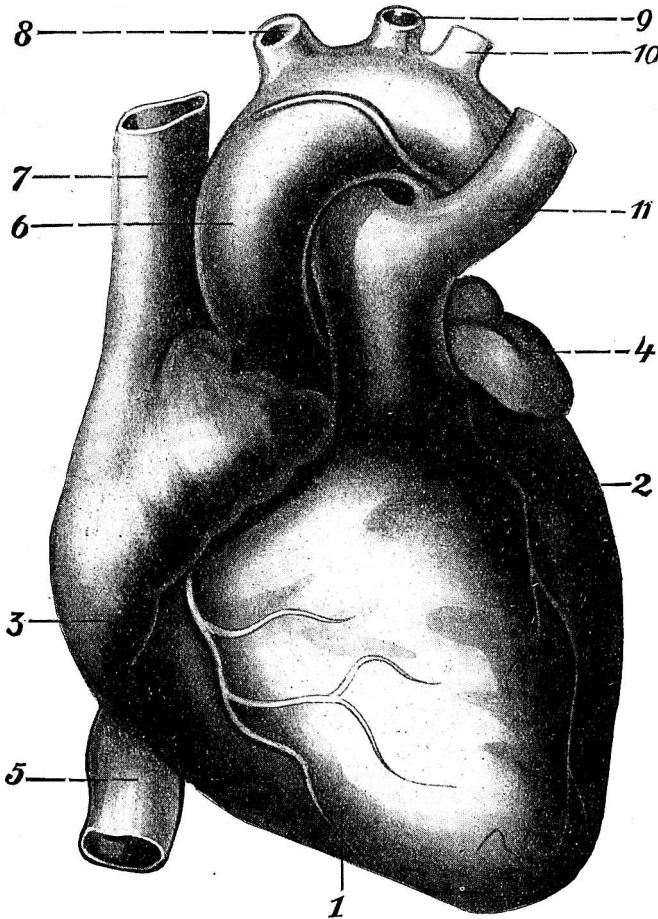


Abb. 52. Das Herz von vorn.

1. Rechte Herzkammer, 2. linke Herzkammer, 3. rechter Vorhof, 4. linker Vorhof, 5. untere Hohlvene, 6. Hauptschlagader, 7. obere Hohlvene, 8. namenlose Arterie, 9. Halsschlagader, 10. Schlüsselbeinschlagader, 11. Lungenschlagader.

und eine hintere, mehr nach unten orientierte, ebene Fläche und daneben zwei Seitenränder. Die Längenfurche des Herzens teilt es äußerlich in eine rechte und eine linke Hälfte. Eine zweite derartige Furche, die Ringfurche

oder Querfurche, schneidet sie rechtwinklig. Die absolute Größe des Herzens stimmt gewöhnlich mit der Größe der Faust überein; seine größte Länge verhält sich zur größten Breite wie fünf zu vier. Beim weiblichen Geschlecht sind Gewicht und Größe um annähernd ein Sechstel geringer. Seine Lage im Körper ist eine schiefe, der größere Teil des Herzens gehört der linken und nur ein kleinerer der rechten Brustkastenhälfte an. Die Höhle des Herzens (s. Abb. 53) ist keine einheitliche, sie wird durch eine Scheidewand in eine rechte und eine linke Hälfte geteilt, und jede dieser beiden Hälften besteht wieder aus Kammer und Vorkammer oder Vorhof. Auch trägt eine jede Vorkammer ein nach vorn und innen gekrümmtes Anhängsel, das Herzohr. Die Basis des linken Herzohres wird von der zugehörigen Vorkammer durch eine halsartige Einschnürung sehr scharf abgegrenzt. Die Grenze zwischen den Vorkammern und den Kammern entspricht außerdem der Ringfurche; die beiden Vorkammern sind gegeneinander, wie die beiden Kammern, durch eine Scheidewand getrennt. Die Kammern des Herzens besitzen bedeutend fleischigere Wandungen als die Vorkammern. Die rechte Kammer ist dünnwandiger als die linke, dagegen sind die Hohlräume beider Kammern einander und auch jenen der Vorkammern gleich. Ihre innere Oberfläche ist nicht glatt und eben, da die Muskelbündel, welche die Herzwand konstruieren, nach der Höhle des Herzens zu mehr oder weniger vorspringen und auch frei in sie hineinragen. Diese Muskelbündel heißen in den Kammern, wo sie die verschiedensten Richtungen annehmen, Fleischbalken des Herzens. In den Vorkammern dagegen führen sie den Namen Kammuskeln. In die Vorkammern münden die großen Venenstämme ein, und zwar die beiden Hohlvenen und die Herzvene in die rechte, die vier Lungenvenen in die linke, während andererseits aus jeder der Vorkammern eine geräumige Öffnung in die entsprechende Kammer führt. Aus jeder Kammer führt dann eine andere ähnliche Öffnung in die aus ihr entspringende große Arterie, aus der rechten Kammer also in die Lungenschlagader, aus der linken in die Aorta. Sie liegen beide an der nach oben gekehrten Kammerbasis.

An der arteriellen und an der venösen Öffnung jeder der beiden Kammern ist ein wichtiger Klappenapparat angebracht, der den wichtigen Mechanismus der Herztätigkeit regelt und in seiner sinnreichen Einrichtung an die der Pumpenventile erinnert. In der rechten Kammer befinden sich drei und in der linken zwei dreieckige Lappen mit unterer Spitze, die als dreieckige Zipfel die Atrioventrikularklappen bilden. Die in

drei Zipfel gespaltene der rechten Herzkammer heißt die dreizipfelige Herzklappe, die der linken Herzkammer dagegen zweizipfelige Klappe. Damit diese Zipfel nicht frei umherflattern, gehen von ihrem freien

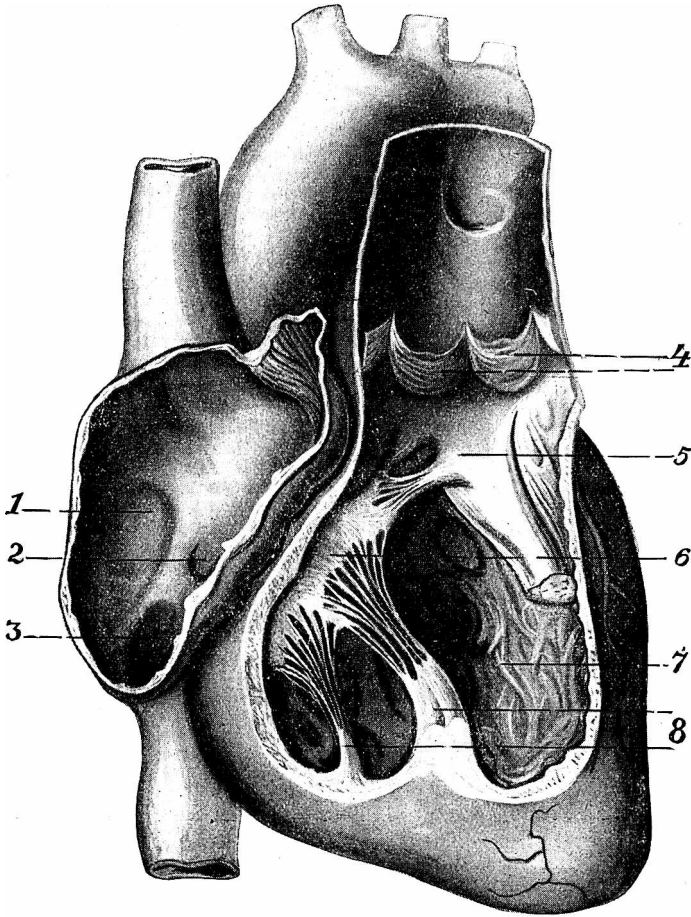


Abb. 53. Das Herz eröffnet. Von rechts.

1. Vorhofsraum, 2. Thebesische Klappe, 3. Eustachische Klappe, 4. halbmondförmige Klappen, 5. hohlkegelförmiger Übergang der rechten Herzkammer in die Lungen-schlagader, 6. dreizipfelige Klappe, 7. Scheidewand zwischen den Herzkammern, 8. zapfenförmige Muskeln, die durch sehnige Bänder mit der Klappe verbunden sind.

Rande und von ihrer unteren Oberfläche einfache oder mehrfach gespaltene, sehnige Fäden aus. Diese setzen sich keineswegs wie Seile am Segel an sie an oder ziehen etwa frei durch die Kammer. Sie setzen sich vielmehr

an besondere zapfenförmige und derbe, aus der Kammerwand hervorragende Muskelbündel, an die Warzenmuskeln. Die Sehnenfäden haben die Aufgabe, ihre Klappen aneinander festzustellen und sie zu einem einheitlichen Verschuß zusammenzuhalten, während sich die Herzkammer zusammenzieht. Die anderen Klappen an den arteriellen Ausmündungen der Kammern sind anders beschaffen. Hier faltet sich das Endokardium, die Innenschicht der Herzwand, ebenfalls, bildet jedoch je drei halbmondförmige Klappen, die so gestellt sind, daß sie mit ihren freien, vertieften Rändern von der Kammer weg gegen den weiteren Verlauf der hier entspringenden großen Arterien gerichtet sind, ihren befestigten, gewölbten Rand aber in der Peripherie der Öffnung einpflanzen. Sie liegen also nicht mehr in den Kammern selbst, sondern ganz und gar in dem Anfangsteil, in dem Wurzelstück der betreffenden Arterie. Die Mitte des freien Randes einer jeden solchen halbmondförmigen Klappe trägt eine Verdickung.

Der *Bau der Herzwand* ist der, daß ein äußerer und ein innerer häutiger Überzug die zwischen beiden liegende Muskelschicht überzieht, die an den Kammern bedeutend stärker entwickelt ist als an den Vorkammern, und an der linken Kammer wieder stärker als an der rechten. Der äußere häutige Überzug des Herzens gehört, wie ich schon erörtert habe, dem Herzbeutel an, dessen innere und eingestülpte Tasche er darstellt. Dünn, glatt und sehr reich an elastischen Fasern hängt er durch sehr kurzes Bindegewebe fest mit der Muskelschicht des Herzens zusammen. Die innere Auskleidung der Herzhöhle ist eine dünne, mit einschichtigem Pflasterepithel versehene und vorzugsweise aus elastischen Fasern bestehende Membran, die durch ihre Faltung die Klappen bilden hilft. Die eigentliche Muskelschicht des Herzens nun, das sogenannte Herzfleisch, besteht, obwohl das Herz zu den unwillkürlichen Muskeln gehört, aus quergestreiften Muskelfasern. Sie unterscheiden sich jedoch von jenen der Skelettmuskeln dadurch, daß sie dünner sind und netzartig untereinander zusammenhängen, sowie durch ihre Kerne. An den Vorkammern gehen die oberflächlichen Muskelbündel um beide Vorhöfe zugleich herum. Dagegen gestaltet sich an den Herzkammern die Anordnung der Muskelbündel zu einer viel komplizierteren. Ihre oberflächliche Lage bilden Bündel, die schief über beide Kammern hinweglaufen. Nachdem sie die Spitze des Herzens umschlungen haben, gehen sie in die tiefste Fleischlage der Kammerwand über, die durch die Papillarmuskeln in Beziehung zum Klappenapparat steht, und bringen dabei den sogenannten Herzwirbel zur Entfaltung. Sie beschreiben also Achtertouren.

Der rechte Vorhof liegt wegen der linksseitigen Achsendrehung des Herzens mehr nach vorn als der linke. Seine linke oder innere Wand gehört der Scheidewand zwischen den Vorkammern an. Sie zeigt an ihrer hinteren Hälfte eine eiförmige Grube, in der die Endokardien beider Vorhöfe wegen des Fehlens der Muskelschicht in unmittelbare Berührung treten. An der hinteren Wand der rechten Vorkammer mündet die untere Hohlvene ein, in der oberen Wand mündet die obere. Die in die rechte Kammer führende venöse Öffnung gehört natürlich zur unteren Vorkammerwand. Der linke Vorhof hat im ganzen dieselbe kubische Gestalt wie der rechte, seine obere Wand nimmt alle vier Lungenvenen auf. An der linken erhebt sich das entsprechende Herzohr, das an seiner Basis tief eingeschnürt ist und sich an die Wurzel der Lungenarterie anlegt. Die rechte Herzkammer zeigt, wie die linke, im senkrechten Durchschnitt eine dreieckige Gestalt mit unterer Spitze und oberer Basis. Schneidet man das Herz dagegen quer durch, so erscheint der Durchschnitt der rechten Kammer als Halbmond, dessen vertiefte Seite der Scheidewand zwischen den Kammern angehört. Diese Scheidewand ist nicht eben, sondern gegen die rechte Kammer hin gewölbt ausgebogen, ihre beiden Öffnungen, die venöse und die arterielle, liegen an der Basis der Kammer. Die am Umfange der venösen Öffnung haftende dreizipfelige Klappe ragt mit diesen ihren drei Zipfeln, von denen der vordere der größte ist, weit in die Kammerhöhle herab. Die linke Kammer ist in jeder Hinsicht die bedeutendste; die Dicke ihrer Wandung übertrifft beim Erwachsenen die der rechten um das Doppelte. Ihr Hohlraum am Querschnitte des Herzens zeigt jedoch keine Halbmondform wie der der rechten Kammer, sondern einen Kreis. Die beiden Öffnungen liegen auch hier an der Basis und sind so nahe aneinander gerückt, daß sie sich berühren. Auch ist die haubenförmige (zweizipfelige) Klappe stärker gebaut als die dreizipfelige Herzklappe, denn die größere fortreibende Kraft der linken Kammer erfordert auch einen solideren und widerstandsfähigeren Klappenapparat. Ihre zwei Zipfel sind auch stumpfer als die drei der dreizipfeligen.

Wir kommen jetzt zur Beschreibung des *Gefäßsystems*. Das Blut, jene im tierischen Leibe kreisende Flüssigkeit, aus der die zum Leben und zum Wachstum der Organe notwendigen Stoffe entnommen werden, wird auf wunderbar verzweigten Wegen, in Röhren, deren Kaliber bis zur mikroskopischen Feinheit abnimmt, durch alle Organe mit Ausnahme der Horngebilde und der durchsichtigen Medien des Auges hindurchgeleitet und in ihnen verteilt. Seine Bewegung in den Gefäßen hängt von der Druckkraft

eines eigenen Triebwerkes ab, das vom ersten Auftreten des Kreislaufes im Embryo bis zum letzten Atemzug des Sterbenden tätig ist, dem Herzen, das ohne Unterlaß Blut empfängt und wieder austreibt. Die Gefäße, die das Blut vom Herzen zu den nahrungsbedürftigen Organen leiten, heißen, weil sie pulsieren, Schlagadern oder Pulsadern, Arterien, diejenigen, welche das für die Ernährung nicht mehr taugliche Blut zum Herzen zurückführen, werden Blutadern, Venen, genannt. Die Arterien verästeln sich nach der Art eines Baumes durch fortschreitend wiederholte Teilungen in immer feinere Zweige, die zuletzt dann wieder in die ersten Anfänge der Venen übergehen. Die kleinsten Verbindungswege zwischen den Arterien und Venen heißen Haargefäße. Da das Blut aus dem Herzen in die Arterien und von diesen durch die Haargefäße in die Venen strömt und von diesen wieder zum Herzen zurückgeführt wird, so beschreibt es durch diese seine Bewegung einen geschlossenen Kreis, und man spricht darum von einem Kreislauf des Blutes. Dieses so vielfach verzweigte und wieder in sich zurückkehrende Rohr ist jedoch nur insofern geschlossen, als die Haargefäße den flüssigen Bestandteil des Blutes, sein Plasma, durch ihre zarten Wandungen hindurchtreten lassen, damit er mit den zu ernährenden Zellen in nächste Beziehung kommen kann. Diese suchen sich aus dem Plasma, das sie umspült, alles das aus, was sie an sich binden und für ihre verbrauchten Stoffe eintauschen wollen. Der Rest, die Lymphe, wird von besonderen Gefäßen, die wegen ihres farblosen und wasserähnlichen Inhaltes Lymphgefäße heißen und ihrer Verrichtung wegen Saugadern, wieder aufgesaugt und von hier aus neuerdings wieder in den allgemeinen Kreislauf eingebracht. Denn die Lymphgefäße sammeln sich ja alle zu einem Hauptstamm, der in das Venensystem einmündet. Als ein besonderes System dieser Lymphgefäße sind die Chylusgefäße tätig, die keine Lymphe, sondern den im Darmkanal aus den Nahrungsmitteln entnommenen Saft führen, der seiner charakteristischen Farbe wegen Milchsaft, Chylus heißt. Auch diese Chylusgefäße entleeren sich in den Hauptstamm, und der Milchsaft wird somit auf demselben Wege wie das Venenblut zum Herzen zurückgeleitet. Was vom Herzen zur Lunge strömt, ist Venenblut, was von der Lunge zum Herzen fließt, ist Arterienblut. Auch der Weg vom Herzen zur Lunge und durch die Lunge zum Herzen zurück beschreibt einen Kreis, der aber natürlich kleiner ist als der vom Herzen durch den ganzen Körper und wieder zum Herzen hin. Man spricht daher von einem kleinen und einem großen Kreislaufe, von dem Lungenkreislauf und dem Körperkreislauf, die im Herzen ineinander

übergehen, so daß das Blut, bis es wieder an seinen Ausgangspunkt zurückgekehrt ist, die geschlungene Bahn einer 8 durchläuft (s. Abb. 54).

An den Stämmen, den Ästen und den Zweigen der *Arterien* findet sich überall derselbe Bau. Auch hier gibt es eine innere, eine mittlere und eine äußere Arterienhaut. Die mittlere, die wichtigste der Arterienhäute, die *Media*, führt reichlich quere organische Muskelfasern neben den elastischen, die beide in ihr mehrere durch Faseraustausch untereinander zusammenhängende Lagen bilden. Von dieser mittleren Haut wird vorzugsweise die Dicke der Arterienwand bedingt. Diese Dicke muß bedeutend genannt werden. Sie ist auch für den starken Druck notwendig, den die Arterienwand von seiten des vom Herzen in die Arterien gepumpten Blutes auszuhalten hat. Ihre elastischen und muskulösen Elemente erlauben den Gefäßen, sich bei ankommender Blutwelle auszudehnen und danach wieder auf ihre frühere Weite zu verkleinern. Durch diese nehmen sie teil an der Fortbewegung des vom Herzen in sie gepumpten Blutes. Die Arterie dehnt

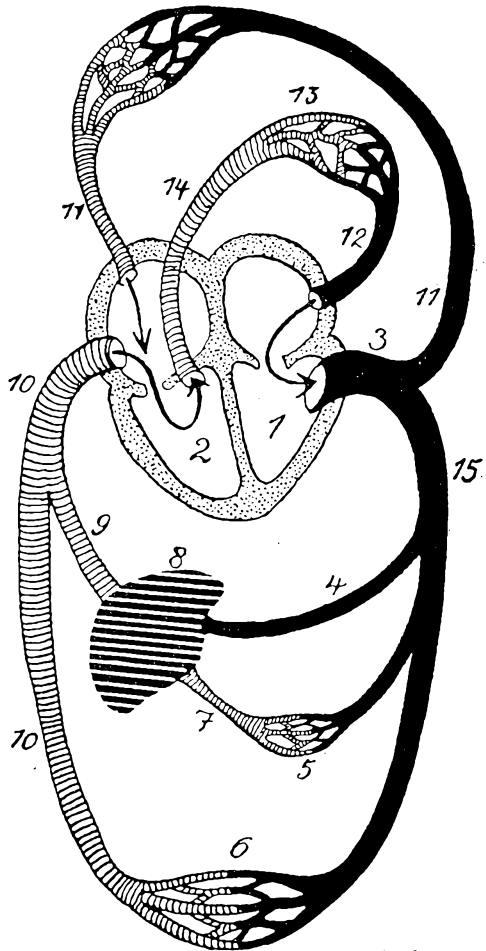


Abb. 54. Schema des Blutkreislaufes.

- | | |
|---|---|
| 1. Linke Kammer. | 9. Lebervene. |
| 2. Rechte Kammer. | 10. Hohlvene. |
| 3. Aorta. | 11. Kreislauf des Kopfes und der oberen Extremitäten. |
| 4. Leberarterie. | 12. Lungenvene. |
| 5. Kapillarnetz der Eingeweide. | 13. Lunge. |
| 6. Kapillarnetz der unteren Extremitäten. | 14. Lungenarterie. |
| 7. Pfortader. | 15. Kreislauf des Bauches und der unteren Extremitäten. |
| 8. Leber. | |

sich aus und schwillt unter dem Finger an. Ist dies vorbeigegangen, so ist es abermals die Elastizität des Arterienrohres, die den früheren Zustand wiederherstellt. Der Puls ist somit der Ausdruck der Stoßkraft des Herzens. Die kleinsten Blutgefäße, die den Zusammenhang zwischen den Arterien und den Venen vermitteln, heißen *Haargefäße* oder *Kapillargefäße*. Erst die Kenntnis vom Übergang der Arterien in Venen durch die Haargefäße gab der Lehre vom Kreislaufe die volle Begründung. Alle Ernährung und jeder Stoffwechsel beruhen auf der Durchgängigkeit der Haargefäßwänden, die dem flüssigen Bestandteil des Blutes, dem Plasma, gestatten, den Gefäßraum zu verlassen und mit den umliegenden Gewebsteilen in unmittelbare Berührung zu treten.

Der Verlauf und die Verzweigung der *Venen* sowie ihre Verbreitung stimmt mit der der Arterien in der Hauptsache überein. An vielen Stellen begleiten immer zwei Venen eine Arterie. Wenn mehrere und zugleich gewundene Venen durch zahlreiche Anastomosen (Einmündungen) miteinander in Verbindung treten, so entstehen die Venengeflechte. Ihre höchste Entwicklung erreichen sie in den Schwellkörpern, die in der Tat nichts anderes sind, als solche von fibrösen und muskulösen Balken gestützte und von fibrösen Häuten umschlossene Venengeflechte. Da das Blut sich schon in den Haargefäßen nicht mehr stoßweise, sondern gleichförmig fortbewegt, so muß es auch in den Venen in ruhigem Strome fließen. Die Venen pulsieren also nicht.

Der Anfang und der Ursprung der Arterien ist die *Aorta*, der Hauptstamm des gesamten Arteriensystems, durch welches alle Organe und alle Bezirke des Leibes ihr Blut zugeführt erhalten. Aus der linken Höhlung zeigt sie sogleich dicht über der Ausmündung eine Anschwellung, die von den drei den halbmondförmigen Klappen entsprechenden, flachen Ausbuchtungen gebildet wird. Die Aorta steigt in ihrem Anfange nach rechts und nach oben auf und krümmt sich dann bogenförmig nach links und nach hinten, um dann an der linken Seite der Brustwirbelsäule gegen das Zwerchfell hinabzuziehen, durch dessen Schlitz sie in die Bauchhöhle eintritt. Doch gelangt sie in dieser nur bis zum vierten Lendenwirbel herab, wo sie dann gabelförmig in die beiden Beckenarterien zerfällt. Ebenso wie die Aorta, so entspringt der Hauptstamm für den kleinen Kreislauf, die Lungenarterie, aus der Basis der rechten Herzkammer. Sie geht nach links und oben. Da hier auch aus der linken Herzkammer die Aorta entspringt, so decken sich beide Gefäße sogleich nach ihrem Ursprunge. Sie teilt sich für jeden der beiden Lungenflügel in einen rechten und einen

linken Ast. Aus der aufsteigenden Aorta, die noch innerhalb des Herzbeutels liegt, entspringen nur die beiden Kranzarterien des Herzens, eine rechte und eine linke. Dann nehmen vom eigentlichen Aortenbogen, an seinem oberen gewölbten Rande, drei Gefäße ihren Ursprung: rechts die ungenannte Schlagader, links die Halsschlagader und die Schlüsselbeinarterie. Das so sehr wichtige Gefäß der Kopfschlagader versorgt das Gehirn und den Kopf mit arteriellem Blut. In ihrem absteigenden Teile gibt die Aorta, soweit sie in der Brusthöhle verläuft, meist paarige, mit Ausnahme der Zwischenrippenarterien nur schwache Äste ab, während sie in der Bauchhöhle sehr ansehnliche unpaarige Äste erzeugt. Die äußere Kopfschlagader versorgt die Weichteile des Kopfes sowie des Gehirns und des Sehorgans, steigt dann durch die Substanz der Ohrspeicheldrüse empor und teilt sich hinter dem Gelenkfortsatze des Unterkiefers in ihre beiden Endäste. Auf diesem Laufe geht ihr ein ganzer Strauß von Ästen ab: die obere Schilddrüsenarterie, die Zungenarterie, die äußere Kieferarterie, die aufsteigende Rachenarterie, sowie die Hinterhauptarterie. Schließlich spaltet sie sich hinter dem Hals des Unterkiefers in ihre beiden Endäste, in die oberflächliche Schläfenarterie und die innere Kieferarterie. Der andere, der innere Ast der Kopfschlagader gibt in das Ohr Zweige ab. Ihr Hauptast aber ist die Augenschlagader, die den Inhalt der Augenhöhle und die Stirngegend mit vielen Zweigen versorgende Schlagader. Zuletzt zerfällt die innere Kopfschlagader in ihre beiden Endäste.

Die Schlüsselbeinarterie ist die andere große, aus der oberen Aorta entspringende Arterie, und sie erzeugt wiederum fünf Äste. Die Wirbelarterie ist die stärkste von den fünf. Sie steigt zum großen Hinterhauptloch empor, durchbohrt die harte Hirnhaut und umgreift das verlängerte Rückenmark und versorgt, kombiniert mit der Arterie der anderen Seite, den hinteren Lappen des großen Gehirns. Dann gibt von ihren fünf Zweigen die Schlüsselbeinschlagader die weiteren vier ab: die innere Brustarterie, die Schilddrüsenarterie, die Rippennackenschlagader und die quere Halsarterie. Die Schlüsselbeinarterie setzt sich in die Achselarterie fort und begleitet das Achselnervengeflecht, an das sie sich anschließt. Nach innen ist sie nur von der Haut und der Muskelbinde der Achselhöhle bedeckt und kann deshalb hier leicht gefühlt und gegen den Knochen angedrückt werden. Auch läuft sie fortan als Armarterie gegen den Ellbogen weiter. Sie erzeugt die tiefliegende Armarterie, liegt dann im Ellbogen, an der inneren Seite der Sehne des Armbeugers und teilt sich weiter in die beiden Schlagadern des Vorderarms, in die Speichenarterie

und die Ellbogenarterie. In der Hohlhand verbinden sie sich dann zum hochliegenden und zum tiefliegenden Arterienbogen der Hand, aus welchem die Weichteile der Hohlhand versehen werden und die Fingerarterien entstehen. Die andere, die Ellbogenpartie, begibt sich unter der ersten und der zweiten Schicht der vom Oberarmknochen entspringenden Muskeln zur Elle, um zur Handwurzel hinabzusteigen, dann zieht sie über dem queren Handwurzelbände zur Hohlhand, wo sie sich in einen oberflächlichen und einen tiefliegenden Endast spaltet, die mit den gleichen Ästen der Speichenarterie die beiden Hohlhandbogen zusammenschließen.

Die *absteigende Aorta* gibt in reichlichster Zahl Äste ab. Schon in ihrem Verlaufe durch die Brust zweigen sich von ihr viele, aber meist kleine Schlagadern ab; daher behält sie in ihrem Laufe auch so ziemlich das gleiche Kaliber. Die Äste, die sie aussendet, sind teils für die Organe im hinteren Mittelfellraume, teils für die Brustwandung bestimmt. So treten von ihr aus zwei Arterien zur hinteren Wand der Luftröhrenäste und begleiten sie durch die Lungen, während weiter mehrere Arterien zur Speiseröhre verlaufen. Die stärksten Zweige der absteigenden Brustaorta sind die hinteren Zwischenrippenarterien. Sie versorgen nicht bloß die beiden Zwischenrippenmuskeln, sondern auch die großen Muskelmassen und die Brustdrüsen.

Die *Bauchorta* (s. Abb. 55) sendet reichliche Ausläufer in die innere Körperhälfte. Drei unpaarige Äste aus ihrem vorderen Umfange sind für die Verdauungsorgane bestimmt, die übrigen, die seitwärts abtreten, versorgen die paarigen Harnorgane und Geschlechtswerkzeuge, sowie die Bauchwand. Von ihren Ästen, die paarig an doppelseitig vertretene Organe gehen, sind zunächst die Nebennierenarterien zu nennen, gewöhnlich zwei Paare, und die Nierenarterien. Danach treten die inneren Samenarterien ins Becken hinab. Die Bauchorta teilt sich jetzt vor dem vierten Lendenwirbel in zwei große, nach den Schenkeln hin gerichtete Rohre, welche gabelförmig unter einem spitzen Winkel auseinanderweichen. Sie ziehen gegen die Verbindung von Darmbein und Kreuzbein hinab und werden jederseits von den Harnleitern gekreuzt. Dann teilt sich eine jede Arterie in zwei Hauptäste, in die Beckenarterie und in die Schenkelarterie. Die *Beckenarterie* steigt in das kleine Becken hinab, ihre Äste versorgen die dort liegenden Eingeweide und das Gesäß, sowie die äußeren Geschlechtsteile.

Die *Schenkelarterie* gelangt zur vorderen Gegend des Oberschenkels,

sie zieht am Schenkel hinab, durchbohrt dann die Sehne des großen Zuziehers dicht am Schenkelknochen und gelangt dadurch nach rückwärts in die Kniekehle. Dann tritt sie in die tiefe Schicht der Muskeln an

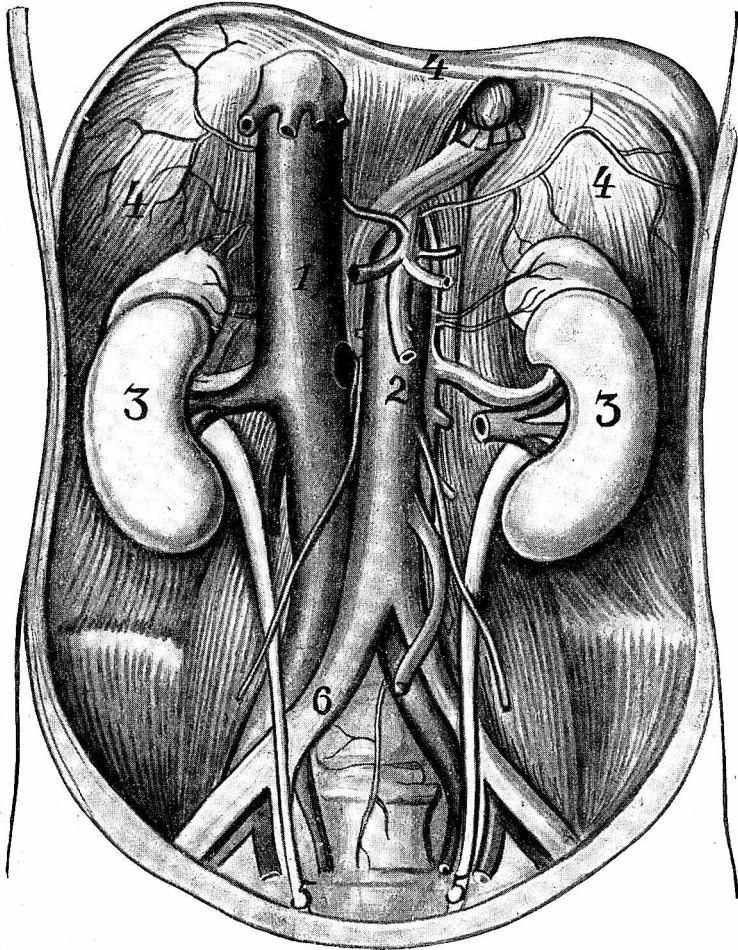


Abb. 55. Bauchaorta.

1. Die untere große Hohlader, 2. die Bauchaorta, 3. die Nieren, 4. das Zwerchfell, 5. die Harnleiter, 6. die Hüftarterie.

der hinteren Seite des Unterschenkels ein und teilt sich gleich nach diesem Eintritt in die vordere und in die hintere Schienbeinarterie. Das Kniekehlenstück der Schenkelarterie liegt dann am Grunde der Kniekehle und

reicht bis zu ihrer Spaltung in die beiden Schienbeinarterien herab. Sie erzeugt Muskel- und Gelenkarterien. Die vordere tritt zum Sprunggelenk herab und zum Fußrücken. Die hintere Schienbeinarterie versorgt die Wadenmuskeln und die Fußsohle.

Es dürfte nunmehr zweckmäßig sein, auch die *Venen*, wieder vom Herzen ausgehend, zu betrachten und in dieser Richtung ihre Ausbreitung im Körper zu beschreiben. Während das Arterienblut durch einen einzigen Hauptstamm aus dem Herzen ausgetrieben wird, kehrt das Venenblut durch zwei derartige Hauptstämme zum Herzen wieder zurück. Das sind die beiden Hohlvenen, die obere und die untere. Das Venenblut aller Organe des menschlichen Körpers strömt der einen oder der anderen dieser beiden Venen ebenso zu, und zwar gehört alles, was über dem Zwerchfell liegt, der oberen, was darunter ist, der unteren Hohlvene.

Die *obere Hohlvene*, der obere Hauptstamm des venösen Systems also, liegt in der Brusthöhle rechts von der aufsteigenden Aorta und mündet, während sie vor den Gefäßen der rechten Lungenwurzel herabsteigt, in die rechte Herzkammer ein, und nimmt an ihrer hinteren Wand die unpaare Blutader des Brustkastens auf. Die „namenlosen“ Venen führen das Blut aus Kopf und Hals und den oberen Extremitäten, die unpaaren Blutadern aus der Wand des Brustkorbs zum Herzen zurück. Jede der beiden namenlosen Venen wird wiederum durch den Zusammenfluß zweier Venen gebildet, welche das Blut aus dem Schädel und vom Halse zurückführen. Sie vereinigen sich hinter dem Brustbeinschlüsselbeingelenk miteinander. Der gemeinsame Stamm ist sehr kurz und wird durch den Zusammenfluß einer schwachen äußeren und einer viel stärkeren inneren Drosselblutader erzeugt. Alle diese in das System der oberen Hohlvene einmündenden Blutadern sind klappenlos. Die innere Drosselvene hat die Aufgabe, das Blut aus dem Gehirn, aus seinen häutigen Hüllen sowie aus den Schädelknochen zum Herzen zurückzuführen. An der Seitenwand des Schlundes bis zu ihrer Vereinigung mit der Gesichtsvene nimmt sie die Schlundvene und öfters auch eine Vene aus der Zunge auf. Kurz bevor sie sich dann mit der Schlüsselbeinvene zur namenlosen Vene vereinigt, nimmt sie die äußere Drosselvene auf.

Die *Blutleiter* der harten Hirnhaut sind Hohlräume zwischen den beiden Blättern der harten Hirnhaut. Sie führen Venenblut und werden an ihrer inneren Oberfläche mit einer Fortsetzung der inneren Haut, der Drosselvene, ausgekleidet, in die sie alle übergehen. Auch sie haben, wie die Venen der harten Hirnhaut, keine Klappen und sind teils paarig, teils

unpaar. Die größeren Stämme der Venen des Halses führen ihren Namen Drosselvenen nicht etwa vom Erdrosseln, sondern von dem altdeutschen Droza, das die vordere Halsgegend bedeutet. Die oberflächlichen liegen zwar unter dem Sehnenblatt, sind aber dennoch am Lebenden schon bei mäßiger Stauung des Blutes in ihnen durch die Haut abzusehen. Es gibt eine äußere und eine innere Drosselvene.

Hinsichtlich der Venen der oberen Extremität stellt die *Schlüsselbeinvene* den Hauptstamm für die Venen des Arms und der Schulter dar. Sie erhält ihre Zufuhr aus den tiefliegenden Venen des Arms sowie aus dessen hochliegenden oder Hautvenen. Für die Venen der Brust gibt es ein eigenes Sammelsystem, die unpaare Blutader, die keine Klappen besitzt. Sie wird schon unten in der Bauchhöhle auf der rechten Seite der Wirbelsäule aus Wurzeln gebildet, die aus den Schenkelvenen und zuweilen auch aus der Nierenvene stammen. Sie nimmt das Blut auf, das den Brustwänden durch die Äste der Brustaotha zugeführt wird.

Ich komme nun zur zweiten Hälfte des Venensystems, die der unteren Körperhälfte entspricht und schließlich sich zu ihrem Hauptstamm sammelt, zur *unteren Hohlvene*. Sie wird hinter und ein wenig unterhalb der Teilungsstelle der Bauchaotha auf der rechten Seite des fünften Lendenwirbels durch den Zusammenfluß der rechten und der linken Hüftvene gebildet. Von hier steigt sie auf der rechten Seite der Lendenwirbelsäule zum hinteren stumpfen Leberende empor, lagert sich an dessen Rinne und dringt durch die für sie bestimmte Öffnung durch das Zwerchfell in den Herzbeutel, wo sie sich an die hintere Wand des Herzvorhofes einsetzt. Jede Hüftvene entsteht beiderseits wiederum durch den Zusammenfluß einer Schenkelvene und Beckenvene. Stamm und Äste der Schenkelvene sind mit Klappen versehen. In Übereinstimmung mit der oberen Extremität unterscheiden sich auch die Venen der unteren in hochliegende und tiefliegende. Die tiefen begleiten die Arterien und sind für den Unterschenkel doppelt vorhanden.

Ein Gefäß für sich von eigener Art stellt die *Pfortader* dar. Sie wurzelt in den Verdauungsorganen, aus denen sie das diesen durch die drei unpaaren Äste der Bauchaotha zugeführte Blut wieder aufsammelt, um es in die Leber zu leiten. Die Pfortader stellt also ein selbständiges System für sich dar. Die den Stamm bildenden Venen der Verdauungsorgane müssen als dessen Wurzeln angesehen werden, während seine Äste in der Lebersubstanz die Verzweigungen sind. Beide sind klappenlos. Die Wurzeln der Pfortader, die auf eine andere Weise zu größeren Venen

zusammentreten, als die Arterien sich verästeln, sind die Venen der kleinen Magenkrümmung, welche das Blut aus dem oberen Bezirk der Magenwände, aus dem Pförtner und aus dem oberen Querstück des Zwölffingerdarms aufnehmen, sodann die Gekrösevenen in der Wurzel des Gekröses. Die wichtigsten Zweige dieser sind die vom Mastdarm heraufkommenden Hämorrhoidalvenen und die Milzvenen.

Der Hauptstamm des *Lymphgefäßsystems* ist der Milchbrustgang, ein Kanal von drei bis vier Zentimetern Durchmesser. Er entsteht an der vorderen Fläche des zweiten oder dritten Lendenwirbels, hinter der Aorta und etwas rechts von ihr, aus der Vereinigung von drei kurzen und weiten Lymphgefäßstämmen. Der rechte und der linke entwickeln sich aus den Lymphgefäßen des Beckens, der unteren Extremitäten, der Geschlechtsorgane und eines großen Teils der Bauchwand. Der mittlere Lymphgefäßstamm wird aus der Wurzel des Gekröses durch den Zusammenfluß der Chylusgefäße des Verdauungskanals erzeugt. Der Milchbrustgang gelangt durch den Aortenschlitz des Zwerchfells in den hinteren Mittelfellraum des Brustkastens, steigt bis zum sechsten Halswirbel hinauf, und mündet in die linke namenlose Vene ein. Er nimmt auf diesem Wege die Saugadern der ganzen linken und des unteren Teiles der rechten Brusthälfte, sowie die der linken Hals- und Kopfhälfte und überdies auch noch die der oberen Extremität auf. Für den oberen Teil der rechten Brust-, Hals- und Kopfhälfte, sowie auch der rechten oberen Extremität verbinden sich die Saugadern zu einem Hauptstamme, der seine Lymphe in die rechte namenlose Vene ergießt.

Der *Blutkreislauf* hat eine doppelte Aufgabe zu erfüllen. Er führt den Geweben des Körpers durch das Arterienblut die für das Leben notwendigen Stoffe zu, während andererseits durch ihn die Umsatzprodukte mit dem sauerstoffarmen Blute aus den Geweben abgeleitet und den Absonderungsvorgängen übermittelt werden. Da das wichtigste und unentbehrlichste dieser Nahrungsstoffe, der Sauerstoff, eines eigenen Organsystems bedarf, um ihn aus der Luft durch die Lungen in das Blut zu überführen, so ist hierfür neben dem großen Kreislauf noch ein zweiter eingefügt. Der große zieht durch den ganzen Körper und umfaßt die Bahn vom linken Vorhof und der linken Kammer aus durch die Aorta und ihre Verzweigungen bis in die Körperhaargefäße; von diesen weiter durch die mehr und mehr zusammentretenden Venen bis zur schließlichen Einmündung der beiden großen Hohlvenen in den rechten Vorhof des Herzens. Das Blut hat auf seinem Wege durch den Körper

seinen Sauerstoff an dessen Gewebe abgegeben, ist venös geworden und muß diesen Sauerstoffverlust zunächst erst wieder ersetzen. Das geschieht in dem sogenannten „kleinen“ Kreislauf, der von alters her so als besonderes Kreislaufsystem bezeichnet wird, obgleich er richtiger nur als eine zweite, in den großen Kreislauf eingeschaltete Schlinge angesehen werden sollte. Schließlich vereinigen sich noch die Eingeweidevenen zur Pfortader. Sie hat ebenfalls eine besondere Aufgabe, und zwar führt sie das Blut aus dem Haargefäßbezirk der Eingeweide ab, in denen es von der eingeführten und verdauten Nahrung immer wieder neu erfüllt wird. Die Pfortader löst sich innerhalb der Leber noch einmal zu Haargefäßen auf, aus denen das Blut dann durch die Lebernerven schließlich in die untere Hohlvene fließt und so in den allgemeinen Kreislauf zurückkehrt. Den Pfortaderkreislauf könnte man demnach den dritten besonderen Kreislauf nennen.¹⁾

Die Masse der Herzmuskulatur dient der mechanischen Leistung, der Fortbewegung des Blutes. Das Herz ist ein Hohlmuskel, dessen vier Hohlräume bei ihrer Zusammenziehung das in ihnen enthaltene Blut aus sich herauspressen und bei ihrer Erschlaffung wieder neues in sich aufnehmen. Dabei ist die Muskulatur der Vorhöfe in zwei Schichten angeordnet, einer äußeren queren, die sich über beide Vorhöfe in zusammenhängender Ausdehnung fort erstreckt, und einer inneren längsgerichteten, während an der Scheidewand der Vorhöfe besonders der ringförmige Muskelfaserzug hervortritt. In den Kammern liegt zwischen zwei Längsschichten die mächtigste Muskulatur, die Schicht der quer geordneten Züge, die in einzelne blätterige und ringförmige Bündel zerlegbar ist. Alle drei Schichten stehen durch Faserzüge miteinander in Verbindung. An der Spitze des linken Ventrikels biegen äußere längsverlaufende Fasern, indem sie in den sogenannten Wirbel zusammentreten, in das Innere der Muskelsubstanz einwärts und aufwärts und gelangen in die Papillarmuskeln. Dieses Muskelsystem bildet danach eine anatomische Einheit. Die Papillarmuskeln sind nichts als die freien mit den Sehnenfäden in Verbindung tretenden Enden dieses Systems.

Außer dieser Muskelmasse des arbeitenden Herzens gibt es in seinem Innern noch eine besondere, winzige Muskelgruppe, welche als *Reizleitungssystem* des Herzens bezeichnet wird. Dessen spezifische Fasern unterscheiden sich von der übrigen Herzmuskulatur durch das Überwiegen

¹⁾ Siehe auch das anatomische Modell der Frau, das dem Werke beigelegt ist.

des Sarkoplasmas und das Zurücktreten der Fibrillen. Das Sarkoplasma ist eine zwischen den Fibrillen der gestreiften Muskelfasern befindliche, die Fibrillen zusammenhaltende, kernreiche Substanz. Das Reizleitungssystem führt außer ihnen auch zahlreiche Nervenfasern und Ganglienzellen. Die Muskulatur der Vorkammern ist von derjenigen der Kammern durch bindegewebige Ringe getrennt. Außerdem aber zieht ein kleines Muskelbündel, das His'sche Bündel, vom Vorhof zu den Kammern, das in seinen Endausbreitungen mit der gewöhnlichen Kammuskulatur verschmilzt. Das Herz wird durch seine Kranzgefäße mit Nahrungsflüssigkeit gespeist. Die Blutbewegung wird durch die Bewegungen des Herzens unterhalten. Diese *Herzbewegungen* verlaufen in drei Akten, zuerst in der Kontraktion der Vorhöfe, sodann in derjenigen der Kammern, schließlich in der Pause, während welcher die Vorkammern und die Kammern erschlaft sind. Das Blut strömt also in die Vorhöfe ein, in denen der Druck, da sie leer sind, niedriger ist als in den Enden der großen Venen. Dieser niedrige Druck in den Vorhöfen wird durch den elastischen Zug der Lungen bedingt, der immer wieder, sobald die aktive Zusammenziehung der Vorhöfe beendet ist, ihre nunmehr erschlafften und nachgiebigen Wände wieder auseinanderzieht. Nun kontrahieren sich die Vorhöfe wellenförmig von oben nach unten gegen die Ostien zur Kammer hin. Hierdurch wird das Blut in die erschlafften Hohlräume getrieben, wobei diese natürlich beträchtlich erweitert werden. Doch wird diese Erweiterung zum Teil auch wieder durch den elastischen Zug der Lungen bewirkt. Sobald nun die Vorhöfe erschlaffen und die Zusammenziehung der Hohlräume beginnt, wird der Druck in diesen höher als in den Vorhöfen, und dadurch wird die Zipfelklappe nun geschlossen, zumal an der Zusammenziehung der Kammern auch die Eingänge zu ihnen teilnehmen und sich dabei beträchtlich verengern, so daß sie den Schluß der Klappen unterstützen. Nun kontrahieren sich die Hohlräume, die Kammern des Herzens. Hierbei preßt sich das Blut gegen die Unterfläche der Klappen zwischen Kammer und Vorhof, die sich mit ihren nach unten umgebogenen Rändern eng aneinanderlegen und einen völligen Abschluß beider Räume zustande bringen. Ein Rückwärtsschlagen bis in die Vorhofshöhlen hinein ist ihnen nicht möglich, da ihre unteren Ränder und Flächen von den Sehnenfäden festgehalten werden, die durch die gleichzeitige Zusammenziehung der Papillarmuskeln verkürzt und straff gehalten werden und für die feste Aneinanderlagerung benachbarter Klappenränder sorgen. Das andere Klappenpaar am Anfangsteile der

großen arteriellen Gefäße ist beim Beginn der Zusammenziehung der Hohlräume natürlich noch durch den hohen, in den Gefäßen herrschenden Druck geschlossen. Dies ist die Anspannungszeit oder die Verschlusszeit (s. Abb. 56). Erst in dem Augenblick, wo der Druck in der Kammer den in den großen Gefäßen übersteigt, öffnen sich die Taschenklappen, und das Blut strömt nun in die großen Gefäße ein. Dies ist die Austreibungszeit. Das Blut wird mithin in die weite Öffnung der Gefäße hineingespritzt, und dadurch entstehen oberhalb der Klappen Wirbelbewegungen, welche die Klappen nach der Mitte des Gefäßrohres hindrängen. Sobald dann aber die Zusammenziehung der Kammern ihr Ende erreicht hat und nun deren Erschlaffung beginnt, schließen sich die Taschenklappen, so daß also ein Zurückfließen von Blut in den Hohlraum nicht vorkommen kann. Die Klappen werden durch den Druck in den großen Gefäßen fest aneinander gedrückt und stark gespannt. In der Erschlaffung tritt zunächst die Entspannungszeit ein, während welcher der Druck in der Kammer vom Maximum bis zum Minimum sinkt und alsdann die An-

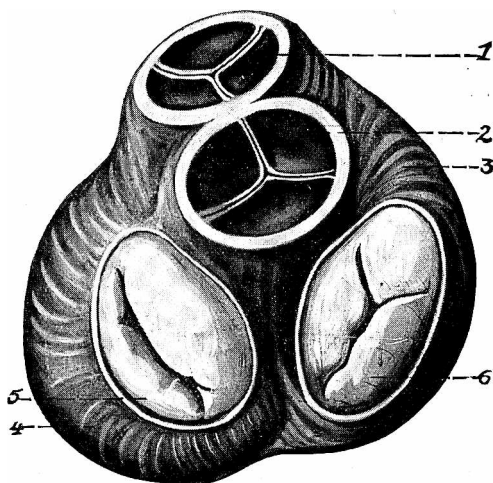


Abb. 56.

Herz von oben, im Zustand des Klappenschlusses nach Abtragung der Vorhöfe.

1. Lungenschlagader, 2. Hauptschlagader, 3. rechte Herzkammer, 4. linke Herzkammer, 5. zweizipfeliger Klappenschluß, 6. dreizipfeliger Klappenschluß.

füllungszeit, in der aufs neue Blut in die Kammer strömt. Dieser Zeitraum ist gleich der Pause plus der Vorhofzusammenziehung.

Die bei einer jeden Zusammenziehung vom Herzen ausgeworfene Blutmenge, das sogenannte Schlagvolumen des Herzens, bildet einen unter den verschiedenen Umständen, besonders der Ruhe oder der Muskeltätigkeit, in weiten Grenzen wechselnden Wert. Er hängt ab von der Größe des venösen Zuflusses zum Herzen und von dem Maß der Kontraktion des Hohlraumes. Das Schlagvolumen des ruhenden Menschen läßt sich auf etwa fünfzig oder sechzig Kubikzentimeter und auch auf etwas mehr veranschlagen. Überhaupt besitzt das Herz in außerordentlich hohem Grade

die Fähigkeit, seine Arbeitsleistung den jedesmaligen Anforderungen anzupassen, also auch erhöhten Ansprüchen durch eine Steigerung seiner Arbeitsleistung zu genügen. Diese Aufgabe erfüllt das Herz dann so, daß es die Zahl seiner Schläge bis auf das Doppelte und sein Schlagvolumen bis auf das Dreifache und darüber erhöht. Seine Arbeitsleistung ist dementsprechend eine bedeutend gesteigerte. Natürlich ist die Vergrößerung des Schlagvolumens nur möglich infolge einer Vergrößerung des Innenraumes, einer Dehnung des Herzens also. Nach beendeter Arbeitsleistung geht es dann wieder auf seinen normalen Umfang zurück.

Die Muskelfasern des Herzens unterscheiden sich von der übrigen quergestreiften Muskulatur nicht nur in dem Aufbau ihrer Gewebe, sondern auch in ihrem besonderen Verhalten, das für das Zustandekommen der Herzbewegungen von grundlegender Bedeutung ist. Dem Herzmuskel kommt ebenso wie aller sonstigen Muskulatur die Fähigkeit zu, auf Reize zu reagieren. Die *Ursache für die Herzbewegung* ist lediglich im Herzen selbst gelegen und also nicht anderswo, etwa im Zentralnervensystem, zu suchen. Das Herz hat zweifellos die Fähigkeit, die zur Auslösung seiner Kontraktionen nötigen Reize in sich selbst zu erzeugen. Diese sind auf eine Automatie des Herzens zurückzuführen, und zwar müssen im Herzen offenbar Einrichtungen vorhanden sein, die bewirken, daß einerseits die Muskelfasern jedes einzelnen Herzabschnittes sich annähernd gleichzeitig zusammenziehen, andererseits aber die Kontraktionen der beiden großen Hälften des Herzens in bestimmten zeitlichen Abständen aufeinander folgen. Die örtliche Grundlage der Reizerzeugung und der Reizleitung im Herzen ist das spezifische Gewebe des sogenannten *Reizleitungssystems*, das His'sche Bündel. Die in dem primären Reizbildungszentrum entstehenden Reize werden von hier aus durch die Vorhöfe mittels des His'schen Bündels zu den Hohlräumen geleitet. Wenn somit die letzte Ursache für die automatisch schlagende Herzbewegung zweifellos im Herzen selbst gelegen ist, so kann doch vom Zentralnervensystem aus durch die Herznerven regelnd auf die Herzbewegung eingewirkt werden. So vermindert die Reizung des Nervus vagus, des Hemmungsnervs des Herzens die Zahl der Herzschläge und setzt die Kraft der Kontraktionen herab, während die sympathischen Herznerven eine Beschleunigung und Verstärkung der Herzschläge bewirken. Eine Reizung dieses letzteren Nervs kann das schlaglose Säugetierherz wieder zum automatischen Schlagen bringen. Ferner erfährt die Herzbewegung aber auch noch von außen her Unterstützung. Die Lungen üben dauernd einen

elastischen Zug aus, auf die Wandungen des Brustkastens im Sinne einer Zusammenziehung, auf das zwischen den Lungen gelegene Herz im Sinne einer Erweiterung des Herzens. Die Einatmung befördert den venösen Blutzufluß zum Herzen ebenso wie auch den Lymphzstrom und begünstigt eine ergiebige Ausdehnung. Die Ausatmung wiederum fördert die zusammenziehende Entleerung des Herzens. (Den Vorgang der Systole, der Zusammenziehung, und der Diastole, der Erschlaffung, zeigt uns Abb. 57.)

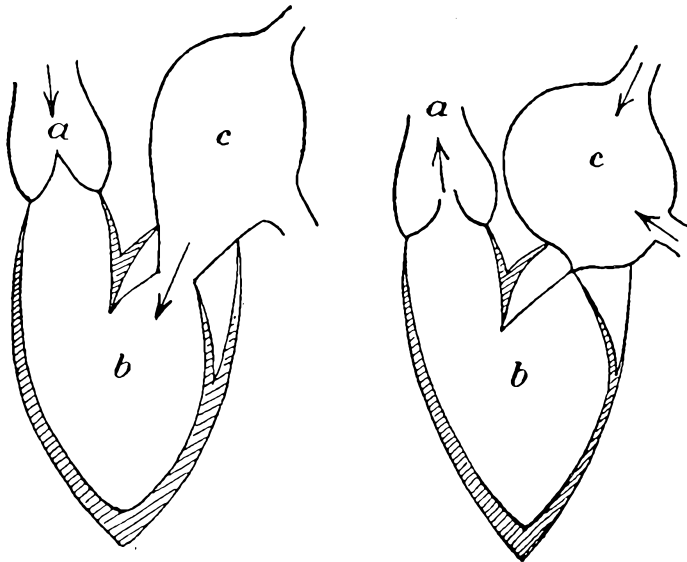


Abb. 57. Schematische Darstellung der Systole und Diastole, der Zusammenziehung und Erschlaffung.

Links: Erste Hälfte des Herzens bei Kammerdiastole, rechts: bei Kammer systole.
a Schlagader, b Kammer, c Vorhof.

An der Brust des lebenden Menschen zeigt sich die Erscheinung des *Herzstoßes*. Man versteht darunter die an einer umschriebenen Stelle des fünften linken Zwischenrippenraumes zwischen der Brustwarzenlinie und dem Brustbeinrand fühlbare und sichtbare Erhebung, die durch die Bewegung des Herzens im Innern hervorgebracht wird. Durch Lageveränderungen des Körpers wird auch der Ort und die Lage des Herzstoßes um etwas verändert. Zeitlich fällt er mit der Zusammenziehung des Hohlraumes zusammen. Er rührt im wesentlichen von der Bewegung der Herzspitze her und wird darum auch als Herzspitzenstoß bezeichnet.

Wird die Herzgegend mit direkt dem Brustkasten angelegtem Ohre oder mit dem Hörrohre, dem Stethoskop, behorcht, so lassen sich zwei nur entfernt als tonartig charakterisierte Geräusche vernehmen. Da diese Geräusche aber im Gegensatz zu den pathologisch auftretenden Herzgeräuschen viel klangvoller sind, bezeichnet man sie mit dem Namen *Herztöne*. Der erste Herzton ist um ein wenig dumpfer und länger, und um etwa eine kleine Terz bis Quart tiefer. Er schwankt etwa zwischen Dis und G und ist namentlich in seinem Beginn nur wenig scharf begrenzt. Zeitlich fällt er mit der Zusammenziehung der Kammern zusammen. Der zweite Herzton dagegen ist heller und mehr klappend, auch kürzer. Daher tritt er mehr hervor. Er variiert zwischen Fis und B, ist scharf abgegrenzt und tritt mit dem Beginn der Ausdehnung der Kammern auf. Zwischen den beiden Tönen selbst liegt ein kurzer, zwischen dem zweiten und dem nächstfolgenden ersten ein längerer Zwischenraum. Beim ersten Herzton wirkt als Hauptmoment das bei jeder Kontraktion von Muskelfasern, hier in der Kammer, entstehende Muskelgeräusch mit, daneben aber sehr wesentlich auch die beim Beginn der Zusammenziehung plötzlich einsetzende Spannung der Ventrikelwände und die dadurch hervorgerufenen Schwingungen sowohl dieser Muskelwände selbst als auch besonders der Herzklappen. Beim zweiten Tone liegt die Ursache in den Schwingungen der Taschenklappen, in welche diese durch ihre plötzliche Anspannung versetzt werden. Ihr Schluß selbst jedoch findet tonlos statt.

Das ganze System der Blutgefäße ist nicht allein vollkommen mit Blut angefüllt, sondern es ist davon überfüllt. Die Masse der gesamten Blutmenge ist größer als der Hohlraum des Gefäßsystems in leerem Zustande, so daß die Blutmenge auf die Gefäßwandungen von innen her überall einen Druck ausüben muß, der natürlich wiederum eine entsprechende Dehnung der elastischen und kontraktilen Gefäßwände bedingt. Während des Lebens unterhält das Herz eine Druckdifferenz, indem es mit jeder Zusammenziehung der Kammern in die Anfänge der großen Arterien immer wieder eine bestimmte Menge neuen Blutes wirft, die unmittelbar zuvor den Enden der Venenstämme durch die Ausdehnung des Herzens entzogen worden ist. Durch das Hineinpresse dieses Blutes in die großen arteriellen Gefäße wird in deren Anfangsabschnitten der Druck des Blutes erhöht, während jenseits durch die Entnahme der einzelnen Blutmenge aus den Venenenden in diesen der Druck herabgesetzt worden war. So besteht während des ganzen Lebens dauernd ein Druckgefälle von der Wurzel der großen Arterien, wo der Druck am höchsten ist, durch das

ganze System der Arterien und der Haargefäße hindurch bis zu den Venenenden am Herzen, wo der Druck gleich Null ist oder sogar negativ werden kann. Da nun aber die Blutgefäße elastische Wandungen besitzen, so wird bei jeder Zusammenziehung durch die in den Anfang des Gefäßsystems geworfene Blutmenge zunächst nur hier die Gefäßwand, natürlich unter Ansteigen des Blutdruckes, gedehnt. Diese Drucksteigerung pflanzt sich in Form einer Welle mit beträchtlicher Schnelligkeit über den Inhalt der arteriellen Gefäße hin fort. An den oberflächlich liegenden Arterien, besonders an der Radialis des Vorderarms, läßt sich die so entstehende Bewegung der Arterienwände sehen und fühlen. Dieser Puls ist der äußere Ausdruck für die im Inhalt der Arterie sich abspielende pulsatorische Druckschwankung. In den Haargefäßen (s. Abbildung 58) hört die pulsatorische Druckschwankung und die pulsatorische Beschleunigung der Strombewegung auf. Es bleibt nur ein völlig gleichförmiges Dahinfließen übrig.

Schon vom Stamme der Aorta an vergrößert sich das arterielle Gebiet stetig durch die immer aufs neue erfolgende Teilung seiner

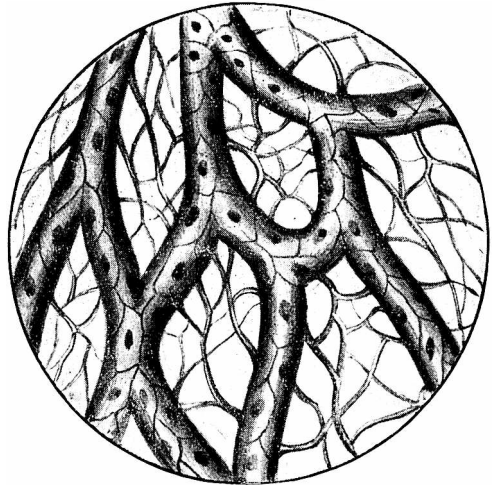


Abb. 58

Haargefäßnetz, unter dem Mikroskop gesehen.

Äste, so daß sich dann in der Haargefäßauflösung der Querschnitt des Strombettes bis zum fünfhundertfachen und darüber erweitert hat. Von hier aus wird dann durch die Sammlung der venösen Stämme der Querschnitt wieder enger. Er bleibt aber dennoch immer weiter als der arterielle Anfang. Nun muß sich aber durch einen jeden Querschnitt des Kreislaufsystems, des großen ebenso wie des kleinen, stets eine gleich große Blutmenge verschieben. Es muß daher auch durch die Aorta und durch die Lungenschlagader trotz des sehr ungleichen Druckes in ihnen immer die gleiche Blutmasse fließen. Das bedeutet, daß die Geschwindigkeit der Strombewegung sich an den einzelnen Stellen des gesamten Strombettes umgekehrt verhalten muß wie der Querschnitt des Strombettes. Die

Blutbewegung in den Venen ist im allgemeinen eine durchaus gleichmäßige Strömung, da die Pulsbewegung bereits im Haargefäßgebiete infolge der großen Widerstände erlischt. Sie erfährt infolge der besonderen Eigentümlichkeiten der Venen indessen mannigfache Abweichungen. Maßgebend für die Blutbewegung ist auch in den Venen natürlich das Druckgefälle, die Differenz des Druckes am Anfange und am Ende des Venensystems. Am Anfange, am Übergang der Haargefäße in die Venen, wirkt als treibende Kraft noch der Rest der Herzkraft, der durch die Widerstände des Haargefäßsystems nicht ganz aufgebraucht ist. Am Ende, an

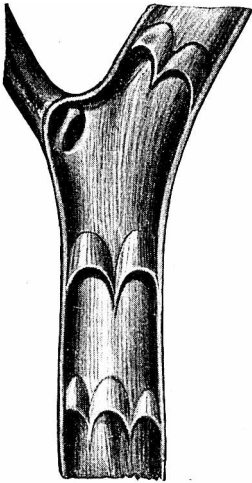


Abb. 59.

Stück aus einer der Länge nach aufgeschnittenen Vene, um die Klappen zu zeigen.

der Einmündung der großen Venen in den rechten Vorhof, besteht sogar ein negativer Druck, eine Ansaugung infolge des elastischen Zuges der Lungen. Außer der treibenden Kraft des Herzens und der ansaugenden Wirkung der Lungen kommen hier noch weitere unterstützende Faktoren zur Geltung. Sobald irgendein Druck auf eine Vene entsteht, schließen sich die nach unten hin benachbarten Klappen (s. Abb. 59) und öffnen sich die zunächst liegenden oberen, so daß dem Blute zum Herzen hin freie Bahn geschaffen wird. Ein solcher Druck auf die Venen kommt aber ständig bei der Kontraktion benachbarter Muskeln durch deren Verdickung zustande, wodurch der Blutstrom in ihnen gefördert wird. Vor allem wirkt

die abwechselnde Kontraktion und Erschlaffung der Muskeln, wie sie bei allen gewöhnlichen Bewegungen stattfindet, vorteilhaft und günstig. Man kann sogar sehen, daß das Blut aus der geöffneten Vene stärker hervorquillt, wenn die Muskeln bewegt werden, und zwar beim Aderlasse.

Der *Puls* kann an verschiedenen Arterien gesehen oder mit den Fingern gefühlt werden. Am häufigsten geschieht dies bekanntlich an der Arterie der Speiche oberhalb des Handgelenkes. Für einen genaueren Aufschluß über die dabei stattfindenden Bewegungsvorgänge dient die graphische Registrierung des Pulses, durch die sich eine sogenannte Pulskurve gewinnen läßt. An ihr zeigt sich der während der Ausdehnung der Arterie verzeichnete, aufsteigende Schenkel, dann der Gipfel und weiter

der der Zusammenziehung der Arterie entsprechende, absteigende Schenkel, in dem sich gewöhnlich mehrere zackenartige Erhebungen finden. Doch zeigen gute Aufnahmeapparate nur eine deutlich ausgeprägte Erhebung, die Rückstoßelevation. Die Zahl der Pulsschläge, welche in einer Minute erfolgen, heißt die Pulsfrequenz. Der erwachsene Mann hat unter durchschnittlichen Verhältnissen ungefähr siebzig, die Frau gegen achtzig Pulsschläge in einer Minute, doch wird die Pulsfrequenz von sehr vielen anderen Momenten beeinflusst und geändert. Schon durch das Lebensalter werden Unterschiede bedingt. So beträgt die Pulsfrequenz beim Neugeborenen um hundertvierzig herum, im ersten Lebensjahre immer noch hundertzwanzig, während sie dann mit dem zunehmenden Alter sinkt. Im zehnten Jahre zeigt sie ungefähr neunzig Schläge, bis zum fünfzehnten etwa siebzig. Im späteren Alter steigt sie dann wieder an, und zwar bis auf achtzig und darüber. Mit dieser Pulsfrequenz nun darf keinesfalls eine andere Eigenschaft des Pulses, die Pulsclerität, zusammengeworfen werden. Die Ärzte kennen nämlich noch einen Pulsus celer, worunter sie einen schnellenden Puls verstehen, d. h. einen solchen, der sich rasch entwickelt und rasch wieder vergeht. Er steigt schnell an und verlangsamt sich ebenso schnell wieder, gleitet somit geschwind unter dem tastenden Finger hinweg. Sein entgegengesetztes Verhalten, wenn also die Dehnung des Arterienrohres durch die Pulswelle und ihr Wiederzusammenfallen nur langsam erfolgt, nennt man gedehnten Puls. Dann kommt es noch wesentlich auf die Größe des Pulses an, auf die Weite des Ausschlages, den die Arterienwand bei jedem Pulsschlag bewirkt. Zu alledem besitzt der Puls eine weitere, höchst bedeutsame Qualität, seine Spannung oder auch seine Härte. Und neben alledem kommt es auch noch auf die Beschaffenheit der Arterienwandung an, die selber hart oder weich und elastisch sein kann.

Über den *Blutdruck* haben wir schon eine kurze Andeutung gemacht. Man versteht darunter denjenigen Druck, unter dem das Blut sich im Innern der Blutgefäße befindet. Der Blutdruck in den Arterien ist hoch. Außerdem schwankt er in beträchtlichen Grenzen. Mit dem Alter nimmt er zu, und bewegt sich beim Erwachsenen zwischen hundert und hundertdreißig Millimeter Quecksilber. Nach allen Erfahrungen entfernen sich herzgesunde Menschen kaum um ein Beträchtliches von einem Blutdruck von hundertzwanzig Millimetern. Das Gefäßsystem besitzt vermöge seiner Muskulatur die Fähigkeit, sich dem größeren oder geringeren Blutvolumen in ihm innerhalb ziemlich weiter Grenzen anzupassen. Darum steigt bei einer mäßigen Blutvermehrung der Blutdruck zunächst noch

nicht an. Auch daß schnell Flüssigkeit aus dem Blute in die Gewebe übertritt, hilft dazu, ihn konstant zu erhalten, wie auch mäßige Aderlässe keinen nennenswerten Abfall des Blutdruckes zur Folge haben. Nach geringfügigen Blutverlusten kann er sogar noch ansteigen. Reichliche Blutentziehungen jedoch bringen ein starkes Absinken hervor.

In den Haargefäßen ist der Druck schwer zu bestimmen. Die Werte für den Haargefäßdruck schwanken bei den verschiedenen Untersuchungen in weiten Grenzen, vor allem nach der Größe der zur Bestimmung herangezogenen Haarröhrchen. In den großen Venenstämmen, nahe dem Herzen, findet sich ein negativer Druck, wodurch ermöglicht wird, daß der Lymphstrom sich ungehindert ergießen kann.

Das *Blut* ist, wie schon Mephistopheles meint, ein ganz besonderer Saft. Es ist der Träger des Lebens und vermittelt die stofflichen Beziehungen der einzelnen Organe des Körpers untereinander. In der Lunge und im Magendarmkanal empfängt es entweder unmittelbar oder aber indirekt vermittels der Chylusgefäße die für die Vorgänge des Lebens und seine Erhaltung notwendigen Stoffe, den Sauerstoff und die Nahrungssubstanzen, und trägt sie den einzelnen Organen zu. Auf der anderen Seite nimmt es in den Organen die im Laufe des Stoffwechsels entstehenden Produkte auf und führt sie den Ausscheidungsorganen zu: der Lunge, der Haut, den Nieren. Zum Teil sind dies Endprodukte des Stoffwechsels, die nun ohne weiteres zur Ausscheidung gelangen können. Trotz der vielen Einflüsse, die auf die Zusammensetzung des Blutes ununterbrochen einwirken, kommt ihm dennoch die ebenso bemerkenswerte wie wertvolle Fähigkeit zu, sich in seinen einzelnen Eigenschaften annähernd konstant zu erhalten. Eine jede Änderung in seiner normalen Zusammensetzung veranlaßt sofort und in den ersten Anfängen schon eine erhöhte Tätigkeit der Ausscheidungsorgane, die es in kürzester Frist wieder zu den normalen Verhältnissen zurückführt. Stoffwechselprodukte, die sich im Laufe eines Tages in beträchtlichen Quantitäten im Körper bilden, können oft nur noch in einer sehr geringen, eben nur nachweisbaren Menge im Blute vorgefunden werden, da bei dem schnellen Weitertransport zu den Ausscheidungsorganen eine Anhäufung im Blute niemals entstehen kann, so wird es auch erklärlich, daß die Unterschiede in der Zusammensetzung des zu einem Organe hinströmenden arteriellen und des aus ihm abfließenden venösen Blutes meist so geringe sind, daß sie sich bis auf den Sauerstoffgehalt der Erkenntnis entziehen. Die Blutmenge eines erwachsenen Menschen beträgt den dreizehnten Teil des Körpergewichtes,

also annähernd acht Prozent. Sie nimmt im Hungerzustande wohl ebenfalls ab, doch steht noch nicht fest, ob diese Abnahme dem Körpergewicht entsprechend erfolgt oder nicht.

Die Farbe des Blutes wechselt vom hellen Scharlachrot in den Arterien bis zum tiefsten Dunkelrot in den Venen, wie ja der Sauerstoff und somit die Luft überhaupt das Blut hellrot macht, während der Mangel an Sauerstoff die dunkelrote Färbung bedingt. Kohlensäure wirkt auf die Farbe des Blutes nicht ein. Das sauerstofffreie Blut ist doppelfarbig. Und zwar erscheint es bei auffallendem Lichte dunkelrot und bei durchfallendem grün. Diese Blutfarbe rührt von den in der sonst farblosen Blutflüssigkeit schwimmenden roten Blutkörperchen her, die den Blutfarbstoff, das Hämoglobin, in sich enthalten. Das Blut ist auch noch in dünnen Schichten, wenn man es z. B. auf einer Glasplatte ausstreicht, deckfarbig. Durch eine Reihe von verschiedenartigen Einwirkungen, am einfachsten etwa durch den Zusatz von destilliertem Wasser zum Blut, kann man jedoch bewirken, daß der Blutfarbstoff aus den Blutkörperchen austritt und sich in der Blutflüssigkeit auflöst. Dann wird es durchsichtig und lackfarbig.

Das Blut ist also eine helle und klare Flüssigkeit, in der in großer Zahl feste Elemente — die lebenden Zellen, die man Blutkörperchen nennt — umherschwimmen, und zwar unterscheidet man zwei wesentlich verschiedene Arten: weiße und rote. Die *roten Blutkörperchen* (s. Abb. 60) wurden am Menschen erst gegen Ausgang des siebzehnten Jahrhunderts durch Leeuwenhoek entdeckt. Sie sind münzenförmige Scheibchen mit einer beiderseitigen tellerförmigen Aushöhlung und abgerundetem Rande. Einzeln zeigen sie eine gelbliche Farbe mit einem Stich ins Grünliche. Die der Säugetiere besitzen keinen Kern mehr, er verschwindet bei ihrer Entwicklung aus den kernhaltigen Blutzellen. Im übrigen bestehen sie aus einer Gerüstbaustanz, einem äußerst blassen und weichen Protoplasma, das ihr Stroma genannt wird, und aus dem roten Blutfarbstoff, dem Hämoglobin, das in diesem Stroma durch besondere Kräfte fixiert ist. Die roten Blutkörperchen sind klein, ihr Durchmesser beträgt nur sieben Mikromillimeter. Männer führen im Durchschnitt fünf Millionen, Frauen nur viereinhalb Millionen rote Blutkörperchen in jedem Kubikmillimeter Blut. Die gesamte Blutmasse von ungefähr fünf Litern enthält also fünf- undzwanzig Billionen rote Blutkörperchen. Bringt man sie in die Lösungen gewisser Salze, so verhalten sie sich, als ob sie von einer Membran umgeben wären, die zwar für Wasser, nicht aber für das betreffende Salz

durchgängig ist. Für solche Lösungen gibt es eine bestimmte Konzentration, bei der sie weder schrumpfen noch quellen, sondern ihren Umfang unverändert behalten. Die einfachste und bekannteste derartige Lösung ist die Kochsalzlösung von neunzehntel Prozent Gehalt, die für die roten Blutkörperchen des Menschen als die sogenannte physiologische Kochsalzlösung anzusprechen ist. Da das Hämoglobin seine lebenswichtigen Aufgaben im Körper nur so lange zu erfüllen vermag, als es an die roten Blutkörperchen gebunden ist, so wird es aus dem Blute als Fremdkörper ausgeschieden, sowie es zu einer Auflösung von roten Blutkörperchen und zum Übertritt von Hämoglobin ins Plasma kommt. Zunächst nimmt es die Leber auf und verwandelt es in Gallenfarbstoffe. Genügt das nicht, um es ganz aus dem Kreislauf zu entfernen, so scheiden die Nieren den Überschuß aus.

Die Bildung der roten Blutkörperchen geschieht in besonderen blutbildenden Organen, und zwar ist bei den meisten Wirbeltieren das rote Knochenmark der Bildungsherd. Hier entstehen sie aus kernhaltigen Zellen. Bei der Geburt enthalten alle Knochen rotes Mark. Erst im Verlaufe des weiteren Wachstums wird dieses allmählich durch gelbes Fettmark ersetzt, so daß beim Erwachsenen sich nur noch in den platten und kurzen Knochen des Schädels und des Rumpfes rotes blutbildendes Mark befindet. Die langen Röhrenknochen der Extremitäten enthalten gewöhnlich nur Fettmark. Umgekehrt erfolgt auch häufig der Untergang der roten Blutkörperchen. Da sie keinen Kern mehr besitzen, so können sie sich nicht immer vermehren. Sie gehen nach einiger Zeit zugrunde und werden durch andere ersetzt, die sich in den blutbildenden Organen neu bilden. Die Lebensdauer der roten Blutkörperchen umfaßt mindestens sieben bis neunzig Tage oder mehr. Die Einschmelzung erfolgt vor allem in der Milz und in den lymphoiden Organen. Hier finden sich Zellen, die Blutkörperchen oder Pigmentreste in sich enthalten. Auch in der Leber geschieht die Einschmelzung roter Blutkörperchen, da Gallenfarbstoffe sich vom Blutfarbstoff ableiten.

Den zweiten geformten Bestandteil des Blutes bilden die *weißen Blutkörperchen* (s. Abb. 61). Sie finden sich nicht nur im Blute, sondern auch in der Lymphe, in dem Gewebe des Nasen-Rachenraumes, im Knochenmark zwischen Drüsenzellen und Epithelzellen, besonders aber als Wanderzellen an allerlei Stellen der Bindesubstanzen. Die weißen Blutkörperchen bestehen aus kugeligen Klümpchen eines klebrigen und gleichförmigen oder körnigen Protoplasmas, das stark lichtbrechend ist,

weich und bewegungsfähig und dabei hüllenlos. In ihrem Innern führen sie ein oder mehrere Kernkörperchen. Der Durchmesser dieser weißen Blutzellen wechselt von vier bis dreizehn Mikromillimeter. Sie weisen auch sonst mannigfache Verschiedenheiten hinsichtlich ihrer Form, sowie der Art ihres Protoplasmas auf. Im Gegensatz zu den roten Blutkörperchen vermehren sich die weißen Blutkörperchen durch Teilung. Sie zeigen alle, besonders bei der Beobachtung auf dem geheizten Objektisch, Bewegungen, die denen der Amöben vollkommen entsprechen und darum amöboide Bewegungen genannt werden. Bei diesen ist ihr Protoplasma in einer abwechselnden Zusammenziehung und Wiedererschaffung um den Kern begriffen. Von der Oberfläche her werden Fortsätze ausgesendet und wieder eingezogen. Die Zahl der weißen Blutkörperchen,

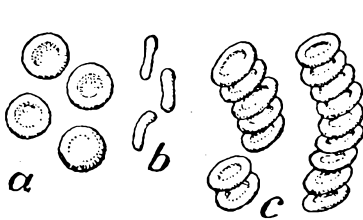


Abb. 60. Rote Blutkörperchen.
a flach gesehen, *b* von der Seite gesehen, *c* in sogenannter Geldrollenform liegend.

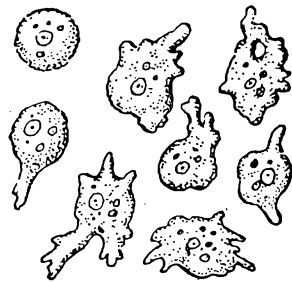


Abb. 61. Weiße Blutkörperchen.
 In verschiedenen Bewegungsstadien. Links oben in Ruhe.

fünftausend bis zehntausend in jedem Kubikmillimeter, schwankt also in sehr weiten Grenzen.

Es findet sich neben den beiden Hauptelementen der roten und der weißen Blutkörperchen im Blute auch noch ein drittes, weit weniger bedeutendes Formgebilde, die *Blutplättchen*. Es sind dies farblose und dünne Scheibchen von wechselnder Größe, im Durchschnitt von nur drei Mikromillimetern, und von verschiedener und leicht veränderlicher Gestalt. Es dürften etwa dreihunderttausend in einem Kubikmillimeter enthalten sein. Sie sind wahrscheinlich Zerfallsprodukte aus den weißen oder den roten Blutkörperchen, stehen jedoch in naher Beziehung zur Blutgerinnung. Diese ist an den typischen Zerfall der Blutplättchen geknüpft, wie auch die schließlich gebildete Fibrinmenge von der Menge der zerfallenen Blutplättchen abhängig sein soll.

Der wichtigste Bestandteil der roten Blutkörperchen und des Blutes überhaupt ist der *Blutfarbstoff*, das Hämoglobin, der die rote Farbe des Blutes bedingt. Er findet sich nicht nur im Blute, sondern auch im Muskelgewebe und ist ein zusammengesetzter Eiweißkörper. Der prozentische Eisengehalt des menschlichen Hämoglobins beträgt ein drittel Prozent. Es gehört zu denjenigen Eiweißstoffen, die kristallisieren (siehe Abb. 62) und ist im Blute bei gesunden Erwachsenen zu dreizehn und vierzehn Prozent vertreten, während Frauen und Kinder einen geringeren Gehalt als Männer aufweisen. An dieses Hämoglobin nun ist die Sauerstoffaufnahme geknüpft, die bei der Atmung ohne Unterlaß stattfindet und stattfinden muß.

Schließlich wäre noch der flüssige Bestandteil des Blutes, das *Blutplasma*, zu betrachten. In diesem Plasma scheidet sich schon bald, so wie das Blut aus den Gefäßen ausgetreten ist, eine faserige Substanz ab, der Faserstoff oder das Fibrin. Nach dieser Ausscheidung heißt die nun übriggebliebene und von selbst nicht mehr gerinnende Flüssigkeit Serum. Das Plasma ist beim Menschen und bei manchen Tieren gelblich, beim Neugeborenen goldgelb. Der Faserstoff ist diejenige Substanz, die in dem entleerten Blute ebenso wie auch im Plasma und gleichermaßen in der Lymphe und im Chylus durch ihre Ausscheidung aus der Flüssigkeit die Gerinnung hervorruft. Läßt man aus der Ader aufgefangenes Blut ruhig stehen, so bildet der Faserstoff aus zahllosen, mikroskopisch sehr zarten und doppeltbrechenden Fäden, welche die Blutkörperchen wie in einem Netze zusammenhalten und mit ihnen eine gallertig feste Masse bilden, den sogenannten Blutkuchen, der anfänglich noch sehr weich ist. Nach zwölf bis fünfzehn Stunden ziehen sich die Faserstoffäden enger um die Körperchen zusammen, es entsteht eine festere, mit dem Messer zerschneidbare und gallertige Substanz, die nun eine klare Flüssigkeit auspreßt, das Blutserum, den Rest des Blutplasmas. Über die *Gerinnung* des Blutes wäre zu sagen, daß in der unmittelbaren Berührung mit der lebendigen und unveränderten Gefäßwand das Blut nicht gerinnt. Steht es indessen still, stagniert es in einem lebenden Gefäße, so tritt in der zentralen Achse Gerinnung ein, weil hier kein Kontakt mit der lebenden Gefäßwand besteht. Es kommt bei Verletzungen, durch die Berührung des Blutes mit den Durchschnitten und den somit an dieser Stelle absterbenden Geweben der Wunde und der Gefäßwand, durch Gerinnung schnell zur Ausbildung eines verstopfenden Blutpfropfens, und infolgedessen zum Stehen der Blutung.

Eine besondere Erörterung verlangen noch die *Blutgase*, und zwar zunächst der *Sauerstoff* im Blute. Das arterielle Blut ist in der Regel nicht völlig, aber doch beinahe mit Sauerstoff gesättigt. Im venösen sind etwa acht Volumenprozent weniger enthalten als im arteriellen. Allerdings wechselt die Menge des Sauerstoffes sehr nach den Geweben und nach den Kreislaufverhältnissen. Beim Atmen in reinem Sauerstoff kann nur wenig mehr Sauerstoff vom Blut aufgenommen werden als beim Atmen in gewöhnlicher Luft. Tiere, die in einem abgesperrten und unzureichenden Raume atmen, nehmen aus ihm bis zur Erstickung fast allen Sauerstoff bis auf geringe Spuren in ihr Blut auf. Auch in verdünnter Luft bei hohen Luftfahrten und beim Aufenthalt auf hohen Bergen wird der notwendige Sauerstoff ausreichend aufgenommen. Es herrscht in den Lungen

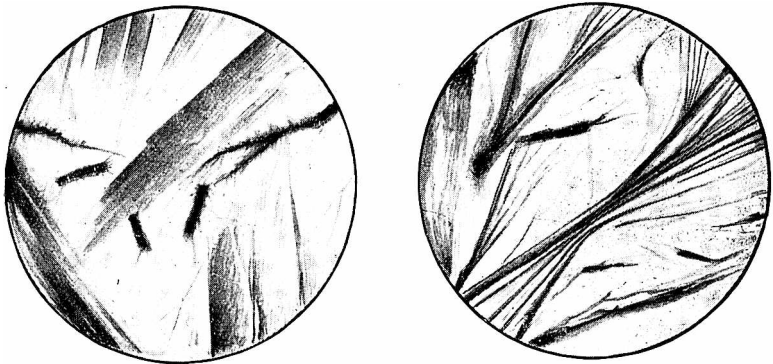


Abb. 62. Blutkristalle.

ein ziemlich hoher Partialdruck des Sauerstoffes, der nur um etwas niedriger ist als in der atmosphärischen Luft. Das Blut gelangt aus den Lungen mit dem Blutkreislauf in die Haargefäße der Körpergewebe, wo dieser Partialdruck sehr niedrig oder gar gleich Null ist, da der Sauerstoff fortgesetzt bei den Oxydationen verbraucht wird. Hier muß er also aus seiner Bindung an das Hämoglobin frei werden und kann nun an die Gewebe abgegeben werden.

Das andere Gas, die *Kohlensäure*, findet sich im venösen Blute durchschnittlich zu fünfzig Volumprozent. Der Kohlensäuregehalt des venösen Blutes ist aber je nach dem Orte der Blutentnahme und den Kreislaufverhältnissen sehr schwankend; er ist im Erstickungsblute am höchsten. Natürlich ist derjenige des arteriellen Blutes niedriger als der des venösen Blutes.

VIERTES KAPITEL

Die Atmung

Während die Verdauungsorgane dem Blute fast alle dem Stoffwechsel des Körpers dienenden Nahrungssubstanzen zuführen, so ist dies mit dem wesentlichsten und unentbehrlichsten aller Nahrungsstoffe, dessen Mangel vom Organismus kaum die kürzeste Zeitspanne hindurch ertragen werden kann, mit dem gasförmigen Sauerstoff wesentlich anders. Für die Aufnahme des Sauerstoffes aus der atmosphärischen Luft, sowie für die Ausscheidung der Kohlensäure des unter seiner Mitwirkung entstehenden gasförmigen Verbrennungsprodukts ist im Körper ein eigenes System eingerichtet, das *Atmungssystem* oder Respirationssystem. Bekanntlich ist die atmosphärische Luft für die Erhaltung des Lebens ebenso unerläßlich wie für die Unterhaltung der Verbrennungsprozesse. Beidemale wirkt sie durch ihren Sauerstoffgehalt. Ihr Stickstoff findet dabei keine Verwendung. Der Sauerstoff der Atmosphäre muß dem Blute einverleibt werden, und das Blut gibt für diesen Empfang einen seiner Bestandteile an die Luft zurück. Es entäußert sich dessen so schnell als möglich, da sein längeres Verbleiben im Körper mit der Fortdauer des Lebens sich nicht verträgt. Dieser giftige Bestandteil des Blutes ist die Kohlensäure, ein Zeretzungsprodukt des tierischen Stoffwechsels. Der Mensch erstickt in kohle-säuregeschwängelter Luft, nicht weil er Kohlensäure einatmet, sondern weil er sich der eigenen Kohlensäure seines Blutes nun nicht mehr entledigen kann. Die Organe nun, welche die atmosphärische Luft in den Körper hineinbringen, die die Wechselwirkung des Sauerstoffs mit dem Blute und die Ausscheidung der Kohlensäure aus diesem vermitteln, sind die Atmungs- oder Respirationsorgane. Hat die in sie eingeführte Luft ihren Sauerstoff an das Blut abgegeben und dafür Kohlensäure empfangen, so muß diese wieder herausgetrieben werden. Die Hauptrolle bei der Atmung spielt somit die Bewegung. Das Einströmen und Ausströmen der Luft kommt nur als die notwendige physikalische Folge der durch Muskelbewegung bedingten Verengerung und Erweiterung des Brustkastens und der in ihm liegenden Lunge zustande. Die Aktivität der Atmung liegt also in den Muskeln. Jedoch strömt die Luft während des Einatmens nicht etwa in die Höhle des Brustkastens ein, sondern sie verbreitet sich in dem schwammigen und ausdehnungsfähigen Organ, dessen eigene Oberfläche sich an die innere Oberfläche des Brustkastens anschmiegt und ihr genau anliegt. Es vergrößert und verkleinert sich

ständig mit ihm und erhält gleichzeitig vom Herzen stets diejenige Menge Blutes zugewiesen, welche die belebende Einwirkung der Atmosphäre erfahren soll. Dieses Organ ist die Lunge. Bevor jedoch die Luft in sie gelangt, muß sie beim Einatmen durch die Nasenhöhle zuvor den Rachen und den Kehlkopf und danach die Luftröhre passieren und denselben Weg beim Ausatmen wieder zurücknehmen. Von der Gestaltung der Nasenhöhle war bereits bei der Beschreibung des knöchernen Schädels die Rede. Alles, was sonst an ihr wichtig ist, werden wir bei der Erörterung des Riechens vorbringen. Die Nasenhöhle wirkt hierbei als Sinnesorgan, während sie für die Atmung nur eine Durchgangsstation bildet.

Mit dem *Kehlkopf*, dem Larynx, beginnt der Halsteil des Respirations- oder Atmungssystems. Ungeachtet seiner einfachen Konstruktion verdient er das vollkommenste Instrument genannt zu werden, das zudem jedermann sehr leicht spielen lernt. Akustisch gehört er zu den sogenannten Zungenpfeifen mit doppelter membranöser Zunge, welche die Stimmbänder abgeben, anatomisch stellt er ein aus beweglichen Knorpeln zusammengesetztes hohles Gerüst dar, das mit einer Fortsetzung der Rachenschleimhaut ausgekleidet ist. Durch Schwingungen zweier an seiner inneren Oberfläche befestigter elastischer Bänder, eben der erwähnten Stimmbänder, wird die Stimme erzeugt. Der Kehlkopf liegt zwischen

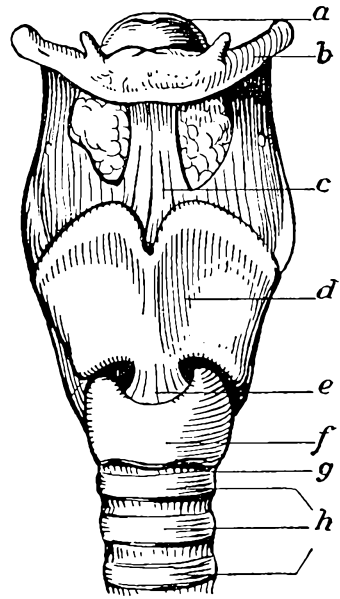


Abb. 63. Kehlkopf von vorn.

a Kehildeckel, *b* Zungenbein, *c* Band zwischen Zungenbein und Schildknorpel, *d* Schildknorpel, *e* Band zwischen Schildknorpel und Ringknorpel, *f* Ringknorpel, *g* Band zwischen Ringknorpel und Luftröhre, *h* Luftröhrenknorpel.

dem Zungenbein und der Luftröhre in der Mitte der vorderen Halsgegend und bildet einen beweglichen Vorsprung, der den Namen Adamsapfel, *Pomum Adami sive Prominentia laryngea*, führt. Nach unten hängt er mit der Luftröhre zusammen, während er seitwärts an die großen Gefäße des Halses grenzt. Das Gerüst des Kehlkopfes (s. Abb. 63 und 64) setzt sich aus mehreren *Knorpeln* zusammen. Der augenfälligste von diesen, der Schildknorpel, besteht aus

zwei unter einem mehr oder weniger rechten Winkel nach vorn zusammenstoßenden, viereckigen Platten, deren äußere Fläche eine schief nach hinten und oben gerichtete Leiste zur Anheftung von Muskeln besitzt, während die innere durchaus glatt und eben ist. Der gewölbte obere Rand einer jeden Platte bildet mit dem der anderen Seite einen Einschnitt; der untere kürzere ist „S“-förmig geschweift. Der hintere Rand, der fast senkrecht steht, verlängert sich nach oben und unten in die

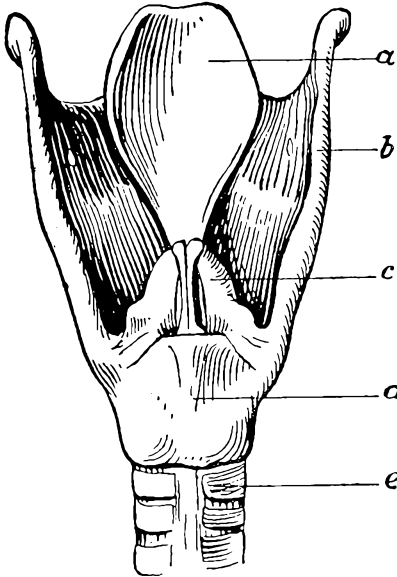
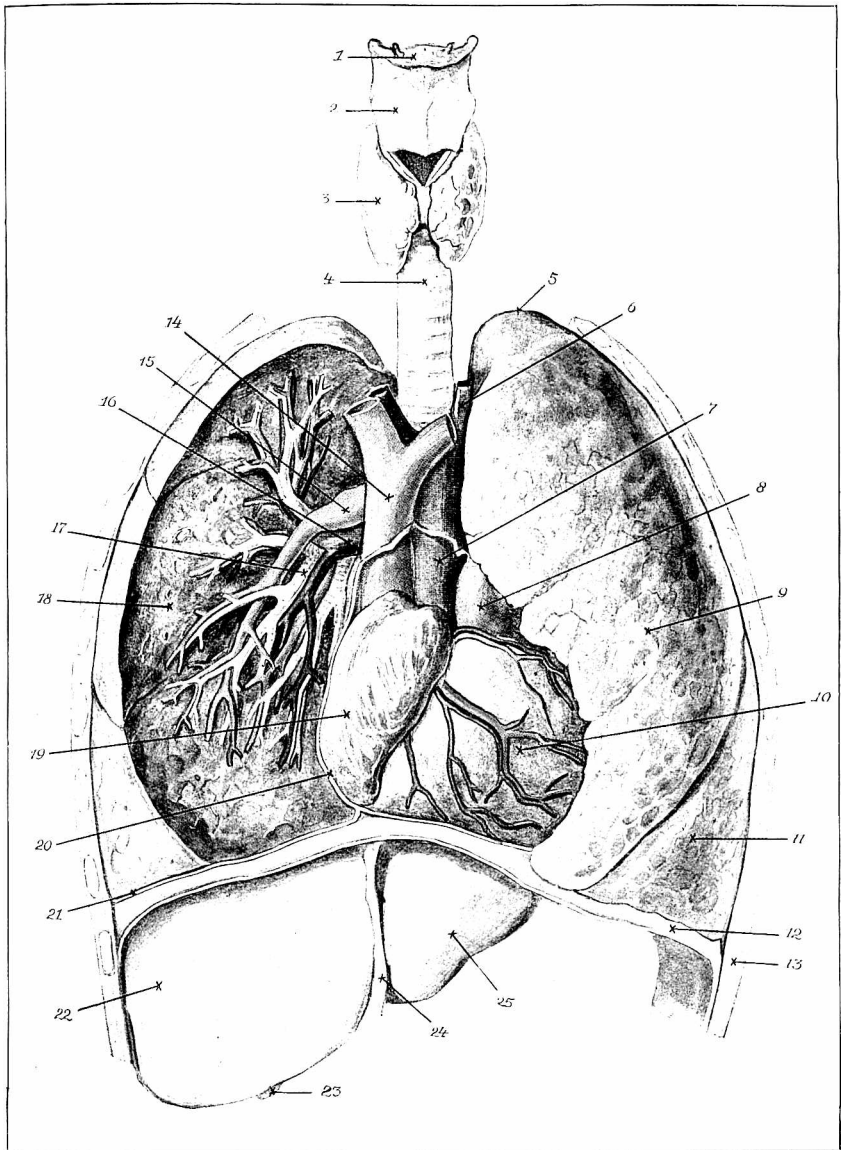


Abb. 64. Kehlkopf von hinten.

a Kehldeckel, b Schildknorpel, c Gießbeckenknorpel, d Ringknorpel, e Luftröhrenknorpel.

Hörner des Schildknorpels, in das obere lange und das untere kurze Horn. Am oberen Rande findet sich in der Nähe der Basis des großen Hornes ausnahmsweise eine Öffnung, durch welche die Kehlkopfschlagader in den Kehlkopf tritt. Der zweite Knorpel, der Ringknorpel, liegt unter dem Schildknorpel, dessen untere Hörner ihn zwischen sich fassen. Er hat die Gestalt eines horizontal liegenden Siegelringes, dessen schmaler Reif nach vorn und dessen Platte nach hinten gerichtet ist. Seine äußere Fläche besitzt zu beiden Seiten eine kleine Gelenkfläche zur Artikulation mit den unteren Hörnern des Schildknorpels. Die innere wird von der Kehlkopfschleimhaut überzogen, während sein unterer Rand

sich durch ein Band mit dem ersten Luftröhrenknorpel verbindet und der obere des hinteren Halbringes zwei ovale, gewölbte, schräg nach außen und unten abfallende Gelenkflächen zeigt, auf denen die Grundflächen der Gießbeckenknorpel artikulieren. Der rechte und der linke Gießbeckenknorpel oder Gießkannenknorpel sind senkrecht stehende, dreikantige Pyramiden, deren Basis also auf den Gelenkflächen des oberen Randes der Platte des Ringknorpels aufsitzt und deren Spitze sich etwas nach hinten neigt. Die Spitzen beider Knorpel schließen aneinander und fassen eine Rinne zwischen sich, die mit der Kehlkopfschleimhaut überzogen, wirklich dem Schnabel einer Kanne oder eines Gießbeckens



Atmungsorgane, Herz und große Gefäße.

1. Zungenbein 2. Schilddrüse. 3. Schilddrüse. 4. Luftröhre. 5. Linke Lungenspitze. 6. Linke Kopfarterie. 7. Aufsteigende Aorta. 8. Lungenarterie. 9. Linke Lunge (Oberlappen). 10. Herz (rechte Kammer) mit freigelegten Herzgefäßen. 11. Linke Lunge (Unterlappen). 12. Zwerchfell. 13. Durchschnitt der zehnten Rippe. 14. Obere Hohlvene. 15. Rechter Ast der Lungenarterie, freigelegt. 16. Rechte Lungenvenen, freigelegt. 17. Zweig des rechten Astes der Luftröhre, freigelegt. 18. Schnittfläche der rechten Lunge (Mittellappen). 19. Herz (rechter Vorhof). 20. Durchschnitt des Herzbeutels. 21. Durchschnitt des Rippenfelles. 22. Leber (rechter Lappen). 23. Gallenblase (stumpfes Ende). 24. Aufhängeband der Leber. 25. Leber (linker Lappen).

zwei unter einem mehr oder weniger rechten Winkel nach vorn zusammenstoßenden, viereckigen Platten, deren äußere Fläche eine schief nach hinten und oben gerichtete Leiste zur Anheftung von Muskeln besitzt, während die innere durchaus glatt und eben ist. Der gewölbte obere Rand einer jeden Platte bildet mit dem der anderen Seite einen Einschnitt; der untere kürzere ist „S“-förmig geschweift. Der hintere Rand, der fast senkrecht steht, verlängert sich nach oben und unten in die

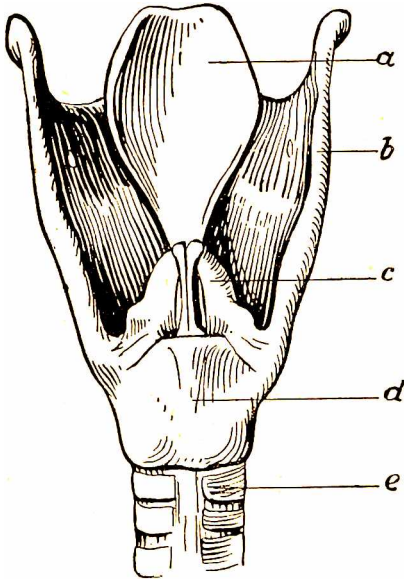
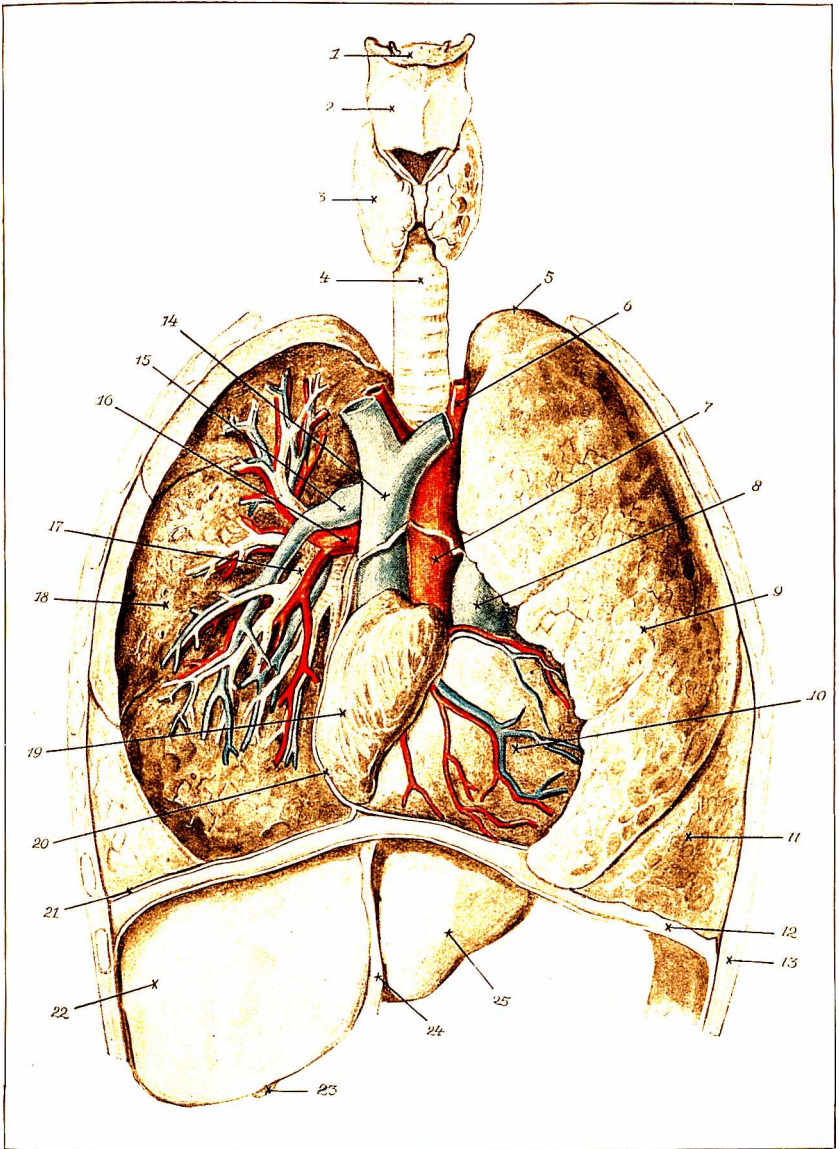


Abb. 64. Kehlkopf von hinten.

a Kehldeckel, *b* Schildknorpel, *c* Gießbeckenknorpel, *d* Ringknorpel, *e* Luftröhrenknorpel.

Hörner des Schildknorpels, in das obere lange und das untere kurze Horn. Am oberen Rande findet sich in der Nähe der Basis des großen Hornes ausnahmsweise eine Öffnung, durch welche die Kehlkopfschlagader in den Kehlkopf tritt. Der zweite Knorpel, der Ringknorpel, liegt unter dem Schildknorpel, dessen untere Hörner ihn zwischen sich fassen. Er hat die Gestalt eines horizontal liegenden Siegelrings, dessen schmaler Reif nach vorn und dessen Platte nach hinten gerichtet ist. Seine äußere Fläche besitzt zu beiden Seiten eine kleine Gelenkfläche zur Artikulation mit den unteren Hörnern des Schildknorpels. Die innere wird von der Kehlkopfschleimhaut überzogen, während sein unterer Rand

sich durch ein Band mit dem ersten Luftröhrenknorpel verbindet und der obere des hinteren Halbringes zwei ovale, gewölbte, schräg nach außen und unten abfallende Gelenkflächen zeigt, auf denen die Grundflächen der Gießbeckenknorpel artikulieren. Der rechte und der linke Gießbeckenknorpel oder Gießkannenknorpel sind senkrecht stehende, dreikantige Pyramiden, deren Basis also auf den Gelenkflächen des oberen Randes der Platte des Ringknorpels aufsitzt und deren Spitze sich etwas nach hinten neigt. Die Spitzen beider Knorpel schließen aneinander und fassen eine Rinne zwischen sich, die mit der Kehlkopfschleimhaut überzogen, wirklich dem Schnabel einer Kanne oder eines Gießbeckens



Atmungsorgane, Herz und große Gefäße.

1. Zungenbein. 2. Schildknorpel. 3. Schilddrüse. 4. Luftröhre. 5. Linke Lungenspitze. 6. Linke Kopfarterie. 7. Aufsteigende Aorta. 8. Lungenarterie. 9. Linke Lunge (Oberlappen). 10. Herz (rechte Kammer) mit freigelegten Herzgefäßen. 11. Linke Lunge (Unterbappen). 12. Zwerchfell. 13. Durchschnitt der zehnten Rippe. 14. Obere Hohlvene. 15. Rechter Ast der Lungenarterie, freigelegt. 16. Rechte Lungenvenen, freigelegt. 17. Zweig des rechten Astes der Luftröhre, freigelegt. 18. Schnittfläche der rechten Lunge (Mittellappen). 19. Herz (rechter Vorhof). 20. Durchschnitt des Herzbeutels. 21. Durchschnitt des Rippenfelles. 22. Leber (rechter Lappen). 23. Gallenblase (stumpfes Ende). 24. Aufhängeband der Leber. 25. Leber (linker Lappen).

ähnlich sieht. Die drei Flächen der Pyramide eines jeden der Gießbeckenknorpel stehen so, daß die innere ebene und gerade derjenigen der anderen Seite zugewendet ist, die äußere geschweifte nach vorn und außen, die hintere ausgehöhlte gegen die Wirbelsäule steht. Die Ränder sind somit ein vorderer, ein hinterer äußerer und ein hinterer innerer. Über der vorderen Ecke der Basis befindet sich der Stimmbandfortsatz. Die äußere Ecke verlängert sich zum stärkeren und etwas nach hinten gerichteten Muskelfortsatz; auf der Spitze jedes Gießbeckenknorpels sitzt, durch Bandfasern mit ihr verbunden, ein kleiner pyramidalen Knorpel.

Über dem Organ ragt der *Kehldeckel* auf. Er hat die geschwungene Gestalt einer Hundezunge, wie sie dem keuchenden Tiere aus der Mundhöhle zu ragen pflegt, und stellt eine bewegliche und in hohem Grade elastische Klappe vor, deren freier, abgerundeter Rand nach oben und hinten, deren dicke, von fetthäutigem Bindegewebe umgebene Spitze nach unten und vorn und gegen den Winkel des Schildknorpels gerichtet ist, wo sie durch ein Band befestigt wird. Dabei ist die obere, gegen den Schlund sehende Fläche des Kehldeckels sattelförmig gehöhlt, sie ist also von vorn her nach hinten hin ausgehöhlt und von einer Seite zur anderen hin gewölbt, während die untere Fläche sich zu ihrer Krümmung entgegengesetzt verhält. Der vorderste, ihrer Spitze zunächst liegende Abschnitt des Kehldeckels bildet die sogenannte Epiglottiswulst (Kehldeckelwulst). Die *Bänder* der Kehlkopfknorpel sind wahre und falsche, die wahren dienen entweder zur Verbindung des Kehlkopfes mit den darüber und darunterliegenden Gebilden oder aber zur Vereinigung der einzelnen Knorpel untereinander. Die Epiglottis, der Kehldeckel, ist natürlich befestigt. Ihre untere Spitze hängt mit dem oberen Einschnitt des Schildknorpels durch ein starkes Band zusammen. Neben diesen wahren kommen auch Schleimhautbänder in Form von Falten im Kehlkopf vor.

Alle diese Bänder des Kehlkopfes wirken nur als solche, also nur Getrenntes miteinander verbindend. Die *Stimmbänder* dagegen erzeugen durch ihre Schwingungen die menschliche Stimme, und darum erscheinen sie auch als die wichtigsten Organe des Kehlkopfes, denen zu dienen alle anderen geschaffen sind. Im Innern des Kehlkopfes finden sich zwei Paare von Stimmbändern. Sie liegen übereinander und entspringen vom Winkel des Schildknorpels, von wo aus sie horizontal nach hinten zu den Gießbeckenknorpeln ziehen. Das obere Paar setzt sich am vorderen Rande der Gießbeckenknorpel an, das untere am Stimmfortsatz, während

ihre freien Ränder gegen die Achse des Kehlkopfes sehen. Das obere, schwächere Bandpaar springt weniger, das untere dagegen stärker hervor. Es bleibt somit zwischen den rechtsseitigen und den linksseitigen Bändern eine spaltförmige Öffnung frei, die für die nur wenig vorspringenden oberen größer, für die breiteren und darum auch stark vorspringenden unteren enger sein muß. Diese spaltförmige Öffnung ist die Stimmritze. Sie heißt für die oberen Bänder die falsche Stimmritze, für die unteren die wahre. Dementsprechend sind auch die Bänder, zwischen denen die Stimmritzen sich befinden, einfach als wahre und als falsche Stimmritzenbänder zu benennen. Zwischen dem oberen und dem unteren Bande je einer Seite liegt die drüsenreiche Schleimhautbucht. Nur die unteren Stimmritzenbänder, welche die wahre Stimmritze zwischen sich fassen, dienen zur Erzeugung der Stimme. Ihre Länge mißt beim Manne einen Zentimeter und darüber, bei der Frau bis um ein Drittel weniger, ihre größte Breite nahe an zwei Millimeter. Wenn die Gießbeckenknorpel mit ihren inneren Flächen aneinanderliegen, so ist die Stimmritze ebenso lang wie die Stimmbänder; weichen sie auseinander, so wird sie um die Breite dieses Knorpels verlängert. Die Schleimhaut des Kehlkopfes stammt aus der Rachenhöhle und dringt in die Kehlkopfhöhle ein, ihr Reichtum an Blutgefäßen steht anderen Schleimhäuten nicht unerheblich nach. Deshalb dunkelt ihre Farbe niemals so ins Rote wie die Schleimhaut der Mundhöhle. Dagegen kann sich keine andere Schleimhaut eines größeren Aufwandes an Nervenfasern rühmen.

Es sollen hier nur diejenigen *Muskeln* des Kehlkopfes erwähnt werden, die seine einzelnen Knorpel und ihre Stellung gegeneinander bewegen und ändern und eben dadurch die Stimmritzenbänder anspannen oder erschlaffen lassen. Da diese Bänder mit dem einen Ende an die Schildknorpel und mit dem anderen an die Gießbeckenknorpel angeheftet sind, so müssen auch diese Muskeln, die natürlich sämtlich paarig sind, ihre Haftstellen nur an diesen Knorpeln finden. Am Ringknorpel, der vielen davon zum Ursprung dient, befestigt sich jedoch keine von ihnen. Zunächst liegt eine ganze Gruppe von Muskeln auf der Außenfläche des Kehlkopfumfanges, und zwar zuerst der Ringschildknorpelmuskel, der vom vorderen Halbring des Ringknorpels schief nach oben und außen zum unteren Rande des Schildknorpels geht, den er nach vorn herab zu neigen vermag, wodurch er seinen Winkel von den Gießbeckenknorpeln entfernt und somit die Stimmbänder spannt. Dagegen entspringt der hintere Ringgießbeckenknorpelmuskel vom hinteren Halb-

ringe des Ringknorpels, und zwar von dessen hinterer Fläche; er ist breit und dreieckig und befestigt sich mit nach außen und oben zusammen tretenden Fasern, am Muskelfortsatz der Gießbeckenknorpelbasis. Er dreht diese so daß ihr vorderer Winkel nach außen gerichtet wird, wodurch sich die Stimmritze erweitert. Zugleich verlängert sich der Ringknorpel infolge des Auseinanderweichens der inneren Flächen nach hinten. Am oberen Rande des Ringknorpels, an dessen Seitenteil, entsteht ferner der seitliche Ringgießbeckenknorpel, der von der seitlichen Platte des Schildknorpels bedeckt wird. Derselbe läuft schräg nach hinten und nach oben zum Muskelfortsatz des Gießbeckenknorpels und befestigt sich daselbst vor der Haftstelle des hinteren Gießbeckenmuskels, dessen Gegner er vorstellt. Die queren und schiefen Gießbeckenmuskeln wiederum gehen in querer und in schräger Richtung von einem Gießbeckenknorpel zum anderen, deren hintere hohle Flächen sie einnehmen, so daß die schiefen auf den queren liegen. Ihre Zusammenziehung nähert die Gießbeckenknorpel einander. Unter ihnen liegt der paarige, dreieckige, gerade Gießbeckenmuskel, der von denselben hinteren, vertieften Flächen des Gießbeckenknorpels zum Santorinischen Knorpel aufsteigt, während die schiefen Gießbeckenmuskeln sich in die Gießbeckenkehldeckelbänder fortsetzen und bis an die Seitenränder des Kehldeckels gelangen. Sind dies die Muskeln an der Außenfläche des Kehlkopfes, so liegt in seinem Inneren besonders der Schildknorpelgießbeckenmuskel, der an der inneren Oberfläche des Schildknorpels entspringt, hart an deren Winkel, und nach der Richtung des unteren Stimmritzenbandes und mit diesem Bande verwachsen nach hinten läuft, wo er sich am Stimmfortsatz und dem vorderen Rande des Gießbeckenknorpels befestigt; einzelne Fasern verlieren sich im unteren Stimmritzenbande. Sonst liegt noch in der Schleimfalte des Kehldeckelgießbeckenknorpelbandes eine dünne aber breite Muskelschicht eingetragen, an der sich zwei Abteilungen unterscheiden lassen. Beide befestigen sich am Seitenrande des Kehldeckels.

Der weitere Weg für die Luft in das Innere der Lunge ist die *Luftröhre* und deren Äste (s. Abb. 65). Sie schließt sich an den Kehlkopf an wie die Speiseröhre an den Rachen und bildet ein steifes aber sehr elastisches Rohr, dessen hintere und bloß häutige Wand plan und weich und nachgiebig ist. Hinter sich hat sie die Speiseröhre, die zugleich um ein wenig nach links abweicht. Die durch den herabgleitenden Bissen jedesmal bewirkte Ausdehnung der Speiseröhrenwand erfordert, daß die

unmittelbar vor ihm liegende hintere Wand der Luftröhre genügende Nachgiebigkeit besitzt. Ihre Länge mißt zehn bis zwölf Zentimeter, an ihrem oberen wie an ihrem unteren Ende zeigt sie sich etwas enger als in der Mitte. Ihr Anfang entspricht dem fünften Halswirbel. Sie wird

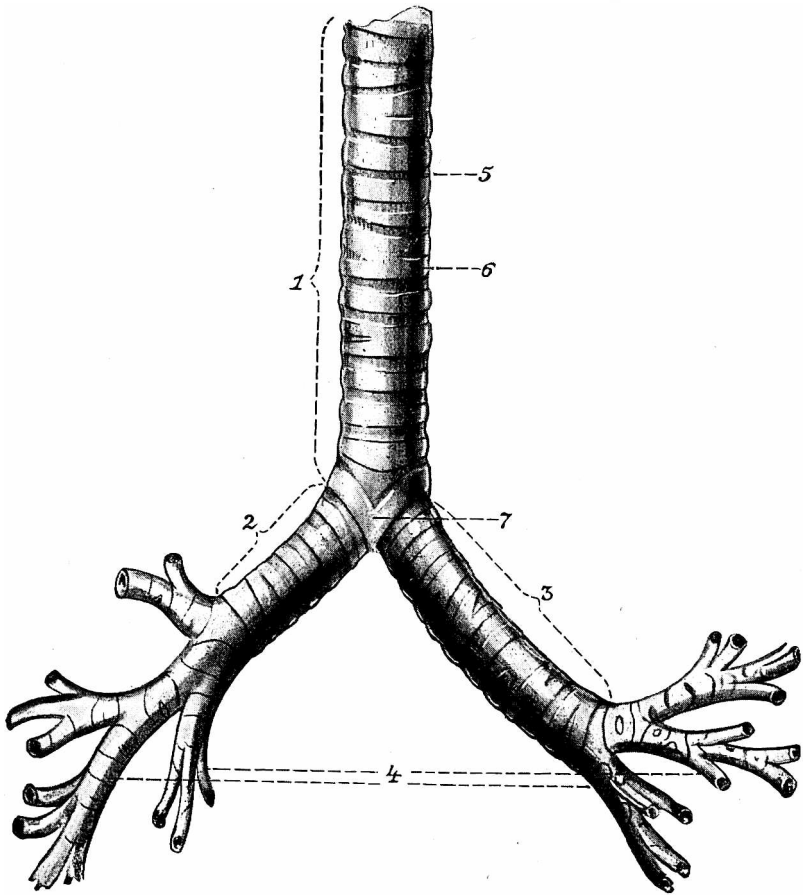


Abb. 65. Die Luftröhre.

1. Luftröhre, 2. rechter Bronchus, 3. linker Bronchus, 4. Bronchialäste, 5. Faserband zwischen den Knorpelringen, 6. Knorpelring, 7. Teilungsstelle der Luftröhre.

in ihrer zum Brustkasten senkrecht absteigenden Richtung von dem tiefen Blatte der Halsmuskelbinde und von der Schilddrüse, sowie unterhalb dieser von den unteren Schilddrüsenvenen bedeckt und geht hinter dem halbmondförmigen Einschnitt des Brustbeins beim Manne bis zum dritten

Brustwirbel und bei der Frau auch wohl bis zum vierten herab. Hier teilt sie sich hinter dem Aortenbogen in zwei auseinanderweichende Äste, in die Bronchien, deren jede einer Lunge angehört. Die Summe der Querschnitte dieser beiden Bronchien gleicht genau demjenigen der Luftröhre. Dabei ist der rechte kürzer und etwas breiter als der linke. Jede Bronchie teilt sich wieder in so viele Zweige, als ihre Lunge Lappen hat; der rechte in drei, der linke in zwei, deren wiederholte weitere Verzweigung sich mit den Endbläschen der Lunge abschließt (s. Abb. 66). Die Luftröhre bedarf einer gewissen Steifheit und Widerstandsfähigkeit. Eine bloß häutige Röhre wäre der Gefahr ausgesetzt, beim Einatmen durch den Druck der äußeren Luft zusammengedrückt zu werden, und diese erforderliche Steifheit erhält die Luftröhre durch eine Reihe von quer in ihre Wand eingewachsenen Knorpelstreifen, der Luftröhrenknorpel, deren sechzehn bis zwanzig in sie eingelagert sind. Schleimhaut mit Flimmerepithel und eine elastische Faserhaut kleiden das Innere der Luftröhre aus.

Die *Lungen*¹⁾ sind paarige Organe. Als zwei stumpfkegelförmige, weiche und elastische und ungemein gefäßreiche Eingeweide nehmen sie die beiden Seitenhälften des Brustkastenraumes ein und fassen das Herz zwischen sich. Die Lungen erst sind der Herd für den chemischen Akt der Atmung, in dem das venöse Blut in arterielles umgewandelt wird. Ihre Farbe bietet je nach der Verschiedenheit des Alters, des Blutreichtums und der gesunden oder kranken Verfassung des Gewebes alle Nuancen zwischen Rosenrot und Blauschwarz dar, und läßt auf dem Durchschnitt schaumiges und mit Luftbläschen gemengtes Blut ausfließen.

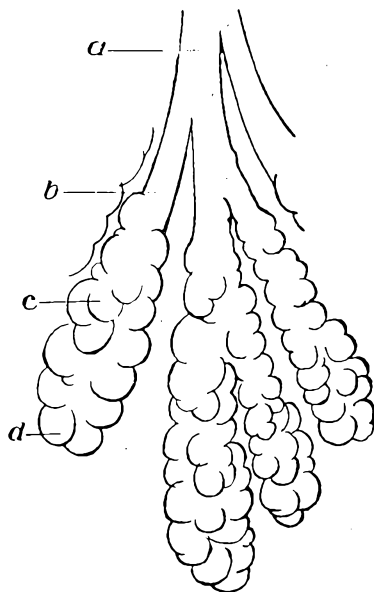


Abb. 66. Schematische Darstellung des Überganges kleiner Bronchialverzweigungen in Lungenbläschen.

a Bronchialästchen, b Alveolargang,
c Lungenbläschen, d Endbläschen.

¹⁾ Vergleiche auch das Modell der Frau.

Ihr absolutes Gewicht beträgt bei mäßiger Füllung mit Blut beiläufig ein Kilogramm und mehr, bei der Frau etwas weniger. Ihr spezifisches Gewicht muß der in ihrem Gewebe enthaltenen Luft wegen geringer sein als das des Wassers. Lungen, die bereits geatmet haben, schwimmen deshalb auf dem Wasser. Haben sie indessen noch nicht geatmet, so ist auch noch keine Luft in ihnen, wie bei den Embryonen oder den totgeborenen Kindern. Diese haben dann eine deutlich derbere Konsistenz, sind spezifisch schwerer und sinken im Wasser zu Boden. Jede der beiden Lungen stellt die Hälfte eines senkrecht durchschnittenen Kegels dar. Seine vertiefte Basis ruht auf dem gewölbten Zwerchfell, während seine obere, abgerundete Spitze in die obere Brustkorböffnung hineinragt. Seine äußere gewölbte Fläche liegt an der Vertiefung der Seitenwand des Brustkorbes an, und seine innere ausgehöhlte Fläche bildet zusammen mit derselben Fläche der gegenüberstehenden Lunge eine Nische für das Herz. Die rechte Lunge ist wegen des höheren rechtsseitigen Standes des Zwerchfelles niedriger, aber breiter als die linke und zugleich etwas größer. An der inneren Fläche findet sich nahe am hinteren Rande und näher dem oberen Ende als dem unteren ein Einschnitt, durch den die Gefäße der Lunge austreten und eintreten. Ein anderer sehr tiefer Einschnitt, die Lungenpforte, zieht vom hinteren stumpfen Rande einer jeden Lunge schräg über die äußere Fläche nach abwärts zu deren vorderem schneidenden Rande. Er teilt sich an der rechten Lunge gabelförmig in zwei Schenkel, bleibt aber an der linken ungeteilt, so daß dadurch die linke in zwei, die rechte in drei Lappen zerschnitten wird, in die Lungenlappen, von denen der mittlere der kleinste ist. Und zwar entspricht der untere Lappen der linken Lunge demselben Lappen der rechten. Der obere Lappen der linken Seite dagegen ist nicht mit dem oberen, sondern mit dem mittleren Lappen der rechten Lunge gleichwertig, der obere Lappen der rechten Lunge stellt ein selbständiges, der linken Lunge abgehendes Element dar. Die das Atmungsgeschäft vermittelnden Gefäße einer jeden Lunge treten nur an der Lungenpforte aus und ein. Es sind die *Bronchien* (Luftröhren), sodann die Lungenschlagader und die zwei Lungenadern, die mit den die Ernährung des Lungengewebes besorgenden Arterien und Adern der Bronchien und mit den Nerven und den Saugadern der Lunge durch Bindegewebe zu einem Bündel vereinigt werden, das Lungenwurzel genannt wird, und an dem die Lunge hängt wie die Frucht am Stiele. Eine Verdoppelung des Brustfells erstreckt sich von der Lungenwurzel längs des hinteren Lungenrandes bis zum Zwerchfell herab

als breites Lungenband. Das Organ wird auf seiner Oberfläche vom Lungenfell überzogen, das sich in die tiefen Trennungseinschnitte zwischen den Lungenlappen hineinsenkt, ohne jedoch ganz bis auf ihren Grund zu gelangen. Es hängt fest an der Lunge an, deren Oberfläche sich ferner im frischen und gesunden Zustande in kleinere eckige und durch dunklere Linien voneinander getrennte Felder, in Lungeninseln geteilt zeigt. Die dunklen Linien sind die Begrenzungsfarben der eckigen Felder. Diese enthalten in einer bindegewebigen Unterlage Blutgefäße und Lymphgefäße, sowie eine besonders im höchsten Alter zunehmende Menge von körnigem Farbstoff und erscheinen deshalb dunkel. Sie sind die Basen von pyramidalen Läppchen des Lungengewebes. Die Seitenäste des in die Lunge eingetretenen Bronchus teilen sich wiederholt und meist gabelförmig in kleinere Zweige. Sind die Zweige fein genug geworden, so treten sie in die Spitzen der Lungenläppchen ein, teilen sich in diesen noch einige Male und erweitern sich hierauf trichterförmig. Um einen jeden solchen Trichter schart sich ringsherum eine Anzahl bläschenartiger Ausbuchtungen, deren Zahl nach der Größe der Lungenläppchen vielfach von zwanzig bis sechzig variiert. Diese Ausbuchtungen sind die *Lungenbläschen*, die Alveolen, und auch ihre Größe und Form variiert begreiflicherweise je nach der Verschiedenheit ihrer Anfüllung mit Luft. An Größe nehmen sie überdies mit dem fortschreitenden Alter zu. Die der Trichter des einen Lungenläppchen hängen nicht mit denen benachbarter Lungenläppchen zusammen. Die Lungenschlagader, welche aus der rechten Herzkammer entspringt und venöses Blut führt, folgt mit je einem ihrer beiden Äste den Verästelungen der Bronchien und löst sich endlich in das Haargefäßnetz auf, aus dem die ersten Anfänge der Lungenadern hervorgehen. Während das venöse Blut durch dieses Haargefäßnetz strömt, tauscht es seine Kohlensäure gegen den Sauerstoff der in jedem Lungenbläschen vorhandenen Luft aus, wird so zu arteriellem Blute umgewandelt und kehrt durch die Lungenvenen, deren jede Lunge zwei besitzt, zur linken Herzvorkammer zurück.

Der Schilderung der Lungen selbst müssen wir nun noch die ihres Überzuges hinzufügen. Es finden sich in der Brusthöhle drei feuchte häutige und vollkommen geschlossene Säcke. Zwei davon sind paarig und zur Umhüllung der rechten und der linken Lunge bestimmt, der dritte ist unpaarig, er liegt zwischen den beiden anderen und schließt das Herz ein. Die paarigen heißen *Brustfelle*, der unpaarige *Herzbeutel*. Der freie Raum zwischen ihnen, der sich vom Brustbein zur Wirbelsäule

hin erstreckt, heißt Mittelfellraum, und seine durch die Brustfelle gegebenen Seitenwände sind die Mittelfelle. Ein jedes Brustfell ist also ein feuchter, häutiger Sack, der sich nur an einer Stelle einstülpt, um nur ein Eingeweide, die Lunge, zu überziehen und somit zwei Häute bildet, eine äußere und eine innere. Die äußere Haut ruht unten auf dem Zwerchfell als Brustfell und wird an dieses sowie an die innere Oberfläche der Brustwand als Rippenfell durch kurzes Bindegewebe angeheftet.

Durch die Atmung wird dem Körper der zu den Oxydationsprozessen notwendige Sauerstoff zugeführt, es wird die durch die Stoffwechselfvorgänge gebildete Kohlensäure sowie Wasser in Dampfform entfernt. Die Luft nimmt bekanntlich ihren Weg durch die Nase oder durch den Mund und dann durch den Schlund zum Kehlkopf, der den Eintritt in die Luftröhre und deren Verzweigungen bis in das *Innere der Lungen* bildet. Die eigentlichen Träger des Atmungsprozesses sind die Alveolen oder Lungenbläschen. Die Membran, welche die Gestalt der Alveole bedingt, ist strukturlos und elastisch, mit eingelagerten Kernen. Feine Poren in den Wandungen verbinden benachbarte Lungenbläschen, während Netze zahlreicher und feiner elastischer Fasern die Bläschen umspinnen, die der Lungensubstanz hauptsächlich ihre große Elastizität verleihen. Das Wesentliche ist nun, daß in die Lungenbläschenwand die Haargefäße eingelagert sind, sie wulsten die Membran gegen den Alveolenraum vor; die Maschen dieses Haargefäßnetzes sind sehr eng und die einzelnen Gefäße so dünn, daß sie immer nur ein Blutkörperchen hindurchtreten lassen.

Der Mechanismus des *Atemholens* besteht in einer abwechselnden Erweiterung, der Einatmung oder Inspiration, und einer Verengerung des Brustkorbes, der Ausatmung oder Expiration. Da die äußeren Oberflächen der Lungen vermittels ihres eigenen glatten und feuchten Brustfellüberzuges der inneren Fläche der Brustwandung unmittelbar und völlig luftdicht anliegen, die wiederum von ihrem eigenen wandständigen Anteil des Brustfelles, von dem Rippenfell, überkleidet ist, so müssen die Lungen bei jeder Ausdehnung des Brustkastens sich ebenfalls ausdehnen und bei jeder Zusammenziehung der Brustwände mit verkleinert werden. Man beachte also, daß die Bewegungen der Lungen völlig passive sind. Sie folgen einzig und allein den Bewegungen des Brustkastens, und zwar sind sie vermöge ihrer vollkommenen Elastizität jeglichem Raumwechsel der Brusthöhle zu folgen imstande, ohne daß die beiden aufeinander gleitenden Brustfellblätter jeweils voneinander weichen. Da die Lungen im Brustkorbe niemals ihren Luftgehalt völlig

abzugeben vermögen, so kommt bei der Einatmung und bei der Ausatmung stets nur ein Teil davon zur Auswechslung, dessen Größe von der Tiefe der Atemzüge abhängt. Nach einer ruhigen Einatmung enthalten die beiden Lungen an Luft etwa dreitausend bis viertausend, nach einer ebensolchen Ausatmung dann zweitausendfünfhundert bis dreitausendfünfhundert Kubikzentimeter. Es wird also beim gewöhnlichen Atmen nur ungefähr der sechste oder der siebente Teil der Lungenluft gewechselt. Die Zahl der Atemzüge schwankt bei den Erwachsenen zwischen zwölf und sechzehn und mehr; man zählt deren sogar bis vierundzwanzig in einer Minute. Es kommen immer durchschnittlich vier Pulse auf einen Atemzug, wobei sich jedoch mannigfache Einflüsse geltend machen. Insbesondere wird die Atmung durch die Körperhaltung beeinflusst. Am niedrigsten ist die Zahl der Atemzüge im Liegen, höher ist sie im Sitzen und am höchsten im Stehen. Auch Alter und Geschlecht spielen hierbei eine Rolle. Die höchste Atmungsfrequenz wird bei kleinen Kindern im Alter bis zu einem Jahr beobachtet, die geringste durchschnittliche an beiden Geschlechtern um das Alter von dreißig Jahren herum. Beim Neugeborenen lassen sich sechzig bis siebzig Atemzüge in der Minute zählen. Sehr stark wirkt die Tätigkeit auf die Atmungshäufigkeit ein. Bei körperlichen Anstrengungen nimmt die Zahl der Atemzüge zu, und zwar schon eher als die der Herzschläge. Diese Vermehrung der Atembewegungen wird angeregt durch die Stoffwechselprodukte, welche von den angestrengt tätigen Muskeln ausgehen. Auch ein Aufenthalt in heißer Umgebung und mehr noch die Steigerung der Bluttemperatur im Fieber vermehren sie derart, daß die Atmung sogar den ausgesprochenen Charakter der Atemnot annehmen kann. Während in der Ruhe beim erwachsenen Manne die in jeder Minute geatmete Luftmenge vier bis sieben Liter und so im Einzelfalle etwa zwölf Atemzüge zu je fünfhundert Kubikzentimeter ausmacht, also aus sechs Liter besteht, steigt bei hinzutretender Muskeltätigkeit dieser Wert durch die Vermehrung der Zahl der Atemzüge und in noch höherem Grade durch deren Vertiefung bis auf zehn, zwanzig und selbst dreißig Liter. Die ruhige Atmung geht, wenn die Nase frei ist, in der Regel bei geschlossenem Munde lediglich durch die Nase vor sich. Die Luft wird bei der *Nasenatmung* zunächst vorgewärmt, zudem wird sie mit Wasserdampf gesättigt, so daß keine zu kalte und zu trockene Luft die Lungeninnenflächen reizt. Ferner wird sie von den Staubpartikeln gereinigt, die in dem schleimigen Überzuge der Naseninnenflächen haften bleiben

und durch das Flimmerepithel wieder nach dem Ausgange zu hinausbefördert werden.

Die Atmung geht infolge einer Muskelwirkung vor sich, an der bei der Einatmung und bei der Ausatmung teilweise verschiedene Muskelgruppen in Aktion treten. Für die *Einatmung* sind bei ruhigem Atem vor allem das Zwerchfell und die äußeren Zwischenrippenmuskeln tätig, bei angestrenzter Atmung außerdem eine ganze Anzahl von Muskeln am Stamme, so die drei Rippenhaltermuskeln, der obere hintere und der vordere Sägemuskel, die Brustmuskeln, der Kopfnickermuskel, der Trapezmuskel, der Schulterblatthebemuskel und manche andere, und von den Muskeln des Kehlkopfes der Brustbein-Zungenbeinmuskel, der Brustbein-Schildknorpelmuskel und der Ring-Schildknorpelmuskel, zu dem noch Muskeln des Gaumens hinzutreten, und von den Muskeln des Gesichts der Nasenflügelspannmuskel und der Heber des Nasenflügels, sowie die Erweiterer der Mundspalte bei höchster Anstrengung des Atemholens, beim Luftschnappen. Für die Ausatmung dagegen ruft bei ruhiger Atmung die Verengung des Brustkastenraumes lediglich schon die Schwere des Brustkorbes hervor, sowie die Elastizität der Lungen und die der Rippenknorpel. Bei angestrenzter Ausatmung wirken dann noch besonders die Bauchmuskeln mit und die inneren Zwischenrippenmuskeln. Von allen diesen Atmungsmuskeln ist einer der wesentlichsten das Zwerchfell, das, wie ja schon erörtert wurde, eine gegen den Brustraum gewölbte Doppelkuppel darstellt. In der Mitte des Zwerchfelles ist das sehnige Zentrum nach oben zum größten Teile mit dem Herzbeutel verwachsen. So ragt diese Partie, auf der das Herz aufruht, im ruhenden Zustand wieder mehr gegen den Bauchraum hinab. Bei seiner Kontraktion müssen beide Kuppeln des Zwerchfells abgeflacht werden, wodurch sich der Brustraum nach unten hin erweitert. Hierbei gehen hauptsächlich seine äußeren muskulösen Teile aus der gewölbten Form in eine mehr ebene über und heben sich zugleich von der Brustwand ab, der sie in der Ausatmung von innen her anliegen. Die äußeren Zwischenrippenmuskeln und die Zwischenknorpelmuskeln sind bei ruhiger Atmung allein als Rippenheber tätig, bei angestrenzter kommen dann als solche noch die Rippenhaltermuskeln und der obere hintere Sägemuskel hinzu, während der vordere große Sägemuskel und der große und der kleine Brustmuskel zur Hebung der Rippen nur dann mitzuwirken vermögen, wenn die Schultern unnachgiebig gehalten werden, was durch festes Aufstützen der Arme oder aber durch die Anspannung der Rautenmuskeln geschieht, Bewegungen, wie

sie die an Atemnot Leidenden ganz instinktmäßig vornehmen. Dabei tritt auch mit jeder Einatmung ein Senken des Kehlkopfes und eine Erweiterung der Stimmritze ein, und zugleich wird der Gaumen stark emporgehoben, um dem Luftströme einen möglichst freien Weg durch den Mund zu schaffen. Auch prägt sich im Gesicht die verstärkte Atmung zuerst durch eine inspiratorische Erweiterung der Nasenlöcher aus. Bei höchster Atemnot wird die Mundhöhle unter Senkung des Kiefers bei jeder Einatmung aufs Möglichste erweitert, der Kranke schnappt nach Luft.

Die *ruhige Ausatmung* verläuft meist ohne alle Muskelwirkung und ist zunächst lediglich bedingt durch die Schwere des Brustkorbes, der aus seiner erhobenen Stellung in die tiefere Ausatmungslage zurücksinkt. Dann wirkt auch die Elastizität verschiedener Stellen unterstützend mit. So federn die Rippenknorpel in ihre mehr gesenkte und nicht mehr gedrehte Ausatmungslage zurück, und ebenso zieht gleichzeitig die Elastizität der gedehnten Lungen die Wänden des Brustkorbes sowie das Zwerchfell allseitig zusammen, und endlich gehen auch die gespannten elastischen Bauchdecken jetzt beim Nachlassen des Zwerchfelldruckes wieder in die ungedehnte Ruhelage zurück. Wird die Atmung angestrongter, so kommen in erster Linie für die Ausatmung auch die Bauchmuskeln zur Verwendung. Sie verengen den Bauchraum und drängen damit die Eingeweide gegen das Zwerchfell aufwärts.

Auch unter normalen Verhältnissen erzeugt die Atmung *Geräusche*. Wenn man direkt oder mittels eines Hörrohres die Brustwand beobachtet, so kann man — allerdings nur bei der Einatmung — im ganzen Bereiche der anliegenden Lungen ein sogenanntes Bläschenatmungsgeräusch vernehmen. Sein Schallcharakter läßt sich nachahmen, indem man die Mundspalte wie beim Schlürfen einstellt und zart einen Laut ausspricht, der zwischen „F“ und „W“ schwankt. Dieses Geräusch verdankt seine Entstehung der Ausdehnung der Lungenbläschen durch die bei der Einatmung eintretende Luft und deren Reibung beim Eintritt in die Lungenbläschen. Während der Ausatmung veranlaßt die aus den Lungenbläschen entweichende Luft nur ein schwaches hauchendes Geräusch von unbestimmter weicher Klangfärbung. Dagegen vernimmt man innerhalb der größeren Luftkanäle bei der Einatmung wie bei der Ausatmung ein lautes, wie ein scharfes „H“ oder „CH“ schallendes Geräusch: das sogenannte bronchiale Atmen, das im Kehlkopf durch die Bildung von Luftwirbeln infolge der starken Einengung des Atmungsweges in der Stimmritze entsteht.

Neben den normalen kommen vielerlei andere eigentümliche und abweichende Atembewegungen vor. Eine solche ist der *Husten*, ein plötzlicher heftiger Ausatmungsausstoß, der meist nach einer vorherigen tiefen Einatmung und nach Stimmritzenschluß auftritt, wobei die Stimmritze gesprengt wird und etwa im Respirationsraum vorhandene feste, flüssige oder gasförmige Dinge herausgeschleudert werden. Er kann willkürlich hervorgerufen sein oder reflektorisch entstehen, ist aber auch dann noch durch den Willen bis zu einem gewissen Grade, nicht gänzlich, zu beherrschen.

Die Größe des gesamten *Gaswechsels* bei der Ausatmung, d. h. die Kohlensäureabgabe eines erwachsenen Menschen, der, ohne sich in absoluter Ruhe zu befinden, keine eigentliche körperliche Arbeit verrichtet, hat man für Tag und Nacht festgesetzt auf durchschnittlich zweihundertfünfzig Kubikzentimeter, das sind ein halbes Gramm für jedes Kilogramm und eine Stunde. Für ein mittleres Körpergewicht von siebenzig Kilo also beträgt sie in vierundzwanzig Stunden vierhundertzwanzig Liter, gleich achthundertvierzig Gramm. Unter Zugrundelegung eines respiratorischen Quotienten von fünfundachtzig Hundertteilen beträgt danach die Sauerstoffaufnahme im Durchschnitt dreihundert Kubikzentimeter, das sind nicht ganz ein halbes Gramm pro Kilogramm und Stunde, die gesamte Sauerstoffaufnahme für ein durchschnittliches Körpergewicht in vierundzwanzig Stunden etwas mehr als fünfhundert Liter, also mehr als siebenhundert Gramm. Auch die Größe der Wasserausscheidung durch die Lungen ist unter mittleren Verhältnissen für den gleichen Zeitraum auf etwa vierhundertfünfzig Gramm, fast einen halben Liter, zu veranschlagen, also eine ganz beträchtliche Menge.

FÜNFTES KAPITEL

Die Ausscheidung

Unter *Absonderung*, Sekretion, wird die Ausscheidung von Stoffen aus dem Blute verstanden. Sie erfolgt durch die Tätigkeit besonderer Organe, der Drüsen. Hierbei können die in den Absonderungen enthaltenen Stoffe im Blute schon vorgebildet sein. Sie werden dann mit dem Blute den Drüsen zugeführt und von diesen abgeschieden, allerdings meist in anderer Konzentration, als sie dort enthalten waren. Oder aber die Absonderungsprodukte waren noch nicht als solche da. Dann liefert

das Blut den Drüsen nur die Rohstoffe, und diese bereiten hieraus erst selbst die charakteristischen Bestandteile ihrer Sekrete. Wie dem aber auch sei, in beiden Fällen beruht die Absonderung auf einer besonderen Lebenstätigkeit, auf einer ganz individuellen Befähigung der Drüsenzellen. Und unsere Erkenntnis vermag diesen Vorgang zur Zeit ebensowenig auf verständliche physikalische oder chemische Zusammenhänge zurückzuführen, wie sie dazu hinsichtlich der letzten Fragen über das Wesen des Lebens imstande ist. Wir kennen nur den rein äußerlichen Vorgang. Wir wissen, daß die Tätigkeit der Drüsen in Abhängigkeit von dem Zentralnervensystem erfolgt und ihnen die notwendigen Impulse auf der Bahn besonderer den Absonderungsvorgang regelnder Nerven zugeleitet werden. Bei allen diesen Absonderungen ist die Absonderung im engeren Sinne zu unterscheiden, welche solche Stoffe hervorbringt, die im Körper noch wichtige Aufgaben zu erfüllen haben, wie etwa die Absonderung der Verdauungsflüssigkeiten, und im Gegensatz hierzu die Exkretion, die Ausscheidung von Absonderungen, die für die Vorgänge im Körper keinerlei Bedeutung mehr haben, sondern als Stoffwechselprodukte nach außen hin abgeführt werden sollen. Doch ist im einzelnen diese Trennung keineswegs immer eine scharfe. Jedenfalls gibt es viele Sekrete (Absonderungsstoffe), die sobald als möglich aus dem Körper zu entleeren sind, wie der Harn und der Schweiß, und von den anderen, die nur gebildet werden, um zu gewissen Zwecken zu dienen, können bei den einen diese Zwecke noch innerhalb des Körpers erreicht werden, bei anderen geschieht dies nur außerhalb. So wirken Speichel und Magensaft im Innern, Frauenmilch und männlicher Same dagegen außerhalb des Körpers.

Die *Drüsen* zählen zu den wichtigsten Organen des tierischen Haushaltes. Je größer eine Drüse ist und je mehr sie von den im Blute vorhandenen Ausscheidungsstoffen absondert, desto wichtiger wird ihre Funktion und desto gefährlicher ihr Erkranken. Ein Aussetzen der Nierenabsonderung führt zum gewissen Tode und die unterbrochene Tätigkeit der Lunge zur Erstickung, während die beiden Hoden beispielsweise ohne Nachteil an der Gesundheit vollständig eingebüßt werden können. Sind derartige Absonderungsorgane paarig, und wird das eine davon durch Krankheit oder Verletzung in Untätigkeit versetzt, so übernimmt das andere das Geschäft seines Gefährten und gewinnt dann in der Regel auch selbst an Umfang und Gewicht. Verlorengegangene Drüsen werden nicht erneuert. Sie sind einfache oder verzweigte häutige Kanäle, von deren Wänden

die Tätigkeit der Absonderung geleistet wird. Das ist das Wesentliche im Bau der Drüsen. Bleiben ihre Kanäle und Schläuche einfach und unverästelt, so heißt die Drüse tubulös, röhrenförmig, gruppieren sich aber um die Schläuche häutige Bläschen, die sich in jene öffnen, so wird sie azinös oder traubenförmig genannt. Die einfachen, röhrenförmigen Drüsen sind meist nur Gegenstand mikroskopischer Ausdehnung. Traubenförmige Drüsen dagegen können zwar auch einfach bleiben, also einen unverzweigten Ausführungsgang besitzen wie die Talgdrüsen und die Meibomschen Drüsen, für gewöhnlich aber verbinden

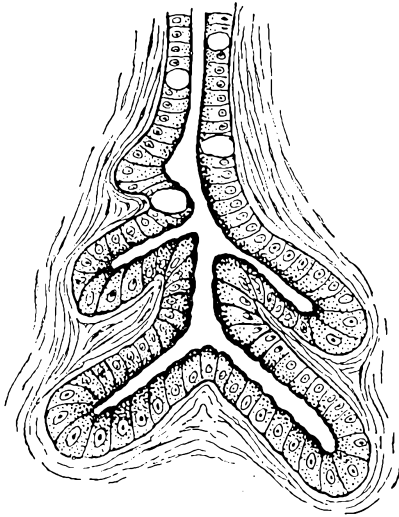


Abb. 67. Durchschnitt durch eine mehrzellige Drüse mit Ausführungsgang.

sich viele einfache, traubenförmige zu einer zusammengesetzten Drüsenform, die somit einen verästelten Ausführungsgang besitzt und eine bedeutende Größe erreichen kann. Solche Drüsen erscheinen dann entweder als gerundete oder als gelappte. Es sind mit Furchen und Einschnitten versehene Gebilde, die die Grenzen der Lappen dartun. Diese Lappen werden von einer bindegewebigen Hülle umgeben und zusammengehalten. Die Wand des mehr oder weniger verästelten Ausführungsganges besteht in solchem Falle aus einer strukturlosen Grundmembran mit einer gefäßreichen und organische Muskel-

fasern führenden Bindegewebsschicht an ihrer äußeren Fläche (siehe Abb. 67). Die stärkeren Verzweigungen der Ausführungsgänge der Drüsen besitzen an ihrer inneren Oberfläche eine aus Zylinderzellen bestehende Epithelschicht. In den feinsten Verästelungen dagegen und in den Endbläschen findet sich in allen Drüsen nur mosaikartiges oder aus rundlichen Zellen bestehendes Pflasterepithel, dessen Zellen, da sie eben am Sekretionsprozeß beteiligt sind, Sekretionszellen genannt zu werden pflegen (s. Abb. 68 und 69). Die Arterien, die das zur Absonderung dienende Blut der Drüse zuführen, betreten sie entweder an einer oder an mehreren Stellen. Das erstere geschieht bei mehr kompakten Drüsen mit glatter Oberfläche, die nur einen einzelnen Einschnitt

besitzen, das letztere bei solchen mit mehreren Einschnitten und mit gelappter Oberfläche. Die BlutgefäÙe umspinnen mit ihren HaargefäÙnetzen die Verzweigungen der Ausführungsgänge und liefern den Stoff, das Plasma, der durch die Lebenstätigkeit der Drüse umgearbeitet und als bestimmte und spezifische Sekretionsflüssigkeit, als Speichel, als Galle, als Magensaft zum Vorschein kommt (s. Abb. 70).

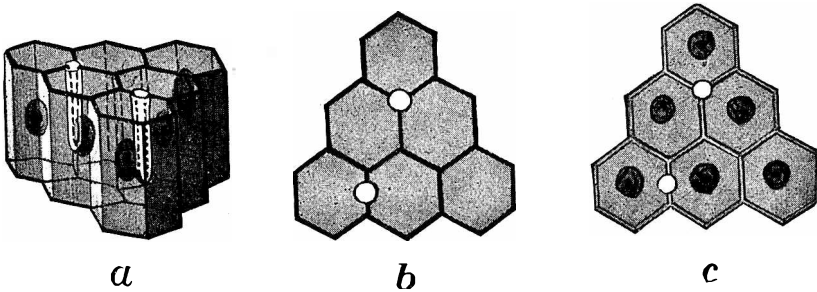


Abb. 68. Schematische Darstellung von zwischenzelligen Sekretkanälchen:
a von der Seite, b von oben, c im Querschnitt.

Die Anzahl und die Weite sowie die Verlaufsrichtung der HaargefäÙe einer Drüse haben insofern auf die Absonderung Einfluß, als sie die Menge des Blutes, das zur Absonderung dient, sowie die Geschwindigkeit seiner Bewegung und den Druck, unter dem es strömt, bedingen. Drüsen, die reich an weiten HaargefäÙen sind, liefern auch umfangreichere Absonderungsmengen, und je geschlängelter der Verlauf der

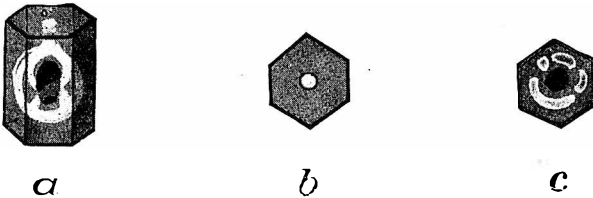


Abb. 69. Schematische Darstellung von binnenzelligen Sekretkanälchen:
a von der Seite, b von oben, c im Querschnitt.

HaargefäÙe ist, desto länger muß das Blut in der Drüse verweilen und desto größer auch der Druck werden, der den Austritt seines Plasmas bedingt. Im übrigen wird zu den meisten Absonderungen nur arterielles Blut verwendet. Die Teilnahme von venösem Blut am Absonderungsgeschäft tritt nur in der Leber evident hervor. Die Unterbindung der zuführenden Arterie einer Drüse bedingt auch notwendig den sofortigen

Stillstand ihrer Funktion. Dabei stehen alle Absonderungen unter dem Einflusse des Nervensystems, ein Einfluß, der sich schon in der täglichen Erfahrung zeigt, daß Gemütsbewegungen und krankhafte Nervenzustände die Menge und Beschaffenheit der Absonderungen ändern. Ist es doch bekannt, daß eine Verärgerung einer Säugenden infolge der dadurch veränderten Beschaffenheit ihrer Milch dem Säuglinge Bauchschmerzen und Durchfall zuziehen kann und ebenso, daß Furcht oder ängstliche Spannung des Gemüts die Harnabsonderung, daß Appetit die Speichelabsonderung und wollüstige Vorstellungen die Absonderungen des männlichen

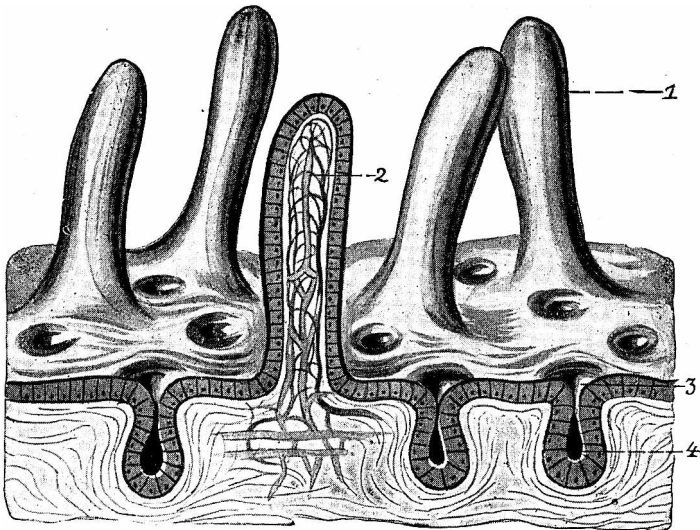


Abb. 70. Querschnitt durch eine Darmzotte und durch die Darmschleimhaut.
1. Darmzotte, 2. Gefäßschlinge, 3. Drüsenmündung, 4. Drüse.

Samens vermehren, ja, daß besondere Nervenerregungen sogar auf besondere Drüsen wirken, der Zorn auf die Leber, die Geschlechterregung auf die Hoden, die Furcht auf die Nieren, das Verlangen nach Leckerbissen auf die Speicheldrüsen, die Trauer und der Schmerz auf die Tränenrüsen. Heiterkeit und Frohsinn wirken hingegen auf alle Absonderungen förderlich.

Jede Reizung einer Drüse vermehrt den Blutandrang zu ihr und somit auch ihre Absonderung. Wird dieser Blutandrang zur Drüse bis zur Entzündung gesteigert, die die Haargefäße durch Blutgerinnsel verstopft, so nimmt die Absonderung hingegen ab und unterbleibt schließlich ganz.

Fernerhin erleiden die Absonderungsstoffe während ihrer Weiterbeförderung durch die Ausführungsgänge eine Veränderung ihrer Zusammensetzung, die zunächst nur als eine Eindickung, eine erhöhte Konzentration, erscheint. Das tritt in den Harnwerkzeugen am deutlichsten hervor, wo der Harn um so konzentrierter wird, je mehr er sich der Harnröhre nähert. An manchen derjenigen Drüsen, die fortwährend und ohne Unterbrechung absondern, ist ihren Hauptausführungsgängen ein Nebenbehälter angefügt, in dem die abgesonderten Flüssigkeiten immer bis zur bestimmten Ausleerungszeit aufbewahrt und auch durch Aufsaugung gewisser wässriger Bestandteile und durch Hinzufügung von Absonderungen des Behälters selbst in ihrer Zusammensetzung umgeändert werden. Solche Behälter sind die Gallenblase, die Samenbläschen, die Harnblase.

Eine eigene Gruppe von Drüsen bilden die sogenannten Drüsen ohne Ausführungsgänge. Ihr äußeres Aussehen erinnert zwar an das einer Drüse, wobei aber deren wesentlichstes Merkmal, der Ausführungsgang, fehlt. Hierher sind die Schild- und Brustdrüse, die Nebennieren und die Milz zu zählen. Dies sind sämtlich Drüsen mit *innerer Absonderung*, drüsige Organe, die die von ihnen bereiteten spezifischen Produkte nicht nach außen, sondern gleich wieder in das Blut hinein abgeben. Mit dem Blute gelangen dann diese Stoffe in den allgemeinen Körper und zu den Stätten ihrer besonderen Wirksamkeit. Eine derartige innere Absonderung geht übrigens auch an manchen der Drüsen, die mit Ausführungsgängen ausgestattet sind, neben ihrer äußeren vor sich, so bei der Bauchspeicheldrüse und bei den Geschlechtsdrüsen.

Die durch den Stoffwechsel gebildeten stickstoffreichen Zersetzungsprodukte werden, soweit sie löslich sind, durch die *Nieren* aus dem Blute ausgeschieden. Diese sind die einzigen Absonderungsorgane, welche den in Geweben enthaltenen Stickstoff in Form von Harnstoff und Harnsäure aus dem Bereich des Organismus hinauszuschaffen haben. Das Verbleiben dieser Zersetzungen im menschlichen Leibe wäre mit dem Fortbestande des Lebens unerträglich und müßte durch den rapid verlaufenden, schweren Zustand der Urämie alsbald zum Tode führen. In der Hüftgegend liegen die Nieren im Innern der Bauchhöhle, und zwar außerhalb des Bauchfells an der vorderen Seite des viereckigen Lendenmuskels. Sie grenzen nach vorn unmittelbar an das über sie hinwegstreichende Bauchfell und mittels dieses an den Dickdarm. Die rechte Niere liegt etwas tiefer als die linke, da sie durch die voluminöse Leber mehr herabgedrückt

wird. Die Gestalt der Nieren (s. Abb. 71) ist bohnenförmig, der äußere Rand gewölbt, der innere vertieft und mit der Nierenpforte versehen, einem Einschnitte, der als Stelle für den Austritt und den Eintritt der Nierengefäße dient. Ihre Farbe ist rotbraun, bei Blutkongestion dunkler und blaurot und von derber Beschaffenheit. Ihre Länge ist fast das Doppelte der Breite. Ein ziemlich dickes Lager von fettreichem und lockerem Bindegewebe, die Nierenkapsel, umgibt sie und sichert ihre

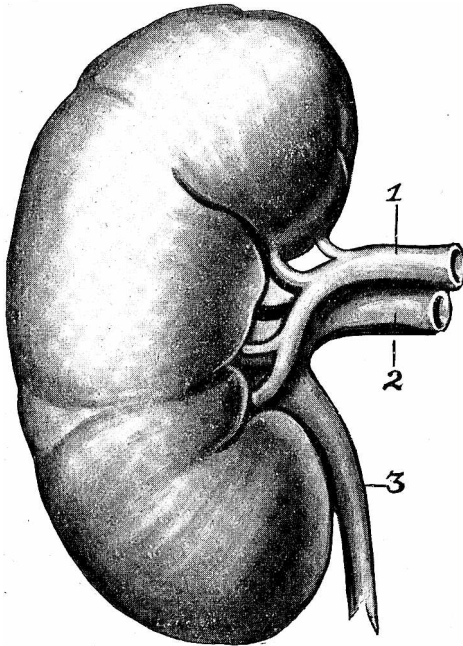


Abb. 71. Die Niere.

1. Nierenader, 2. Nierenschlagader, 3. Harnleiter.

Lage, jedoch nicht in so festem Zusammenhalt, daß nicht infolge allerlei mechanischer Einwirkungen Lageveränderungen der einen oder auch beider Nieren auftreten könnten, ja, sie können selbst des öfteren durch eine Lockerung ihrer Verbindungen mit der Umgebung und durch die Verlängerung der Gefäße, an denen sie hängen, eine solche Verschiebbarkeit erlangen, daß sie als sogenannte wandernde Nieren bezeichnet zu werden pflegen. Unter der Fettkapsel wird die äußere und glatte Oberfläche der Organe von einer dicht anschließenden fibrösen Hülle überzogen, die sich sehr leicht abziehen läßt und am Hilus in das Gewebe der Nieren eindringt, um auch jene Höhle des Nierenkörpers auszukleiden, in der das Nierenbecken samt den Stämmen und den Anfangszweigen der Blutgefäße lagert. Wird eine Niere ihrer Länge nach vom gewölbten gegen den vertieften Rand hin durchgeschnitten, so zeigt sich, daß ihre Substanz keine gleichförmige ist. Es erscheinen grauliche, dreieckige, mit ihrer Basis gegen den gewölbten Rand gerichtete Stellen, welche der Marksubstanz angehören und eine sie umgebende, rotbraune Masse, die Rindensubstanz. Die dreieckigen Figuren auf der Durchschnittsfläche der Nieren sind die Durchschnitte

der Nieren, jedoch nicht in so festem Zusammenhalt, daß nicht infolge allerlei mechanischer Einwirkungen Lageveränderungen der einen oder auch beider Nieren auftreten könnten, ja, sie können selbst des öfteren durch eine Lockerung ihrer Verbindungen mit der Umgebung und durch die Verlängerung der Gefäße, an denen sie hängen, eine solche Verschiebbarkeit erlangen, daß sie als sogenannte wandernde Nieren bezeichnet zu werden pflegen. Unter der Fettkapsel wird die äußere und glatte Oberfläche der Organe von einer dicht anschließenden fibrösen Hülle überzogen, die sich sehr leicht abziehen läßt und

der sogenannten Malpighischen Pyramiden, deren nach dem Hilus gerichtete, abgerundete Spitzen Nierenwärzchen benannt sind. Die Zahl dieser Pyramiden in einer Niere überschreitet nur sehr selten sechzehn, sind ihrer weniger, so erscheinen die einzelnen dann breiter und dicker.

Der Bau der Nieren ist der, daß die sehr mächtige Nierenschlagader sich nur in der Rindensubstanz verästelt. Sie dringt vom Hilus aus mit mehreren Ästen zwischen den Malpighischen Pyramiden gegen die äußere

Oberfläche der Niere vor und zerfällt dabei in immer kleiner und kleiner werdende Zweigchen, die, bevor sie kapillar werden, sich aufknäueln und die sogenannten Gefäßknäuel bilden. Diese für die Niere überaus charakteristischen und wesentlichen Knäuel werden von häutigen Kapseln umgeben, die nach ihrem Entdecker Bowmansche Kapseln heißen. Während der Aufknäuelung spaltet sich die Arterie mehrmals, geht aber, nachdem sie durch die Vereinigung ihrer Spaltungsäste wieder einfach geworden, an derselben Stelle aus dem Knäuel wieder heraus, an welcher sie in ihn eingetreten ist, und löst sich nun erst in kapillare Verzweigungen auf, aus denen

sich wie gewöhnlich die Anfänge der Venen hervorbilden. Die Größe der einzelnen Knäuel beträgt zwischen einem fünfzigstel bis zu einem zehntel Millimeter, ihre Zahl ist Legion. An wohlgelungenen Injektionspräparaten scheint die Rindensubstanz der Niere (s. Abb. 73) nur aus einem Mosaik kleiner Knäuel zu bestehen. Das austretende Gefäß eines Knäuels ist von kleinerem Kaliber als das eintretende. Dieser Umstand hat zuerst auf den Gedanken geführt, daß infolge der Blutstauung im Knäuel, die

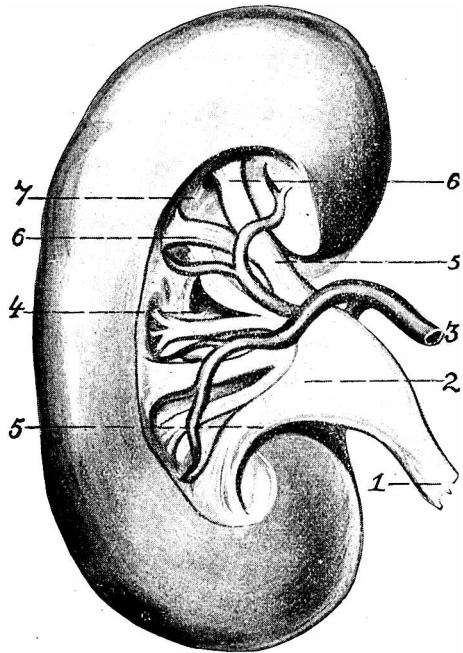


Abb. 72. Niere mit bloßgelegtem Nierenbecken. 1. Harnleiter, 2. Nierenbecken, 3. Nierenschlagader, 4. Nierenbucht, 5. größere Nierenkelche, 6. kleinere Nierenkelche, 7. Schnittfläche der Nierensubstanz.

durch diese Ungleichheit des Zufuhrweges und des Abzugskanals bedingt wird, der wässerige Anteil des Blutes durch die Wände der Knäuelgefäße hindurchgepreßt wird, daß das Blut in ihnen somit an Menge verliert und an Konzentrierung gewinnt. Eine weitere Besonderheit im Baue der Niere bilden sodann die Harnkanälchen. Sie nehmen ihren Anfang aus den Kapseln der Malpighischen Körperchen. Eine jede solche Kapsel hat nämlich eine Öffnung, die der Eintrittsstelle der Knäuelarterie in die Kapsel gegenüberliegt, und an dieser Öffnung

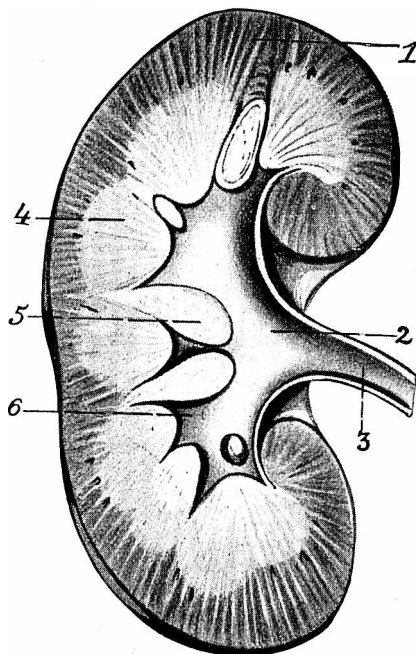


Abb. 73. Längsschnitt durch die Niere.
1. Rindenschicht, 2. Nierenbecken, 3. Harnleiter, 4. Pyramiden mit Markstrahlen, 5. Nierenpapillen, 6. Nierenkelch.

beginnt immer ein Harnkanälchen (s. Abb. 74). Es gibt deren also ebensoviele als Kapseln. Sie verlaufen anfangs geschlängelt durch die Rindensubstanz der Niere und treten dann in die Pyramiden ein, biegen dann schlingenförmig und verbinden sich zum Teil unter mannigfaltigen Krümmungen zu einem gemeinsam größeren Stämmchen (vgl. Abb. 75). Diese Stämmchen treten in die Pyramiden ein und verlaufen vollkommen gradlinig und vorschreitend, je zwei und zwei unter sehr spitzigen Winkeln zusammenfließend, gegen die Warze der Pyramide. Diese spitzwinkelige Verschmelzung wiederholt sich so oft, daß dann an der Warze selbst schließlich von der sehr großen Anzahl der in die Pyramide eingetretenen Röhrrchen nur noch ungefähr vierzig übrigbleiben, die nun an der Oberfläche der Warze mit feinen Öffnungen münden. Eine jede einzelne Malpighische Pyramide der Marksubstanz ist somit nur ein aus solchen Röhrrchen bestehendes Bündel.

Diese Nierenpapillen werden von kurzen häutigen Schläuchen umfaßt, in die sie wie lose eingesteckte Pfropfen hineinragen. Die Schläuche sind die Nierenkelche, die je zwei oder drei dann in weitere Schläuche zusammentreten, durch deren Zusammenfluß dann endlich ein einziger

größter Kelch, das *Nierenbecken*, entsteht (s. Abb. 72). Es liegt hinter der Nierenschlagader und der Nierenader in der Nierenpforte und der Nierenbucht und geht trichterförmig sich verengend in den *Harnleiter* über, welcher an der vorderen Fläche des großen Hüftlendenmuskels herabsteigt und dabei gegen den entgegengesetzten Harnleiter gerichtet ist. Beide treten dann zur hinteren Wand der Harnblase und am Grunde dieser, deren Muskulatur und deren Schleimhaut sie schief durchbohren, in die Blasenhöhle hinein.

Die Harnwerkzeuge besitzen in der *Harnblase* einen häutig muskulösen Behälter, in dem der Harn, der fortwährend durch die Harnleiter zufließt, zunächst aufbewahrt wird, um nicht ununterbrochen nach außen abträufeln zu müssen. Die Harnblase (s. Abb. 76) ist von ovaler Gestalt mit stärkerer Wölbung der hinteren als der vorderen Wand, sie liegt in der Mitte des Körpers hinter der Vereinigung der Schambeine, über deren oberen Rand sie sich im angefüllten Zustand erhebt. Nach hinten grenzt sie beim Manne an den Mastdarm, bei der Frau an die Gebärmutter, und besitzt des-

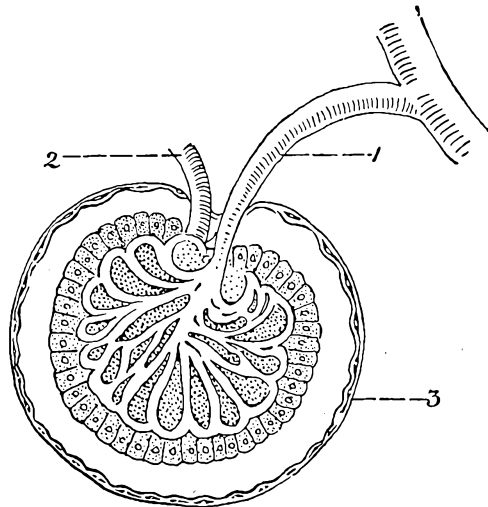


Abb. 74. Gefäßknäuel.

1. Zuführendes Gefäß, 2. abführendes Gefäß,
3. Bowmansche Kapsel, in der sich der Harn sammelt.

halb bei dieser von vorn nach hinten eine geringere Tiefe, was aber durch eine größere Seitenausdehnung so reichlich ausgeglichen wird, daß die weibliche Harnblase die männliche an Geräumigkeit noch übertrifft. In ihrem Scheitel hängt die Blase durch das mittlere Nabelband mit dem Nabel zusammen.

An den Scheitel schließt sich der Körper der Blase an, und auf diesen folgt dann der breiteste Teil oder der Grund, der bei dem Manne auf dem Mittelfleische und einem Teil der vorderen Mastdarmwand aufrucht, bei der Frau dagegen auf der vorderen Wand der Mutterscheide. Die Seitenwände der Blase werden durch die seitlichen

Nabelbänder mit dem Nabel verbunden. Derjenige Teil des Blasengrundes, von dem aus die Harnröhre abgeht, wird der Blasenhalshals genannt.

Auch die Wandungen der Harnblase bestehen aus mehrfachen Schichten. Von außen nach innen folgen: zunächst ein nur an ihrem Scheitel sowie an der hinteren und an der seitlichen Wandung vorhandener Bauchfellüberzug, dann eine aus Längsfasern sowie Ringfasern bestehende organische Muskelschicht, deren Längsfasern Muskelfasern der Harnblase benannt sind, und deren Kreisfasern um die Anfangsöffnung der Harnröhre herum den Schließmuskel bilden, weiter ein Bindegewebe, mit elastischen Fasern reichlich gemischt, und schließlich die innere Schleimhaut, die im leeren Zustande unregelmäßige Falten bildet und besonders gegen den Blasenhalshals hin zahlreiche kleine Schleimdrüsen enthält. Am Blasen Grunde münden die Harnleiter mit spaltförmigen Öffnungen in die Blase ein, die ungefähr vier Zentimeter auseinanderliegen und mit dem Anfangspunkte der Harnröhre die Ecken eines gleichschenkeligen Dreiecks darstellen, das sogenannte Lieutaudsche Blasendreieck. Hier ist die Muskulatur der Harnblase stärker entwickelt, und ihre einzelnen Bündel sind dichter zusammengedrängt als sonstwo; die Schleimhaut des Blasendreiecks, die von einer besonders großen Empfindlichkeit ist, hängt an der unterliegenden Muskelschicht so fest an, daß sie sich bei entleerter Blase daselbst nicht in Falten zu legen vermag.

Die Harnröhre dient dem Manne zugleich als Entleerungsweg des Samens. Bei der Frau gehört sie nur dem harnableitenden Systeme an. Sie unterscheiden sich beide in vielen Punkten.

Die *männliche Harnröhre* (vgl. Abb. 77) stellt einen sechzehn bis achtzehn Zentimeter langen Schlauch dar, der einen so hohen Grad von Ausdehnbarkeit besitzt, bis auf dreiviertel Zentimeter Durchmesser, daß er die Einführung der dicksten Instrumente gestattet. Stellt man sich das männliche Glied im Zustande der Erektion vor, so beschreibt die Harnröhre von ihrem Beginne an der Blasenöffnung bis zur äußeren Mündung an der Eichel einen nach unten gewölbten Bogen, dessen Mittelpunkt in der Schamfuge liegt. Denkt man sich nun das Glied in Erschlaffung übergegangen und herabhängend, so muß zu dieser Krümmung noch eine zweite, nach oben gewölbte hinzukommen, und zwar an derjenigen Stelle, an der das dem Gliede angehörige und mit ihm bewegliche Stück der Harnröhre in den im Mittelfleische liegenden und mannigfach fixierten Abschnitt übergeht. Ihre Verlaufsrichtung ist bei erschlafftem Gliede somit „S“-förmig. Die ganze Länge der Harnröhre

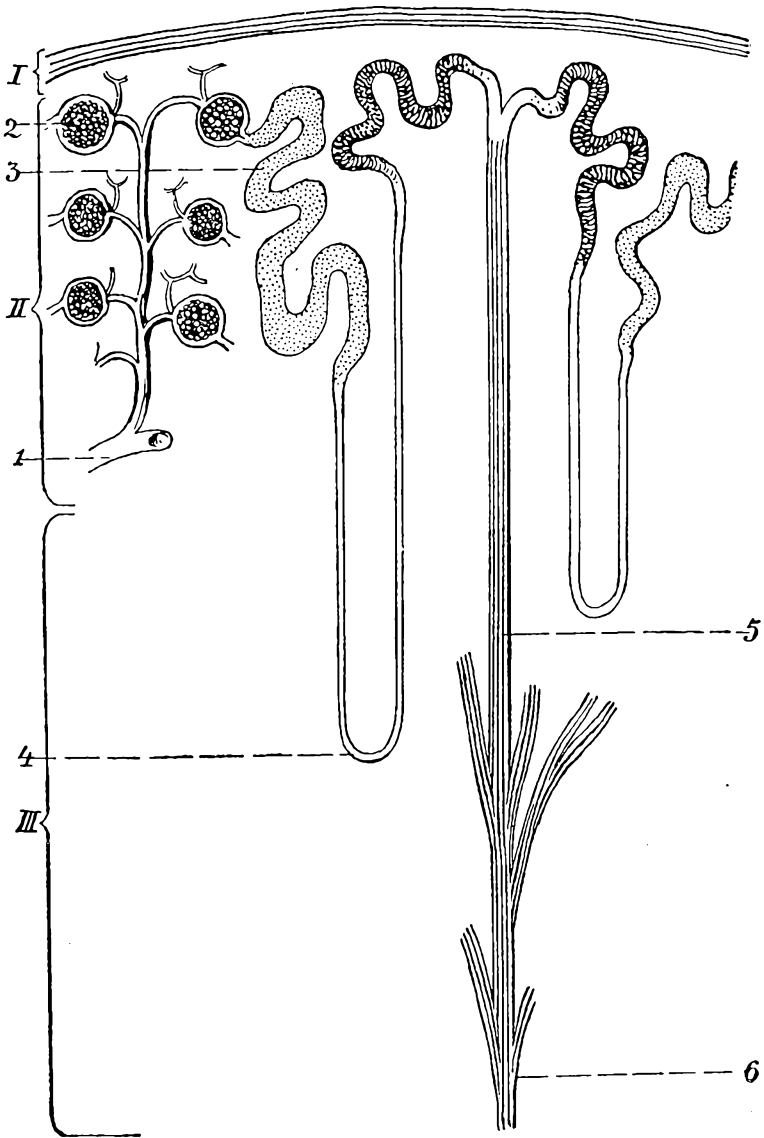


Abb. 75. Schematische Darstellung der Harnkanälchen.

I. Nierenkapsel, II. Nierenrinde, III. Nierenmark.

1. Ast der Nierenschlagader, 2. Gefäßknäuel im Nierenkörperchen, 3. Gewundenes Harnkanälchen, 4. Schleife, 5. Harnsammelkanal, 6. Nierenkelch.

gliedert sich in drei Abschnitte, den sogenannten Blasenhal, den häutigen Teil und den Gliedteil der Harnröhre. Der erste Teil durchbohrt unter normalen Verhältnissen die Vorsteherdrüse. Die Schleimhaut, die ihn auskleidet, bildet an ihrer hinteren Wand eine längsgerichtete Falte, den sogenannten Schnepfenkopf. Hier münden rechts und links die beiden Samenausführungsgänge in die Harnröhre ein, und seitwärts vom Schnepfenkopfe befinden sich die feinen und zahlreichen Öffnungen der

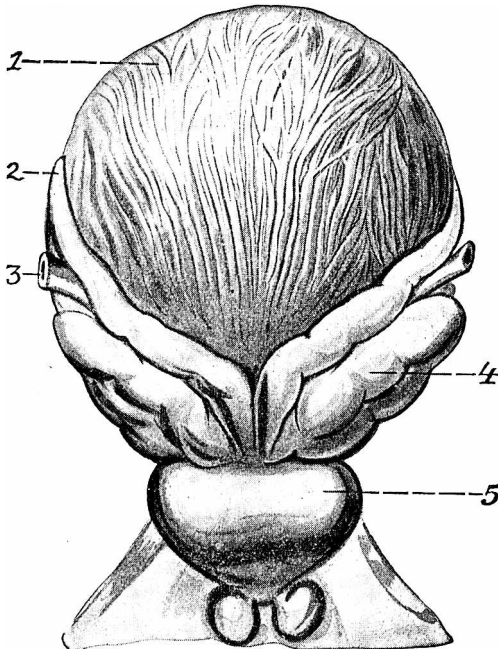


Abb. 76. Harnblase von hinten.

1. Blase, 2. linker Samenleiter, 3. linker Harnleiter, 4. rechte Samenblase, 5. Vorsteherdrüse.

Ausführungsgänge der Vorsteherdrüse. Der zweite Abschnitt wird auch der häutige Teil der Harnröhre genannt. Der Gliedteil steigt mit dem ihn umgebenden Schwellkörper zur Wurzel des Gliedes auf, biegt sich von da an mit ihr in den hängenden Teil des Gliedes und begleitet dieses bis zur äußeren Mündung. Dieser Schwellkörper hat denselben Bau wie die beiden anderen großen Schwellkörper des Gliedes. Dasjenige Stück des Schwellkörpers der Harnröhre, das mit ihr bis zur Wurzel des Gliedschaftes aufsteigt, heißt seiner Dicke wegen Harnröhrenzwiebel. Hier in dem von diesem umfaßten Teile zeigt die Harnröhre an ihrer unteren Wand eine Ausbuchtung, in diese münden die Ausführungsgänge der dahinter gelegenen beiden Cowperschen Drüsen. Vorn aber, bevor die Harnröhre an der Eichel mit einer von zwei seitlichen Lippen begrenzten senkrecht verlaufenden Öffnung mündet, bildet ihre untere Wand eine seichte Vertiefung, die schifförmige Grube, in der die ersten Erscheinungen einer Entzündung der Harnröhre aufzutreten pflegen.

Die weibliche Harnröhre besitzt im Gegensatze zu der des Mannes

nur eine Länge von vier Zentimetern, sie kann nach ihrer Lage und Bildung nur mit dem häutigen Teile der männlichen verglichen werden, ist aber weiter als dieser und läßt sich überdies bis auf einen Zentimeter Durchmesser und darüber ausdehnen. Sie nimmt eine schwach bogen-

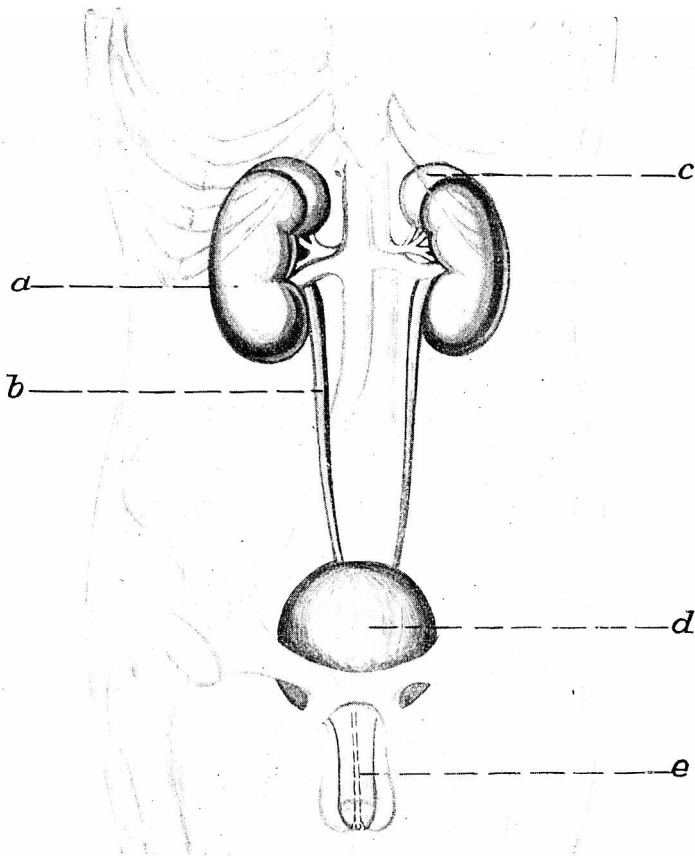


Abb. 77. Harnorgane des Mannes.

a Niere, b Harnleiter, c Nebenniere, d Harnblase, e Harnröhre.

förmige und nach oben vertiefte, nach vorn und unten abschüssige Richtung. Während ihres ganzen Verlaufes steht sie mit der vorderen Wand der weiblichen Scheide in inniger Verbindung. Ihre äußere Mündung liegt in der Tiefe der Schamspalte, dicht über oder vor dem Scheideneingange und hat rundliche Gestalt mit etwas gewulstetem Rande.

Wir kommen nun zu dem Absonderungserzeugnis der Nieren, zum *Harn*, den man als die wichtigste Ausscheidung aus dem menschlichen Körper betrachten kann. Im Harn verlassen die in Wasser löslichen Endprodukte des Stoffwechsels den Körper. Die Harnanalyse gewinnt ihre Erkenntnisse aus der durch die Krankheiten veränderten Beschaffenheit des Harns. Es ist daher für jeden, der sich über die Zustände im gesunden wie im kranken Körper Klarheit verschaffen will, unerlässlich, sich über seine Zusammensetzung zu orientieren. An Menge produziert der Mann tausend bis tausendfünfhundert Kubikzentimeter, also einen bis einundeinhalb Liter in vierundzwanzig Stunden, die Frau neunhundert bis zwölfhundert. In der Nacht zwischen zwei bis vier Uhr liegt das Minimum der Harnabsonderung, am Vormittag tritt ein Maximum ein, ein zweites dann nachmittags wiederum in der Zeit von zwei bis vier Uhr. Vermindert wird die Menge durch starke Schweiße, durch Durchfälle, durch Dursten, auch durch eine vorwiegend stickstofffreie Nahrung, sowie bei der Abnahme des gesamten Blutdruckes und nach starken Blutverlusten. Vermehrt wird sie durch ein Ansteigen des Blutdruckes im allgemeinen oder im Gebiete der Nierenarterien allein, sowie durch starkes Trinken. Wichtig ist das spezifische Gewicht des Harns. Es schwankt zwischen tausendfünfzehn und tausendfünfundzwanzig. Sein Minimum nach äußerst reichlichem Wassergenuss kann tausendundzwei sein, das Maximum nach sehr starkem Schwitzen, ohne daß der dadurch hervorgerufene, lebhafteste Durst befriedigt wird, tausendvierzig. Unter krankhaften Verhältnissen jedoch findet sich ein sehr konzentrierter Harn von spezifischem Gewicht von tausenddreißig bis tausendsechzig und trotzdem von zugleich sehr reichhaltiger Menge, die bis zehntausend Gramm täglich ansteigen kann. Dies ist z. B. der Fall bei der Zuckerharnruhr. Seine Farbe schwankt, wie wohl jeder schon an sich selbst beobachtet hat, und zwar hauptsächlich infolge des wechselnden Wassergehaltes in vielfachen Abstufungen vom Blaugelb bis zum Gelbbrot. Völlig wasserklare Harne finden sich bei plötzlichem Harndrang, wie er bei bestimmten Herzanfällen auftritt und auch bei Hysterischen. Sein Geschmack ist salzig-bitterlich. Die Reaktion des normalen Harns gegen Lackmus ist sauer durch das Vorhandensein von sauren Salzen in ihm, hauptsächlich des sauer reagierenden Mononatriumphosphates. Während der Harn der Fleischfresser blaß bis goldgelb ist, hohes spezifisches Gewicht besitzt und stark sauer reagiert, ist der Harn der Pflanzenfresser von neutraler oder alkalischer Reaktion gegen Lackmus. Er enthält Niederschläge

von kohlen sauren Erden und braust darum auch nach Säurezusatz auf. Auch phosphorsaure Erden sind in ihm zum Ausfallen gekommen. Auch im normalen und sauren Harne kann sich, wenn auch nicht immer, beim Stehen nach einiger Zeit ein Sediment ausscheiden, das hauptsächlich aus Harnsäure und aus harnsauren Salzen besteht, daneben auch aus oxalsaurem Kalk.

Unter den organischen Bestandteilen des Harns ist der *Harnstoff* der bedeutendste. Er kristallisiert in seidenglänzenden vierseitigen Prismen mit schief gestutzten Endflächen nach dem rhombischen System ohne Kristallwasser, bei schneller Kristallisation in zarten weißen Nadeln. Die Kristalle lassen sich ohne Zersetzung bis auf hundertzwanzig Grad erhitzen. Er ist geruchlos und von schwach bitterlich kühlendem und salpeterartigem Geschmack, leicht in Wasser und in Alkohol löslich und in Äther unlöslich. Wie gesagt, ist der Harnstoff unter den stickstoffhaltenden Bestandteilen des Harns nicht nur an sich der wichtigste, er ist es auch quantitativ. Beim Menschen finden sich von dem Gesamtstickstoff des Harns etwa fünfundachtzig Prozent in Form von Harnstoff, und nur der Rest kommt hauptsächlich als Harnsäure, Kreatinin, Hippursäure und Ammoniak vor. Er ist das hauptsächlichste Endprodukt des Eiweißstoffwechsels. Der größte Teil des mit dem Eiweiß eingeführten Stickstoffes verläßt den Körper wieder in Form von Harnstoff. Der Gesamtharn enthält im Durchschnitt zweieinhalb bis über drei Prozent Harnstoff, der Erwachsene scheidet bei gewöhnlicher Ernährung täglich etwa dreißig bis vierzig Gramm davon aus, und da die Größe der täglichen Harnstoffausscheidung bedingt wird durch den Umfang der Eiweißzersetzung im Körper, und diese sich wieder stets der Eiweißzufuhr anpaßt, so hängt die Größe der täglichen Harnstoffausscheidung ebenso wie die der Gesamtstickstoffausscheidung vor allen Dingen ab von der Menge des in der Nahrung eingeführten Eiweißes und sinkt dementsprechend im Hunger bis auf zehn Gramm pro Tag.

Die *Harnsäure* ist im Menschenharn und im Harne der Säugetiere nur in verhältnismäßig geringer Menge enthalten, noch nicht einmal ein volles Gramm pro Tag, sie ist geschmacklos, geruchlos und farblos, aber sehr schwer im Wasser löslich, und zwar in reinem Wasser von mittlerer Wärme nur wie Eins zu Vierzigtausend. Auch in Alkohol oder in Äther ist sie unlöslich. Sie kristallisiert in verschiedenen Formen, deren Grundtypus die rhombische Tafel bildet. Die Abstumpfung der gegenüberliegenden größeren Winkel bewirkt ihre so häufige Wetzsteinform. Die

Kristalle sind durch anhaftenden Harnfarbstoff braun gefärbt. Die Harnsäure bildet neutrale und saure Salze, von denen die neutralen leicht löslich, die anderen in kaltem Wasser schwer, in warmem viel leichter löslich sind.

Auch die bei der *Fäulnis des Eiweißes* im Darm entstehenden stickstoffhaltigen und stickstofffreien Produkte gelangen zur Aufsaugung ins Blut und werden dann, vorwiegend an Schwefelsäure zur Ätherschwefelsäure gebunden, durch den Harn ausgeschieden. Die Schwefelsäure stammt dabei aus der Verbrennung des im Eiweiß enthaltenen Schwefels. So findet sich im Harn Indikan, das weiße, glänzende Tafeln und Plättchen bildet und leicht in Wasser, aber wenig in Alkohol löslich ist.

Auch eigene *Farbstoffe* besitzt der Harn, von denen das Urochrom der hauptsächlichste ist. Er gibt ihm die gelbe oder orange und selbst braune Farbe. Das Urochrom ist formlos und braun gefärbt, es stammt weder vom Gallenfarbstoff noch vom Blutfarbstoff ab, sondern vom Eiweiß.

Nach dem Genusse von oxalsäurehaltigen Nahrungsmitteln, wozu fast alle pflanzliche Nahrung und ganz besonders der Sauerampfer und der Spinat gehören, steigt die Oxalsäureausscheidung an.

Von *anorganischen Körpern* finden sich im Harn an *Säuren* die Salzsäure in Form von Chloriden als Chlornatrium. Ihre Menge entspricht dem mit der Nahrung aufgenommenen Kochsalz, durchschnittlich zehn bis fünfzehn Gramm pro Tag. Während des Hungerns sinkt die Kochsalzausscheidung schnell bis auf geringe Spuren. Ferner findet sich im Harn noch Phosphorsäure. Ihre Menge beträgt ungefähr dreieinhalb Gramm pro Tag, wechselt aber je nach der Nahrung. Dann gibt es im Harn Schwefelsäure. Die Gesamtschwefelsäure im Harn beträgt zwei bis drei Gramm pro Tag bei mittlerer Ernährung, da in der Nahrung schwefelsaure Salze überhaupt nicht oder nur in ganz minimalen Mengen enthalten sind. So stammt die gesamte Schwefelsäure des Harns aus der Verbrennung des Schwefels der Eiweißstoffe. Sie hängt daher ebenso wie die Höhe des Gesamtstickstoffes des Harns vor allen Dingen von der Höhe der Eiweißzersetzung und daher von der Größe der Eiweißzufuhr in der Nahrung ab.

Unter normalen Verhältnissen enthält der Harn kein mit den üblichen Eiweißreaktionen nachweisbares *Eiweiß*. Die Nierenepithelien besitzen die Fähigkeit, es zurückzuhalten, so daß trotz des hohen Eiweißgehaltes des Blutes kein Eiweiß aus dem Blut in den Harn übertritt. Der Harn

unterscheidet sich in seiner Zusammensetzung von dem Blutplasma, aus dem er durch die Niere abgesondert wird, zunächst, indem er eine Reihe von Stoffen, die sich im Blutplasma nur in geringen Mengen vorfinden, in viel höherer Konzentration enthält, wie insbesondere den Harnstoff, die Harnsäure, die Kalisalze, die Schwefelsäure und manche andere, ferner durch die Aufnahme anderer Substanzen, die im Blute zum Teil in beträchtlichen Mengen, zum Teil unter normalen Verhältnissen gar nicht vorkommen, wie das Eiweiß oder nur in minimalen Spuren, wie den Traubenzucker. Bisher ist es nicht möglich, eine völlig befriedigende Erklärung des Vorganges der *Harnabsonderung* zu geben, und sie auf bekannte physikalische Vorgänge zurückzuführen. Es muß vielmehr angenommen werden, daß die aktive lebendige Tätigkeit eigener Absonderungszellen daneben eine bedeutsame Rolle spielt. Als einen Beweis dafür, daß eine Sekretion der spezifischen Harnbestandteile durch die Zellen der gewundenen Harnkanälchen erfolgt, kann man die Ausscheidung von indigoschwefelsaurem Natrium durch die Niere betrachten, das in die Blutbahn eingespritzt worden ist. Der Farbstoff findet sich dann im Innern der Zellen der gewundenen Harnkanälchen, nicht aber in den Kapseln, und weiter abwärts zeigt er sich in der Lichtung der Harnkanälchen, wohin er durch das Harnwasser herabgeschwemmt worden ist. Dasjenige Moment, das unter normalen Verhältnissen die Niere zur Tätigkeit anregt, ist offenbar in erster Linie die Zusammensetzung des Blutes. Eine jede Änderung darin bedingt eine erhöhte Nierentätigkeit, wodurch die normale Blutzusammensetzung dann wiederhergestellt wird. So ist die Niere dasjenige Organ, das die normale Zusammensetzung des Blutes aufrechterhält.

Die *Harnleiter* durchbohren also die Dicke der Blasenwand, und durchsetzen diese schräg und in längerem Verlauf. Ihre innere Öffnung ist ein schräg nach innen und abwärts gerichteter Schlitz in der Schleimhaut, der mit einem zugeschärften und klappenartigen Vorsprung versehen ist. Die Fortbewegung des Harns durch die Harnleiter geschieht infolge von wellenförmigen Bewegungen ihrer Muskelwände. Ein Zurücktreten des Harns aus der Blase in den Harnleiter ist dadurch erschwert, daß bei starker Spannung der Blasenwand dieser, soweit er innerhalb der Wandung liegt, gleichzeitig mit ihr zusammengepreßt wird, und daß die Dehnung der Blasenschleimhaut die Ränder der schlitzförmigen Mündungen straff gegeneinander spannt und die überstehende Zunge von dem Harndruck fest an die Unterlage angepreßt wird. Die Muskulatur der

Harnblase bildet in ihrer Gesamtheit einen gemeinsamen Hohlmuskel, dem die Aufgabe zukommt, bei seiner Zusammenziehung den Innenraum allseitig zu verkleinern und seinen Inhalt nach außen zu entleeren. Seine untersten Muskelbündel bilden im Trigonum einen besonderen glatten Schließmuskel der Harnblase. Er schließt nach vorn an die glatte Muskulatur der Harnröhre an. Im ruhenden Zustande ist die Blasenwand sehr dehnbar. Darum kann dann auch eine recht erhebliche Menge von Flüssigkeit in ihr Platz finden, ohne daß zunächst die Spannung der Blasenwand und der Druck, unter dem die Flüssigkeit steht, ansteigt. Von der Spannung der Blasenwand hängt das Gefühl des Harndranges ab. Sammelt sich der Harn in der Blase an, ohne daß es zu höherer Spannung der Blasenwände und zu größerem Drucke in der Flüssigkeit kommt, so genügt die einfache Dauerspannung des Schließmuskels, um das Ausfließen des Harns zu verhüten. Steigt die Flüssigkeitsmenge in der Blase dann mehr und mehr an und kommt es zu einer größeren Spannung der Blasenwände, so werden nun die sensiblen Nerven der Blase gereizt, die Reizung löst durch die im unteren Abschnitt des Rückenmarks gelegenen Zentren Blasenkontraktionen aus, die schließlich so stark werden können, daß sie den Druck des Schließmuskels überwinden und den Harn abfließen machen. So spielt sich der Vorgang der Zurückhaltung und der der Entleerung des Harns allerdings nur beim Kinde ab. Beim Erwachsenen stehen die Zentralapparate im unteren Rückenmarksabschnitt unter dem Einfluß von Nervenbahnen, die vom Großhirn herabkommen, die also Einflüsse des Bewußtseins vermitteln. Wenn bei zunehmender Füllung der Blase die sensiblen Blasenerven gereizt werden, so kommt uns dies als Gefühl des Harndranges zum Bewußtsein. Wir können dann bei starkem Harndrang die Wirkung des Schließmuskels der Harnblase, der für sich allein unter Umständen den lebhaften Blasenkontraktionen nicht genügend Widerstand leisten würde, durch die willkürliche Kontraktion des quergestreiften Schließmuskels der Harnröhre unterstützen.

¹ Anschließend an den Vorgang der Harnabsonderung werden wir nunmehr die *Absonderung durch die Haut* behandeln, wodurch der menschliche Körper ebenfalls wesentliche Mengen von Wasser und von besonderen Ausscheidungsprodukten nach außen abgibt. Die eigentliche Hautatmung ist geringfügig. Sie besteht in einer quantitativ nur sehr unbedeutenden Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure. Wesentlicher schon ist die Bereitung des Hauttalgs. Das von den Haarbalgdrüsen abgesonderte Fett ist bei seiner Entstehung flüssig, wird aber

bereits beim Aufenthalt innerhalb des Ausführungsganges der Drüse zu einer weißen, talgigen Masse. Es erhält die Oberhaut und die Haare geschmeidig und schützt die Haut vor einer zu starken Eintrocknung. Ein ähnliches Absonderungsgebilde ist die Käseschmiere, welche die Haut des Neugeborenen überzieht und ein schmieriges Gemisch von Hauttalg und von aufgeweichter Oberhaut darstellt, ein ähnliches Produkt das Ohrenschmalz. Das letztere ist ein Gemisch des Sekrets der Ohrenschmalzdrüsen und der Haarbalgdrüsen des Gehörganges. Auch das Sekret der Meibomschen Drüsen im Bindegewebe der Augenlider ist Hauttalg. Das Wesentlichste aber ist die *Wasserabgabe*. Die Haut gibt schon bei mittlerer Temperatur und bei Körperruhe dauernd Wasser in gasförmigem Zustande ab, während sie selbst trocken bleibt. Dabei handelt es sich um eine rein physikalische Wasserdampfabgabe, um eine Wasserdampfdiffusion durch die Epidermis hindurch. Die Schweißdrüsen sind daran nicht beteiligt. Erst bei einer höheren Temperatur der Umgebung von dreiunddreißig Grad an, oder bei Muskelarbeit, treten die Schweißdrüsen in Tätigkeit. Dadurch steigt die von der Haut abgegebene Wassermenge plötzlich stark an. Solange das Sekret der Schweißdrüsen unmittelbar in die Luft hinein verdunsten kann, bleibt die Haut auch jetzt noch trocken, es findet eine unempfindliche Schweißabgabe statt. Sehr bald aber tritt der Schweiß perlend aus den Mündungen der Schweißdrüsen hervor. Mit dieser Ausscheidung von dampfförmigem Wasser von seiten der Haut ist eine starke Wärmeabgabe verbunden. Daher kommt der Wasserdampfausscheidung eine große Bedeutung für die Wärmeregulation zu. Diese Wasserdampfausscheidung wechselt sehr. Am reichlichsten sondert die Hohlhand ab, danach die Fußsohle, weiter die Wange, die Brust, erst an letzter Stelle kommen Oberschenkel und Unterarm.

Unter der Bezeichnung Blutgefäßdrüsen faßte man in früherer Zeit eine Reihe von Organen zusammen, die einen mehr oder weniger drüsenähnlichen Bau besitzen und reichlich mit Blutgefäßen versorgt sind, aber über keinen Ausführungsgang verfügen, so daß ihre Funktion lange Zeit ganz unklar blieb. Jetzt hat sich in neuerer Zeit bei mehreren von ihnen das Vorhandensein einer *inneren Sekretion* feststellen lassen. Man versteht darunter das Produzieren von spezifischen, sehr lebenswichtigen Stoffen, den Hormonen, und deren Abgabe an das Blut. Auch bei manchen anderen wahren Drüsen mit vollentwickelten Ausführungsgängen muß neben ihrer eigentlichen äußeren auch noch eine nebenhergehende innere Sekretion angenommen werden. Die Wichtigkeit aller der hier in

Betracht kommenden, so lange Zeit hindurch unterschätzten Organe für das Wohlbefinden und das Leben läßt sich aus den sehr schweren Störungen

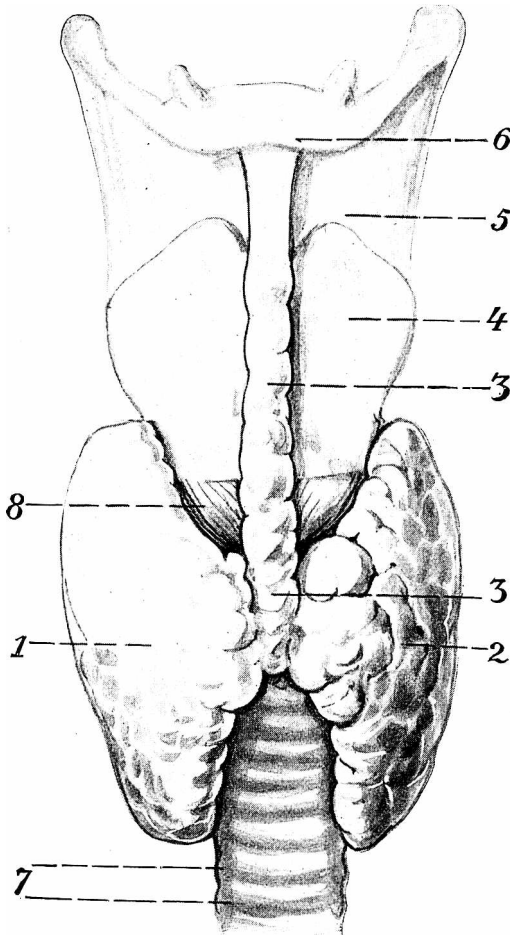


Abb. 78. Die Schilddrüse.

1. Rechter Seitenlappen, 2. linker Seitenlappen,
3. pyramidenförmiger Lappen, 4. Schildknorpel,
5. Band zwischen Zungenbein und Schildknorpel,
6. Zungenbein, 7. Luftröhrenknorpel, 8. Ringschildknorpelmuskel.

ersehen, die nach ihrer Entfernung regelmäßig auftreten und gleichzeitig auch aus den sehr ausgesprochenen Wirkungen der aus ihnen hergestellten Substanzen und Extrakte auf den menschlichen Organismus.

Die *Schilddrüse* hat die Gestalt eines Hufeisens oder eines Halbmondes mit sehr stumpfen Hörnern (s. Abb. 78). Ihr Mittelstück, das gewöhnlich weniger massig ist als ihre Seitenlappen und deshalb Isthmus (verengte Stelle) heißt, liegt auf den oberen Luftröhrenknorpeln auf, ihre paarigen Seitenlappen sitzen an und auf dem Schildknorpel des Kehlkopfes. Ihre sehr gefäßreiche Organsubstanz wird von einer dünnen, aber festen Bindegewebsmembran umschlossen, die Fortsetzungen in die Tiefe schiebt, um die Masse der Drüse

in größere oder kleinere Läppchen abzuteilen. Die Trennungsfurchen dieser Lappen und Läppchen werden

an der Oberfläche der Drüse durch die größeren Blutgefäße eingenommen, während das Bindegewebe aus einer zahllosen Menge kleiner rundlicher und vollkommen geschlossener Bläschen von verschiedener

Größe besteht, die einen flüssigen, eiweißartigen Inhalt und eine einfache Epithelschicht aus kubischen Zellen aufweisen. Die sehr reichliche Gefäßversorgung der Schilddrüse spricht für ihren Drüsencharakter. Neuerdings wurde festgestellt, daß die Schilddrüse regelmäßig Jod enthält, und zwar bis zu zehn Milligramm, und zwar in organischer Bindung als Thyreojodin oder Jodothyryn mit etwa neun Prozent Jod. Außerdem enthält sie Stickstoff und Phosphor. Doch soll das Jodothyryn als solches in der Schilddrüse nicht vorkommen, es stellt nur ein Umwandlungsprodukt des eigentlichen Schilddrüsensekrets dar.

Wird beim Tier die Schilddrüse ausgeschnitten, so zieht das unter den Erscheinungen einer chronischen Vergiftung den Tod nach sich. Es treten chronische Störungen des Stoffwechsels und Abmagerung auf, dann Ausfallen der Haare, ein Absinken der Körpertemperatur und des Blutdruckes. Ferner zeigen sich schwere Störungen des Nervensystems. Nach operativer Entfernung des Kropfes, der vergrößerten Schilddrüse, beobachtete man auch beim Menschen Schläfrigkeit, Apathie, Unterbrechung des Wachstums, mangelhafte Entwicklung der Geschlechtsorgane und ähnliche Erscheinungen. Bleibt beim Menschen die Schilddrüse in der Entwicklung zurück, so bleibt auch die Entwicklung der geistigen Funktionen aus, was sich bis zur vollständigen Idiotie, bis zum Kretinismus (Blödsinn) steigern kann. Entartet sie erst im späteren Leben, so bildet sich als Folgeerscheinung eine schleimige Infiltration des Unterhautzellgewebes neben tiefen Störungen des Nervensystems und starker Herabsetzung des Stoffwechsels aus.

Eine zweite Form der Drüsen mit Hormonbildung sind die *Nebennieren*, auch Obernieren genannt. Es sind zwei dreiseitige flache, gelbbraune drüsige Organe ohne Ausführungsgang, die mit einer konkaven Fläche am oberen Ende der Nieren aufsitzen, ohne mit ihnen in direktem Gefäßverkehr zu stehen. An der vorderen Fläche findet sich nahe der Basis ein tiefer Einschnitt, ein Hilus, durch den die Hauptvene des Organs und größere Lymphgefäßstämme hervortreten. Die Nebenniere wird sehr reichlich mit Blut versorgt. Sie hat den höchsten, für ein normales Organ beobachteten Blutzustrom, besitzt eine fibröse Umhüllungshaut und innerhalb dieser sowohl eine derbere Rindensubstanz als eine weichere, gewissermaßen schwammige Marksubstanz. Von der Umhüllungshaut dringen Faserzüge in die Rindensubstanz ein, um sie fächerig abzutheilen. Die einzelnen Fächer erscheinen bei mikroskopischer Untersuchung mit Zellen gefüllt, die sich der Länge nach aneinanderreihen. Die

Marks substanz dagegen besteht aus einem Netzwerk von weiten Haargefäßen und lockerem Bindegewebe, in dem mehrere verschiedene Formen von Zellen aufgespeichert sind. In der Rindensubstanz befinden sich die spezifischen Zellen, die durch den Gehalt an stark lichtbrechenden, eine Fettart enthaltende Körnchen charakterisiert sind, während die Marks substanz eine physiologisch außerordentlich wirksame Substanz enthält, das rein und kristallisiert dargestellte Adrenalin, das Suprarenin. Das Adrenalin kann durch chemische wie auch physiologische Reaktionen im Blut der Nebenniere nachgewiesen werden. Es gelangt also durch das abfließende Venenblut der Nebennieren in den allgemeinen Kreislauf. Der Nebenniere kommt danach die Funktion zu, beständig Adrenalin zu produzieren und in das Blut abzusondern, um die Spannung der Blutgefäße im Gebiete der vom Sympathikus versorgten Organe dauernd hoch zu halten. Die Entfernung beider Nebennieren führt ausnahmslos bei allen Tieren nach einigen Stunden oder doch spätestens einigen Tagen zum Tode. Die Nebennieren sind zum Leben durchaus notwendige Organe, und ihre Rinde muß daher im Körper eine lebenswichtige Funktion erfüllen, über die aber letzten Endes noch vollkommene Unklarheit herrscht.

Wir gelangen nunmehr zum *Hirnanhang*, zur Hypophysis. Dieser besteht aus einem vorderen drüsigen Lappen, der in den Maschen eines bindegewebigen Gerüsts aus Epithelzellen zusammengesetzte Zellager und zuweilen auch Drüsenschläuche mit freier Lichtung enthält, und aus einem hinteren, aus Nervengewebe und Bindegewebe bestehenden Lappen. Zwischen beiden findet sich bei vielen Tieren noch ein besonderer Abschnitt, ein Mittellappen, der mit Leimsubstanz gefüllte und den Follikeln der Schilddrüse ähnliche Bläschen enthält. Eine Entfernung der ganzen Hypophyse führt in kurzer Zeit zum Tode. Die Injektion von Hypophysenextrakt bewirkt eine starke Blutdrucksteigerung infolge der Kontraktion der Gefäße und der Verstärkung der Herztätigkeit. Diese Drucksteigerung ist von einer viel längeren Dauer als die durch Adrenalin bewirkte. Der Hypophysenextrakt erregt die Gebärmuttermuskulatur zu maximalen Kontraktionen und steigert die Erregbarkeit der in den Unterleibsnerven verlaufenden Uterusnerven.

Über die *Zirbel drüse*, die Epiphysis, die ebenfalls in diese Gruppe gehört, ist wenig Sicheres bekannt. Sie scheint mit ihrer Funktion in einem gewissen Gegensatze zur Hypophyse zu stehen und einen hemmenden Einfluß auf die Entwicklung des Genitalapparates auszuüben. Erst nach der Rückbildung der Zirbel drüse, die vom siebenten Lebensjahre an

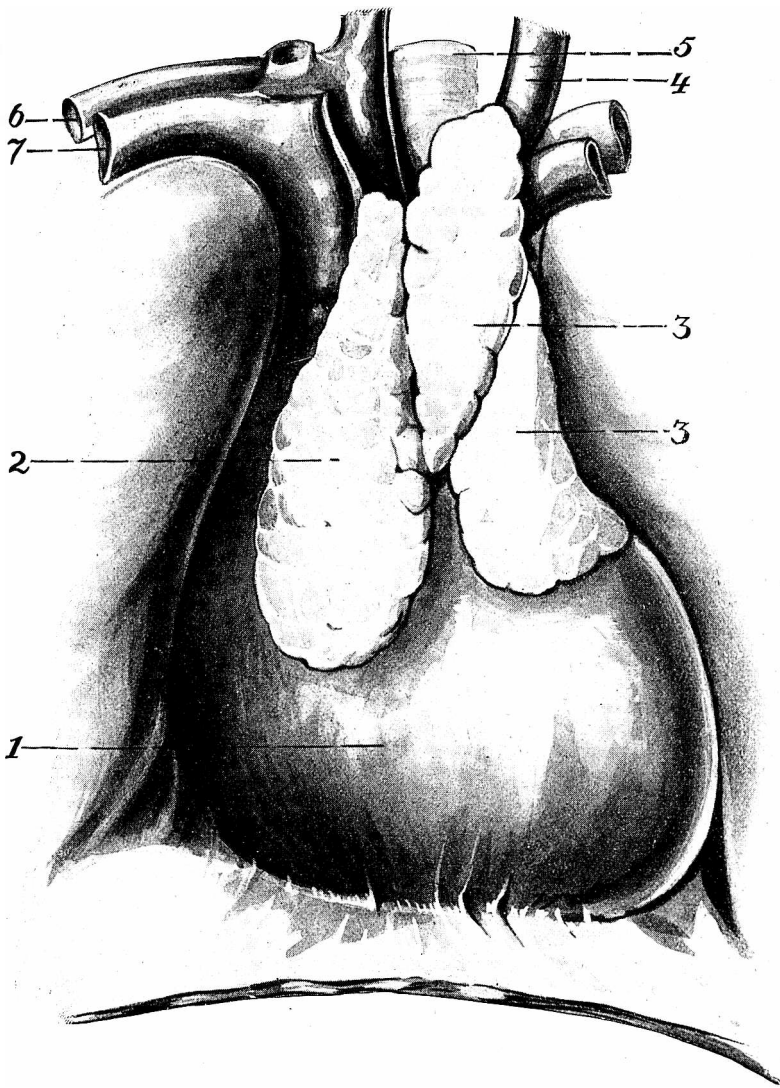


Abb. 79. Die Thymusdrüse.

1. Das Herz, 2. rechte Thymusdrüse, 3. linke Thymusdrüse, 4. linke Kopfschlagader, 5. Luftröhre, 6. Unterschüsselbeinschlagader, 7. Unterschüsselbeinader.

beginnt, kann die normale geschlechtliche Reife eintreten. Eine frühere Aufhebung der Tätigkeit der Drüse bewirkt körperliche und geistige Frühreife.

Über der Verrichtung der *Thymusdrüse*, im Dialekt Bries oder Milch, beim Kalb als wohlschmeckendes Organ Kalbsmilch genannt, schwebt dasselbe physiologische Verhängnis wie über den meisten dieser Drüsen mit Hormonbildung. Wir wissen über ihre Funktion soviel wie nichts, obwohl ihre Struktur ebenso genau bekannt ist wie jene der Schilddrüse (s. Abb. 79). Die Thymus existiert in ihrer vollen Entwicklung nur im Embryo und im frühen Kindesalter. Um die Zeit der Geschlechtsreife herum ist sie entweder wieder ganz verschwunden oder auf einen unansehnlichen Rest reduziert, der sich dann durchs ganze Leben hindurch erhalten kann. Sie hat beim Neugeborenen das körnige Ansehen einer azinösen Drüse und besteht aus zwei durch Bindegewebe zu einem länglichen platten Körper vereinigten und ungleich großen Seitenlappen, die wieder in kleinere Läppchen zerfallen. Ihr unterer Rand ist vertieft und verlängert sich in zwei stumpfe Hörner. Sie liegt hinter dem Handgriff des Brustbeins, wo sie die großen Gefäße der oberen Brustöffnung und teilweise den Herzbeutel bedeckt. Beim Embryo reicht sie bis zum Zwerchfell hinab.

Über den Einfluß der *Bauchspeicheldrüse* auf den Kohlehydratstoffwechsel haben wir an Ort und Stelle schon gesprochen. Wir besitzen in dieser Drüse ein Organ, das neben seiner Hauptfunktion, der Entsendung des notwendigen Sekrets, noch andere Aufgaben erfüllt. Man hat allmählich in Erfahrung gebracht, daß die Bauchspeicheldrüse einen besonderen, für den Zuckerstoffwechsel notwendigen Stoff erzeugt und durch innere Sekretion an das zirkulierende Blut abgibt. In der Tat ist diese Substanz neuerdings aufgefunden worden und hat den Namen Insulin erhalten. Es wirkt hemmend auf die Zuckerbildung und fördernd auf die Glykogenbildung in der Leber ein. Beim Versagen der Bauchspeicheldrüse führt also eine übermäßige Zuckerproduktion in der Leber bei deren gleichzeitiger Unfähigkeit, Glykogen zu bilden, zur Glykosurie. Es wirkt fördernd auf den Zuckerverbrauch in den Geweben, so daß bei einem Versagen der Bauchspeicheldrüse die Glykosurie durch einen zu geringen oder ganz fehlenden Zuckerverbrauch bedingt ist. Jedenfalls hat das Insulin, wenn es naturgemäß auch keine den Diabetes heilende Kraft besitzen kann, seine vortreffliche Wirksamkeit bei allen schweren Zuständen im Verlaufe dieser Krankheit erwiesen, indem seine Einverleibung

den übermäßigen Zuckergehalt im Blute prompt zur Herabsetzung und zum vollen Schwinden zu bringen vermag.

Mit dem Eintritt der Geschlechtsreife beginnen auch im übrigen Körper charakteristische Veränderungen aufzutreten. Sie betreffen zunächst die inneren und äußeren *Geschlechtsorgane* selbst, die sich nebst ihren Nebengebilden vergrößern und blutreicher werden. Dabei bildet sich das Becken des Weibes jetzt erst charakteristisch weiblich. Beim Manne wie beim Weibe sprießen die Schamhaare hervor. Es beginnt bei der Frau die menstruelle Blutung aufzutreten. Auch an einer Reihe anderer Organe zeigen sich zur Zeit der Geschlechtsreife Besonderheiten. Man faßt diese unter dem Namen der sekundären Geschlechtscharaktere zusammen, im Gegensatz zu den primären, die von den Merkmalen des Genitalapparats selbst gebildet werden. Bei der Frau erlangen Brustdrüsen und Brustwarzen ihre normale Ausbildung, beim Manne wächst der Bart, bei beiden die Achselhaare. Der Kehlkopf des Knaben vergrößert sich durch Wachstum um ein Bedeutendes in der Richtung von vorn nach hinten. Die Stimmbänder werden länger und dicker, so daß die Stimme um mindestens eine Oktave tiefer wird. Die Stimme bricht, wie man sagt, mutiert, die ganze Gestalt und das Antlitz erhalten jetzt erst die dem Geschlechte eigenartige Formung. Auch die geistige Richtung nimmt ein charakteristisches Gepräge an. Alles das gehört in das Kapitel der inneren Sekretion. Erst in neuerer Zeit ist man zu der Anschauung gelangt, daß es sich hier um eine chemische Beeinflussung nach dem Typus der inneren Sekretion handelt. Danach geben auch die Keimdrüsen zwar nach außen hin ihre Geschlechtsprodukte ab, aber sie erzeugen daneben auch noch andere wirksame chemische Substanzen, Hormone, die in das Blut übertreten, und mit diesem dem ganzen Körper zugeführt, diese charakteristischen Veränderungen bedingen, ein Zusammenhang, der sich heute durch eine große Zahl von Versuchen und Beobachtungen als zutreffend erwiesen hat.

SECHSTES KAPITEL

Das Geschlecht

Die *Geschlechtsorgane*, die Zeugungswerkzeuge, bestehen aus den gleichen Abteilungen wie die Harnorgane. Ihre wesentlichen Bestandteile sind eine paarige, den Zeugungsstoff absondernde Drüse mit ihrem Ausführungsgange, ein Behälter zu dessen Aufbewahrung und Reifung und wiederum ein Ausführungsgang dieses Behälters. Ihre Bestimmung zielt

jedoch nicht wie diejenige aller übrigen Eingeweide auf die Erhaltung der Persönlichkeit hin, sondern auf die Fortpflanzung seiner Art. Ihre Einteilung in äußere, in mittlere und in innere Geschlechtsorgane läßt sich nicht auf beide Geschlechter anwenden, da die den inneren weiblichen Geschlechtsorganen entsprechenden männlichen außerhalb der

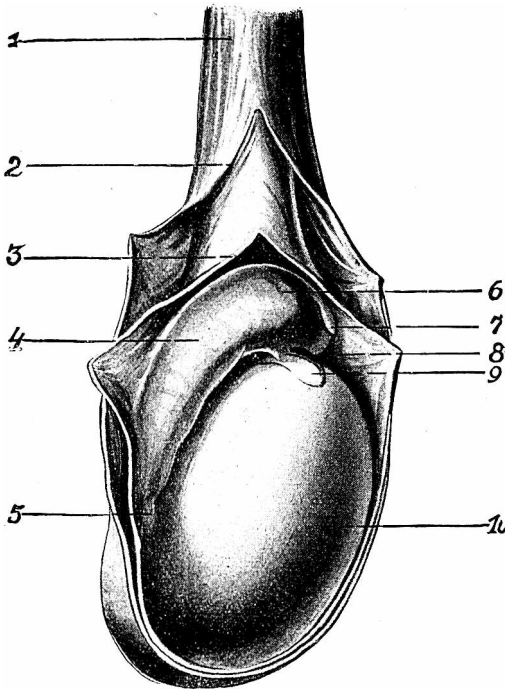


Abb. 80. Der Hoden und seine Hüllen.

1. Samenstrang, 2. Scheide von Hoden und Samenstrang, 3. Scheidenhaut des Hodens, 4. Nebenhoden, 5. Band zwischen Hoden und Nebenhoden, 6. Kopf des Nebenhodens, 7. Nebenhodenanhang, 8. Band zwischen Hoden und Nebenhoden, 9. Hodenanhang, 10. Faserhaut des Hodens.

Die Erzeuger des befruchtenden Zeugungsstoffes das Wesentliche am männlichen Fortpflanzungssystem, und sie allein bedingen den Geschlechtscharakter des Mannes. Die Hoden (s. Abb. 80) hängen an ihren Samensträngen und liegen im Grunde des Hodensackes so nebeneinander, daß der rechte meist eine etwas höhere Lage einnimmt als der linke. Sie sind auch selten beide gleich groß; meist ist der linke etwas größer als der rechte. Die Hodendrüse besteht aus dem eigentlichen Hoden und dem

Bauchhöhle liegen. Eine Einteilung in eigentliche Zeugungsorgane und in Begattungsorgane erscheint daher zweckentsprechender. Die Zeugungsorgane bereiten die Zeugungsstoffe, die Begattungsorgane vermitteln die durch die geschlechtliche Vereinigung zustande kommende Befruchtung. Die Zeugungsorgane sind im männlichen Geschlechte die Hoden, die Samenleiter und die Samenbläschen, im Weibe die Eierstöcke, die Eileiter und die Gebärmutter. Die Begattungsorgane erscheinen im Manne als das Zeugungsglied, im Weibe als die Scheide und die äußeren Geschlechtsteile.

Die *Hoden* sind als

Nebenhoden. Der Hoden hat eine eiförmige und etwas flach gedrückte Gestalt mit einer äußeren und einer inneren Fläche, einem vorderen und einem hinteren Rande und einem oberen und einem unteren Rande. Der Nebenhoden schließt sich ihm als länglicher, spangenförmiger Körper an seinem hinteren Rande an. Sein dickes oberes Ende heißt der Kopf, das untere dünnere, das sich in den Samenleiter fortsetzt, Schweif. Das weiche Gewebe des Hodens wird von der Tunica albuginea, einer dicken fibrösen Haut, so knapp und fest umschlossen, daß der Hodenkörper sich hart und prall anfühlt (siehe Abb. 80). Die Albuginea entsendet von ihrer inneren Oberfläche eine große Zahl von sehr zarten bindegewebigen Scheidewänden, wodurch Fächer entstehen. Gegen die Mitte des hinteren Randes des Hodens strahlt ein ganzes Bündel solcher Scheidewände von einem niedrigen keilförmigen Fortsatz der Umhüllungshaut aus. Diese Scheidewände teilen das Hodengewebe in sehr viele Läppchen, in mehrere Hundert, und jedes dieser Läppchen enthält ein Paket von mehreren, von drei bis fünf samenabsondernden Röhrenchen, deren Wand aus einer strukturlosen Membran mit bindegewebiger Umhüllung besteht. Diese Röhrenchen haben einen äußerst zarten Durchmesser und sind zu Knäueln zusammengeballt, deren breitere Basis gegen die Oberfläche des Hodens, deren Spitze gegen den Fortsatz der Umhüllungshaut sieht. Ihr Inneres führt Zellen. Die der Wand am nächsten gelegenen, mehreckigen Zellen sind Epithel, aber die der Gefäßachse näheren rundlichen sind die Ausscheidungszellen, die Erzeugungsstätten der wirksamen Bestandteile des Samens. Die aus einem Läppchen der Hoden herauskommenden

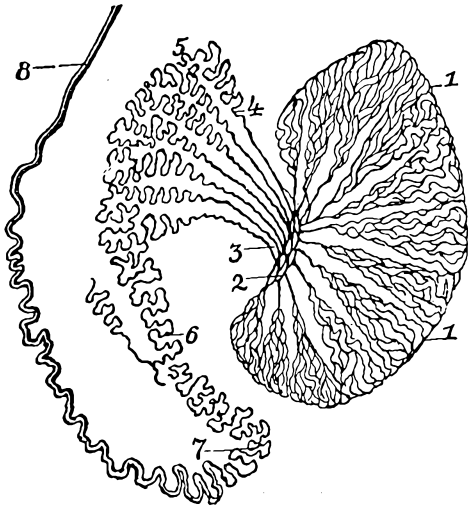


Abb. 81.

Von der Tunica albuginea losgelöster Hoden.

1. Äußere Fläche, 2. Highmorischer Körper,
3. Ausläufer, die in ihren Verzweigungen (4 und 5) den Kopf des Nebenhodens bilden, 5. Kopf des Nebenhodens, 6. Körper des Nebenhodens, 7. Schweif des Nebenhodens, 8. Samenleiter.

von drei bis fünf samenabsondernden Röhrenchen, deren Wand aus einer strukturlosen Membran mit bindegewebiger Umhüllung besteht. Diese Röhrenchen haben einen äußerst zarten Durchmesser und sind zu Knäueln zusammengeballt, deren breitere Basis gegen die Oberfläche des Hodens, deren Spitze gegen den Fortsatz der Umhüllungshaut sieht. Ihr Inneres führt Zellen. Die der Wand am nächsten gelegenen, mehreckigen Zellen sind Epithel, aber die der Gefäßachse näheren rundlichen sind die Ausscheidungszellen, die Erzeugungsstätten der wirksamen Bestandteile des Samens. Die aus einem Läppchen der Hoden herauskommenden

Samenkanälchen treten in den Fortsatz der Umhüllungshaut ein und bilden daselbst durch Verbindungen mit den übrigen das Netz der geraden Samenkanälchen, aus dem ein Dutzend und mehr, bis zu zwanzig geradlinige und stärkere Kanälchen hervorgehen. Sie durchbohren die Albuginea und legen sich in zahlreiche und dichtgedrängte Windungen, die kleine, kegelförmige Läppchen bilden. Diese Läppchen kehren ihre Spitze gegen den Hoden, ihre Basis gegen den Kopf des Nebenhodens. Denn dieser, der Kopf des Nebenhodens, ist, genau genommen, nichts anderes als die Summe aller dieser Läppchen. Durch deren Zusammenfluß entsteht dann ein einfaches Samengefäß, das eine Unzahl von sehr regelmäßigen und dicht aneinanderliegenden Krümmungen zeigt. Eine mit organischen Muskelfasern reichlich versehene Bindegewebshaut hält diese Krümmungen zusammen und vereinigt sie so zur Wesenheit des Nebenhodens. Das dennoch einfache, nur in zahllose Windungen und Krümmungen verschlungene Samengefäß des Nebenhodens nimmt gegen das Schwanzende hin an Dicke zu und geht mit allmählicher Abnahme seiner Schlängelungen am unteren Ende des Nebenhodens in den geradlinig aufsteigenden Samenleiter über, der auch wegen seiner vom Hoden gegen den Bauch gehenden Richtung zurücklaufendes Samengefäß genannt wird. Es steigt im Samenstrange, in dem es seiner Härte wegen leicht gefühlt werden kann, gegen den Leistenkanal auf, dringt durch diesen in die Bauchhöhle und biegt sich, die untere Bauchschlagader kreuzend, zur hinteren Wand der Harnblase hinab und läuft nun, mit dem der anderen Seite konvergierend, zum Blasenrunde, wo es an der inneren Seite seines zugehörigen Samenbläschens anliegt, um dann, nachdem es dessen Ausführungsgang aufgenommen hat, als Ausspritzungskanal am Schnepfenkopf der Harnröhre auszumünden.

Der *Samen*, auch Sperma genannt, der bei der Begattung entleert wird, kommt dabei unmittelbar aus den Samenbläschen her, wo er aufbewahrt war und erst die zur Befruchtung notwendige Reife erhalten hat. Über seine chemische Zusammensetzung haben wir ebenso eingehend bei der Erörterung der Entstehung des Menschen gesprochen wie über seine scheinbar lebenden Inwohner, die sogenannten Samentierchen oder Samenfäden, die Spermatozoen. Sie wurden vor 2½ Jahrhundert erst von einem Leidener Studiosus entdeckt. Anatomisch sind es einhaarige Flimmerzellen ohne Protoplasma um den Kern. Diese Samenfäden entstehen in den Zellen der Samenkanälchen, in den Samenzellen des Hodens, und zwar bildet eine jede Samenzelle immer nur einen Samenfaden.

Der Hoden ist im Hodensack an dem sogenannten *Samenstrang* aufgehängt, der alles enthält, was zum Hoden geht und vom Hoden kommt, und somit ein Bündel von Gefäßen und Nerven darstellt, die durch ein lockeres Bindegewebe zusammengehalten werden und überdies noch durch besondere Scheidenbildungen die Form eines Stranges annehmen.

Die Hoden wie die Samenstränge liegen beide in einem durch die Haut des Mittelfleisches und der Schamgegend gebildeten Beutel, dem *Hodensack*, an dem eine mittlere Leiste zwei nicht ganz gleiche Seitenhälften unterscheiden läßt.

Die dünne durchscheinende und gebräunte Hautdecke des Hodensacks faltet sich bei zusammengezogenem Hodensack in quere Runzeln. Krause und kurze Haare sowie zahlreiche Talgdrüsen stanno ihn aus. Unter der Haut und mit ihr durch fettloses Bindegewebe zusammenhängend liegt die sogenannte *Fleischhaut* des Hodensackes. Sie besteht aus Bündeln glatter Muskelfasern, deren vorwältende Längsrichtung während ihrer Zusammenziehung eben die queren Runzeln der Hodensackhaut hervorruft,

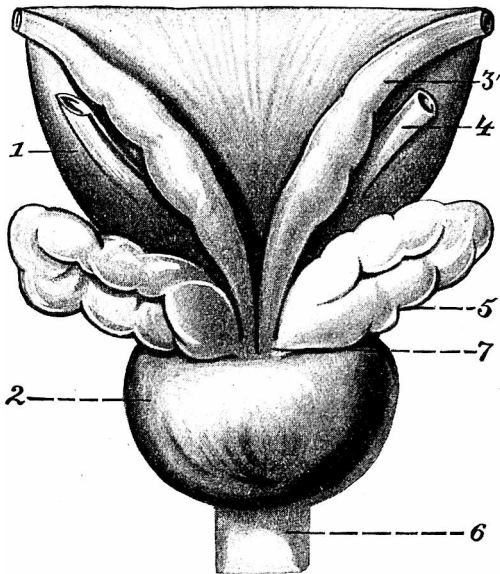


Abb. 82.

Blasenrund und Harnröhre von hinten gesehen. 1. Blase, 2. Vorsteherdrüse, 3. rechter Samenleiter, 4. rechter Harnleiter, 5. rechte Samenblase, 6. Harnröhre, 7. Ausspritzungskanal.

während einer den äußeren Leisten entsprechende innere Scheidewand die Höhle der Fleischhaut des Hodensacks in zwei Fächer teilt, in denen die Hoden und Samenstränge lose eingesenkt sind.

Am Blasengrunde (s. Abb. 82) außen, hinter der Vorsteherdrüse, liegen die *Samenbläschen*. Sie haben die Gestalt von drei oder vier Zentimeter langen und einen Zentimeter breiten, flachen und ovalen Blasen mit höckeriger Oberfläche, schließen aber keine einfache, sondern

eine vielfach gebuchtete Höhle ein, die dadurch zustande kommt, daß ein jedes Samenbläschen eigentlich ein häutiger, mit kurzen blinden Seitenästen besetzter Schlauch ist, der nicht ausgestreckt, sondern zusammengeballt am Blasengrunde liegt und durch das ihn umgebende und mit glatten Muskelfasern reichlich versehene Bindegewebe zur gewöhnlichen Form des Samenbläschens gemacht wird. Sein aus dem vorderen etwas zugespitzten Ende des Samenbläschens hervorkommender Ausführungsgang mündet in das Samengefäß ein, das jenseits dieser Einmündung nun *Ausspritzungskanal* heißt. Die beiden Kanäle laufen zusammen, sie gehen zwischen der Vorsteherdrüse und der hinteren Wand der Harnröhre zum Schnepfenkopf, wo sie mit besonderen Öffnungen zu beiden Seiten der Vorsteherdrüsenbläschen ausmünden. Die Samenbläschen sowohl wie die Ausspritzungskanäle besitzen im wesentlichen denselben Bau wie die Enden der zurücklaufenden Samengefäße, nur führen sie kein Zylinderepithel, sondern Pflasterepithel. Wahrscheinlich sind die Samenbläschen nicht nur Aufbewahrungsorgane des Samens, sondern auch besondere Sekretionswerkzeuge, deren Absonderung natürlich von der des Samens verschieden ist.

Eine weitere, zum männlichen Geschlechtssystem (s. Abb. 83) gehörige Drüse ist die *Vorsteherdrüse*. Sie hat eine herzförmige oder kastanienförmige Gestalt mit hinterer Basis und vorderer Spitze und oberer und unterer Fläche und umfaßt mehr oder weniger vollständig das hintere Anfangsstück der Harnröhre. Dabei grenzt sie nach hinten und oben an die Samenbläschen, nach vorn an das dreieckige Band der Harnröhre und nach hinten an die vordere Mastdarmwand, durch die sie mit dem Finger durchgeföhlt werden kann. Die Vorsteherdrüse wird durch gewisse an sie geheftete Abteilungen des Beckenbindegewebes in ihrer Lage erhalten. Deutliche Lappen kommen an ihr nicht vor. Das, was man gewöhnlich den mittleren Lappen nennt, ist nur die zwischen den beiden Ausspritzungskanälen liegende Substanz der Drüse, die zuweilen und besonders im vorgerückten Alter so anschwillt, daß die Schleimhaut der Harnröhre dadurch hügelartig emporgewölbt wird. Die Ausführungsgänge der Vorsteherdrüse tragen keine traubenförmigen Endbläschen, sondern sie endigen blind abgerundet, wie das in den röhrenförmigen Drüsen geschieht. Sie vereinigen sich zu zwei oder drei Dutzend Gängen, welche die hintere Wand der Harnröhre durchbohren und zu beiden Seiten des Schnepfenkopfes ausmünden. Ein Druck auf die Vorsteherdrüse macht die Einmündungsstellen dieser Ausführungsgänge

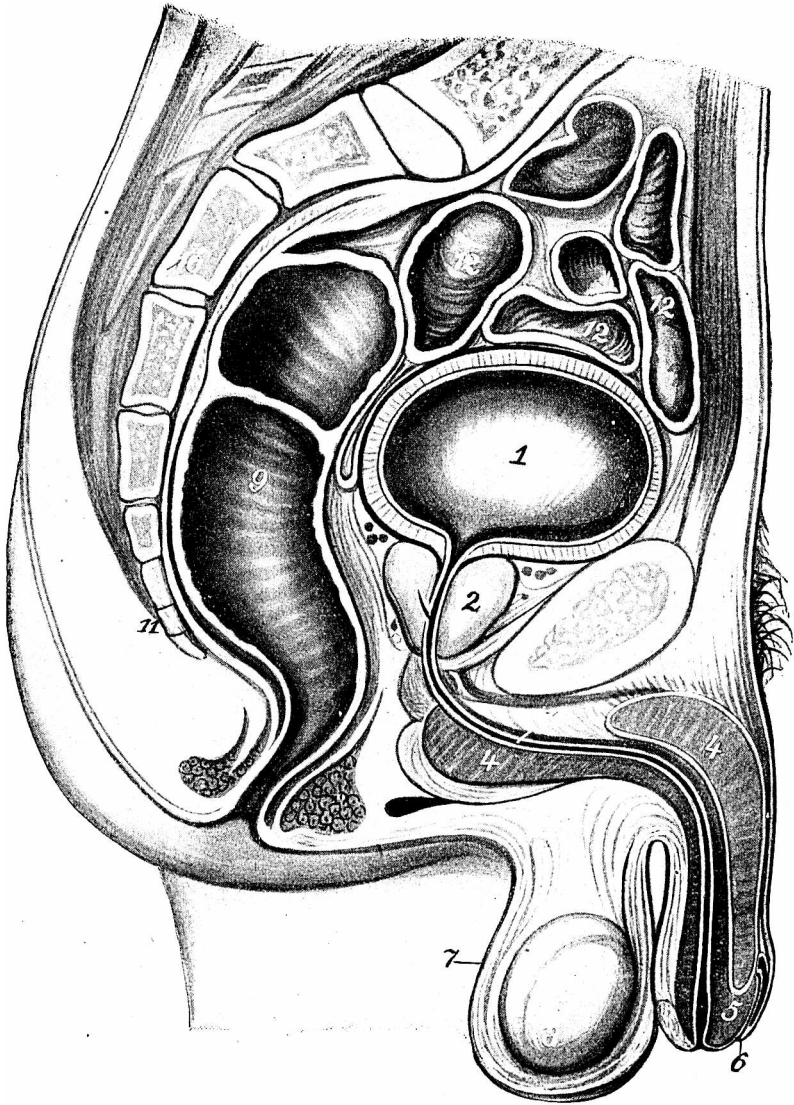


Abb. 83. Die männlichen Geschlechtsteile.

1. Harnblase, 2. Vorsteherdrüse, 3. Harnröhre, 4. Schwellkörper, 5. Eichel, 6. Vorhaut,
 7. Hodensack, 8. Hoden mit Nebenhoden, 9. Mastdarm, 10. Kreuzbein, 11. Steißbein,
 12. Dünndarm.

in die Harnröhre durch das Entweichen der Absonderung der Drüse im Beobachtungsapparat sichtbar.

Auch über die *Cowperschen Drüsen* läßt sich nur wenig sagen. Sie sind erbsengroße rundliche Drüsen von traubenförmigem Bau und liegen vor dem dreieckigen Bande an der unteren Wand des häutigen Abschnittes der Harnröhre, wo sie von den Fasern der queren Dammuskeln umgeben werden. Ihre nach vorn gerichteten langen Ausführungsgänge führen wie ihre ziemlich großen Enddrüsenläppchen Zylinderepithel. Sie münden in die untere Wand des von der Zwiebel, vom Bulbus umgebenen Anfangsstückes des Schwellkörperteils der Harnröhre ein. Glatte Muskelfasern kommen im Bindegewebe zwischen den Drüsenläppchen und längs ihrer Ausführungsgänge vor. Über die Verwendung der Absonderung wissen wir ebensowenig wie über die der Vorsteherdrüse. Wegen ihrer Kleinheit sind die Cowperschen Drüsen von keiner besonderen praktischen Wichtigkeit, die aber der Vorsteherdrüse um so mehr zusteht, als ihr Kranksein infolge der damit verknüpften Verengung und Verschließung der Harnröhre die drohendsten Zufälle veranlassen kann.

Das männliche Glied, der *Penis* oder die Rute, vermittelt die geschlechtliche Vereinigung der männlichen und weiblichen Sexualorgane, da die Harnabflußröhre zugleich auch der Entleerungskanal für den männlichen Zeugungsstoff ist und dieser bei der geschlechtlichen Vereinigung seiner Bestimmung gemäß tief in die inneren Genitalien des Weibes gebracht werden muß. So macht die Harnröhre auch gleichzeitig einen Teil des männlichen Zeugungsgliedes aus. Das Zeugungsglied erfüllt aber neben der Entleerung des Samens zuvor noch eine andere in mechanischer Weise auf die Steigerung des Geschlechtsgefühls im weiblichen Begattungsorgan gerichtete Bestimmung. In dieser Erregung der weiblichen Begattungsorgane liegt eine wesentliche Vorbedingung für die Aufnahme des Samens in das innere Geschlechtsorgan. Das männliche Glied muß darum eine Einrichtung besitzen, durch die es sich mit gleichzeitigem Hartwerden vergrößert und eine Steifung, Erektion, ermöglicht wird. Ohne diese würde es weder durch Druck noch durch Reibung reizend wirken können. Es besitzt in der Tat zu diesem Zwecke drei Schwellkörper, zwei paarige und einen unpaarigen, von denen dieser der Harnröhre angehört. Von den *Schwellkörpern* sind die beiden paarigen die wichtigsten. Es sind walzenförmige, an beiden Enden sich etwas verschmälrigende Körper von schwammigem Bau, die sich durch Blutstauung aufrichten und steifen und in diesem Zustande dem Gliede

eine hinreichende Festigkeit geben, um in die Geschlechtsteile des Weibes einzudringen. Sie entspringen als Penisschenkel an den aufsteigenden Sitzbeinästen und fassen hier den Bulbus, die Zwiebel der Harnröhre, zwischen sich, dann steigen sie gegen die Schamfuge auf, legen sich daselbst aneinander und verwachsen zu einem äußerlich scheinbar einfachen, im Innern aber durch eine senkrechte Scheidewand geteilten Schaft, der im erschlafften Zustande an der vorderen Seite des Hodensacks herabhängt. Diese Schwellkörper sind an ihrer äußeren Oberfläche ein jeder von einer fibrösen, mit elastischen Fasern reichlich versehenen Haut überzogen, der Tunica albuginea, die von deren Vereinigung an bis zur Eichel eine senkrecht stehende Scheidewand im Innern des Penis bildet. Doch besitzt diese mehrere Öffnungen, durch welche die Venen beider Schwellkörper miteinander kommunizieren. Von der inneren Oberfläche der Tunica albuginea und der Scheidewand zweigt sich eine große Anzahl von Bälkchen ab. Diese Bälkchen bestehen aus elastischen Fasern, aus Bindegewebe und aus glatten Muskelfasern. Sie verstricken sich zu einem Netzwerk und erzeugen dadurch ein System vielgestaltiger und untereinander kommunizierender Maschenräume, sogenannter Kavernen, die in der Achse des Schwellkörpers am größten, näher der Oberfläche aber kleiner gestaltet sind. Diese Kavernen stehen mit den zuführenden Arterien sowie

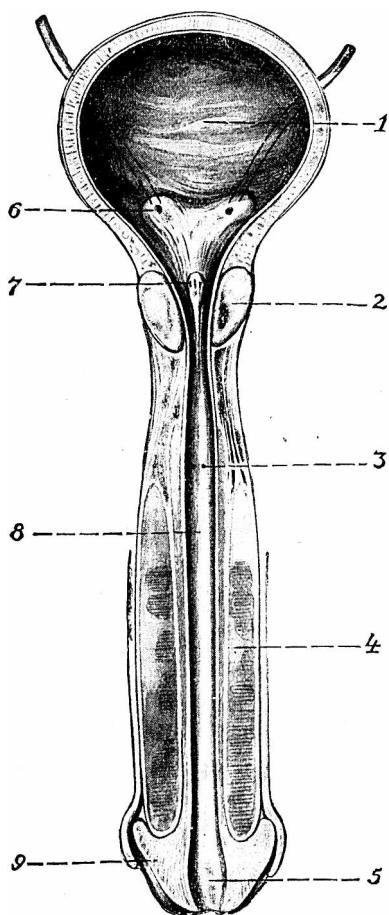


Abb. 84. Das männliche Glied.

1. Harnblasenschleimhaut, 2. Vorstehdrüse, 3. Mündung der Cowperschen Drüse, 4. Schwellkörper, 5. Harnröhrenmündung, 6. Harnleiteröffnung, 7. Mündung der Samenspritzkanälchen, 8. Harnröhre, 9. Eichel.

in der Achse des Schwellkörpers am größten, näher der Oberfläche aber kleiner gestaltet sind. Diese Kavernen stehen mit den zuführenden Arterien sowie

mit den abführenden Venen in ganz unmittelbarem Verkehr und sind dementsprechend auch von der inneren Haut dieser Blutgefäße ausgekleidet. Alle diese bluthaltigen Räume bilden zusammen das sogenannte Schwellnetz des Penis. Fast ebenso gebaut und nur von zarterem Gepräge erscheint der dritte Schwellkörper. Er umschließt die Harnröhre und stellt somit selbst eine Röhre dar. Am hinteren Ende verdickt er sich kolbenförmig und bildet dadurch die am Mittelfleisch fühlbare Zwiebel der Harnröhre, während die kegelförmige Verdickung seines vorderen Endes die Eichel des Gliedes erzeugt. Auch hat dieser Schwellkörper der Harnröhre kleinere Maschenräume und strotzt darum während der Erektion nicht so bedeutend wie die paarigen Schwellkörper, er bleibt deshalb auch weicher.

Die *Eichel* sitzt auf dem vorderen abgerundeten Ende der Schwellkörper des Gliedes wie eine Kappe auf. Sie hat eine stumpfkegelförmige Gestalt. Ihre schief abwärts gerichtete Spitze wird durch die Harnröhrenausmündung spaltförmig senkrecht geschlitzt, während ihre Basis einen wulstigen Rand bildet, hinter dem eine Furche als Eichelhals die Grenze zwischen ihr und dem Gliedschaft bezeichnet. Die Haut des männlichen Gliedes ist äußerst verschiebbar und völlig unbehaart. Ihr Unterhautzellgewebe ist fettlos. Um die Verlängerung des Gliedes während der Erektion zu ermöglichen, bildet sie eine die Eichel umgebende Verdoppelung, die *Vorhaut*, die vom Hals der Eichel frei über diese hinwegläuft, sich dann nach innen umschlägt und wieder zum Eichelhals zurückkehrt, um nun erst die Eichel als ein sehr feiner und mit deren schwammigem Gewebe innig verwachsener Überzug einzuhüllen, der dann an der Harnröhrenmündung in die Schleimhaut der Harnröhre übergeht. Die Vorhaut ist durch eine für Reibung sehr empfindliche Längsfalte, das Bändchen, an die untere Fläche der Eichel angeheftet.

Bei allen Lebewesen, bei denen die Vereinigung des männlichen und des weiblichen Zeugungsstoffes im Innern des mütterlichen Organismus vor sich geht, muß der männliche Samen durch den Penis in das Innere der weiblichen Geschlechtsteile eingeführt werden. Zu diesem Zweck ist, wie ich eben dargelegt habe, eine Steifung des Gliedes erforderlich. Diese *Erektion* besteht in einer starken Füllung der Blutgefäße und der hohlen Räume des Penis, wobei sich eine vier- bis fünffache Volumenvergrößerung ergibt, die mit höherer Temperatur, mit Steigerung des Blutdruckes in den Penisgefäßen unter anfänglicher pulsatorischer Bewegung, mit verstärkter Festigkeit und mit der Ausbildung einer Krümmung

am Rücken des Penis einhergeht, die der weiblichen Scheidenkrümmung genau entspricht.

An die Einführung des steifen Penis in das weibliche Geschlechtsorgan schließt sich die *Ejakulation*, die Ausstoßung des Samens. Dieser Fortgang des Samens findet in zwei Etappen statt, er umfaßt

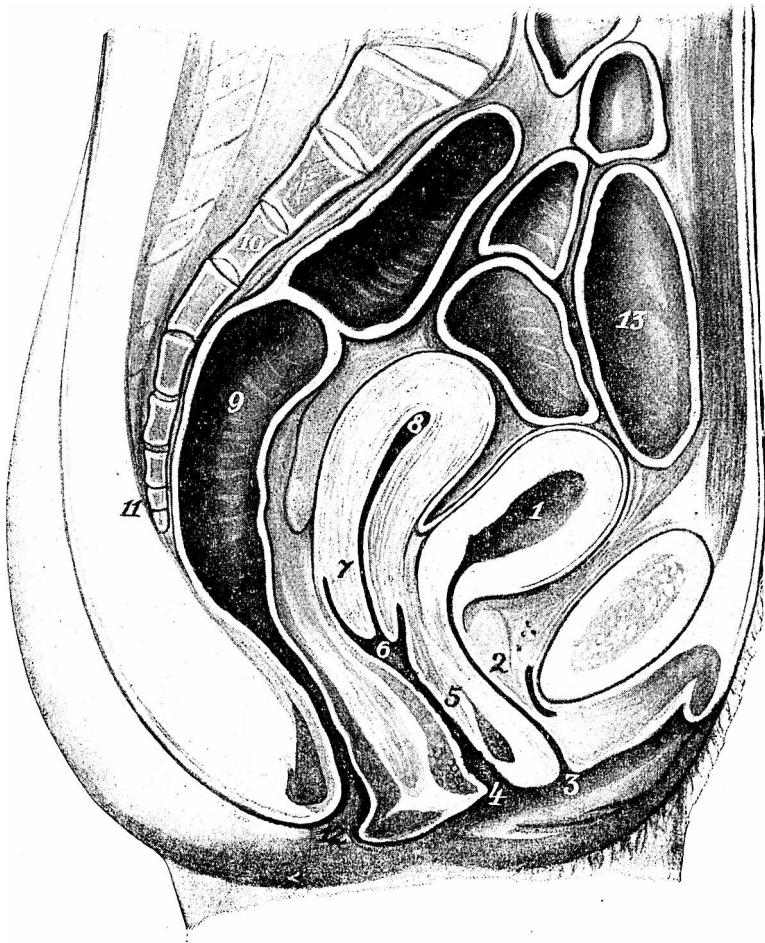


Abb. 85. Die weiblichen Geschlechtsteile.

1. Harnblase, 2. Harnröhre, 3. Harnröhrenmündung, 4. Scheideneingang, 5. Scheide,
6. Muttermund, 7. Gebärmutter, 8. Hohlraum der Gebärmutter, 9. Mastdarm,
10. Kreuzbein, 11. Steißbein, 12. After, 13. Dünndarm.

einmal die Leitung des Samens von den Hoden bis zur Ausmündung des Samenleiters in die Harnröhre und sodann die eigentliche Ausstoßung, die Ejakulation. Das erste geschieht kontinuierlich durch das Nachrücken von neugebildeten Samenmengen und auch durch das Flimmerepithel. Zur Einleitung der Ejakulation ist zunächst eine stärkere Kontraktion der Samengänge nötig. Sie erfolgt durch eine schnelle, kräftige Verkürzung des Samenleiters. Schon bei ganz schwacher Reizung verkürzt sich dieser mindestens bis auf die Hälfte seiner Länge.

Die weiblichen Geschlechtsorgane sind weit mehr in die Leibeshöhle zurückgezogen als die männlichen und bilden eine Folge von Schläuchen oder Höhlen, die zuletzt zu einer paarigen Drüse, zu den Eierstöcken, führen, und diese sind es, die Eierstöcke, die als keimbereitende Organe den weiblichen Geschlechtscharakter bestimmen (s. Abb. 85). Die männlichen Genitalien bestehen vom Anfange an bis zu ihrem Ende aus paarigen Abteilungen. Die unpaarige Harnröhre gehört dem Harnorgan und dem Zeugungsapparate gemeinschaftlich an. Bei den weiblichen Geschlechtsorganen ist nur der Eierstock und sein Ausführungsgang, der Eileiter, paarig, die Gebärmutter wie die Scheide sind unpaar.

Für das weibliche Geschlecht sind die *Eierstöcke* das, was die Hoden für das männliche sind, die keimbereitenden Organe, und somit das wesentliche im ganzen Zeugungssystem. Auch ihre Gestalt erinnert an die der Hoden. Die Eierstöcke liegen in einer Ausbuchtung des hinteren Blattes des breiten Gebärmutterbandes (s. Abb. 86). Im Verlaufe der Schwangerschaft erheben sie sich mit der in die Höhe aufwachsenden Gebärmutter und liegen an deren Seiten an. Ihre Gestalt kann in der Jugend eiförmig genannt werden. Das stumpfe Ende des Eies sieht nach außen, das schwächere gegen die Gebärmutter hin und wird durch das Eierstockband an diese gebunden. Bei Mädchen, die noch nicht menstruiert haben, sind beide Flächen glatt, nach wiederholter Menstruation werden sie aber rissig oder gekerbt. Sie sind unmittelbar vor dem Eintritt der ersten Menstruation am größten. Im vorgerückten Alter verlieren sie an Umfang, ändern ihre Gestalt, werden flacher, härter und länglicher und schwinden bei hochbejahrten Frauen bis auf ein Drittel ihres Volumens. Unmittelbar am Zylinderepithel des Eierstocks liegt dessen fibröse Umhüllungshaut. Am vorderen Rande des Eierstockes zeigt diese einen Schlitz, durch den die durch ihren korkzieherartig gewundenen Verlauf ausgezeichneten Blutgefäße hineingehen und austreten. Die Drüsensubstanz besteht aus einem äußerst gefäßreichen und organische Muskelfasern führenden

Bindegewebe, in welchem eine ungemein große Anzahl von vollkommen geschlossenen mikroskopischen Bläschen eingesenkt liegt. Die große Mehrzahl davon verkümmert jedoch, und nur wenige reifen zu voller Ausbildung heran. Auch verdienen nur die großen und reifen Bläschen den

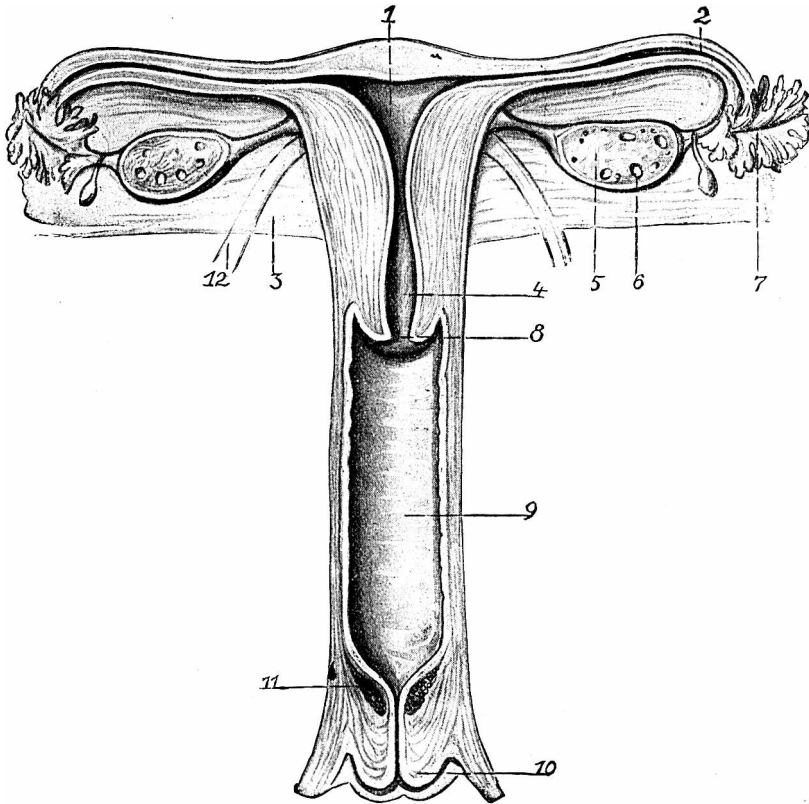


Abb. 86. Die inneren Geschlechtsteile der Frau.

1. Hohlraum der Gebärmutter, 2. Eileiter, 3. breites Mutterband, 4. Gebärmutterhals, 5. Eierstock, 6. Graafsche Bläschen (Follikel), 7. Ende des Eileiters, 8. Muttermund, 9. Scheide, 10. Schamlippen, 11. Muskel, 12. Rundes Mutterband.

Namen der Graafschen Follikel. Sie werden von einer besonderen, gefäßreichen Bindegewebshaut gebildet, deren Innenfläche mit einer strukturlosen Membran und einem auf dieser haftenden, mehrschichtigen Zylinderepithel ausgekleidet ist, und enthalten eine gerinnbare Flüssigkeit. An der der Oberfläche des Eierstockes zugekehrten Seite des Graafschen

Follikels treten die Zellen des Epithels zu einer dickeren Scheibe zusammen, in deren Mitte das menschliche Ei liegt.

Das mit freiem Auge gerade noch sichtbare *Menschenei* erscheint als ein rundes Bläschen, als eine Zelle, und besteht aus der Dotterhaut und dem Dotter. Der Dotter ist eine halbflüssige eiweißartige Substanz, die viele das Licht stark brechende Bläschen und Körnchen enthält und dadurch mehr oder weniger undurchsichtig wird. Drückt man ein solches Ei durch ein aufgelegtes Glasplättchen flach, so platzt die Dotterhaut mit einem scharfrandigen Riß, und die zähe Dotterflüssigkeit tritt heraus. An reifen Eiern enthält der Dotter das Keimbläschen, das mit einer unmeßbar feinen Hülle einen eiweißhaltigen Inhalt umschließt. Es läßt an sich einen weißlichen Fleck erkennen, den Keimfleck, der an der Wand des Keimbläschens anliegt. Ein im Zentrum dieses Keimflecks enthaltener winziger Kern wird das Keimkorn genannt. Vergleicht man das Ei mit einer Zelle, so entspricht die Dotterhaut der Zellenwandung, der Dotter dem Zelleninhalt, dem Protoplasma, das Keimbläschen dem Kern und der Keimfleck dem Kernkörperchen. Die *Graafschen Follikel* entwickeln sich nicht aus der bindegewebigen Substanz des Eierstockes, die ja wie immer nur Stützsubstanz ist, sondern als schlauchartige Einsenkungen des Eierstockepithels, die sich durch Abschnürung zu selbständigen Hohlgebilden als erste Anlagen der Graafschen Follikel umwandeln. Einzelne Zellen dieses Epithels vergrößern sich, während andere dies nicht tun. Die größer gewordenen lösen sich ab, werden frei und sind die zukünftigen Eier. Hinsichtlich ihrer Größe zeigen die Graafschen Follikel in einem und demselben Eierstocke sehr wesentliche Verschiedenheiten. Die der Oberfläche näher gelegenen sind größer als die tieferen und deshalb zum Aufbruch mehr oder weniger reif. Sie ragen über die Fläche des Eierstockes als Hügel hervor, auf deren Kuppen sich die Umhüllungshaut so verdünnt, daß sie durchbrochen zu sein scheint. Diese verdünnte Stelle heißt Stigma. In der Brunstzeit der Tiere und bei jeder Menstrualperiode des Weibes öffnet sich nun ein reifer und strotzender Graafscher Follikel an dieser vorragendsten Kuppe, und der flüssige Inhalt des Follikels mit dem darin eingebetteten Ei wird in die Tuba entleert, deren Flimmerstrom das Ei in die Gebärmutterhöhle führt. Nach dieser Berstung des Graafschen Follikels sinkt seine Wand faltig zusammen, und seine Höhle wird teils durch ergossenes und gerinnendes Blut und teils durch eine schon vor der Berstung des Follikels in seiner Hülle eingeleitete Bindegewebsneubildung ausgefüllt. Durch eine Reihe von Umänderungen

schrumpft diese anfangs aus der Öffnung des geborstenen Follikels herauswuchernde und sehr beträchtliche Ausfüllungsmasse der Follikelhöhle wieder zusammen und verringert sich zuletzt bis auf einen rundlichen Körper, der die Stelle des Graafschen Follikels einnimmt und seiner gelbrötlichen Farbe wegen gelber Körper genannt wird. Die vernarbte Öffnung des Follikels heißt Keimscheibe, ihre gelbe Farbe verdanken die gelben Körper dem Hämatoidin, das in ihnen ebenso abgelagert wird wie in allen Blutausschwitzungen. Die Oberfläche der Eierstöcke erscheint um so narbenreicher, je größer die Zahl der vorausgegangenen Menstruationen, je älter also die weibliche Person eben ist. Da der Samen durch die Tuben bis auf den Eierstock gelangt und daselbst seine befruchtende Kraft für einige Zeit bewahrt, so dürfte in der Regel die Befruchtung des Eies unmittelbar bei dessen Austritt aus dem Eierstock selbst stattfinden. Doch ist es ohne Zweifel auch möglich, daß ein bei der Menstruation in die Tuba gelangtes Ei in ihr oder vielleicht erst in der Gebärmutterhöhle durch den Samen einer bereits vorausgegangenen oder nun erst stattfindenden Begattung befruchtet wird. Da das Ovarium bei jeder Menstruation ein Ei verliert und dessen Graafsche Hülle zu einem gelben Körper verodet, so muß sein Vorrat an Eiern einmal erschöpft sein, und wenn sich mittlerweile keine neuen mehr entwickeln, so erlischt schließlich das weibliche Zeugungsvermögen, was sich durch das bekannte Schweigen der Menstruation in der Zeit vor den fünfziger Jahren, den Wechseljahren, anzeigt.

Das zweite wichtige Organ der weiblichen Sexualsphäre ist die *Gebärmutter*, auch Fruchthälter oder Uterus genannt (s. Abb. 86). Sie lagert als unpaariges und dickwandiges, mit einer nur kleinen Höhle versehenes Organ zwischen Blase und Mastdarm. Die Gebärmutter brütet sozusagen das empfangene und befruchtete Ei aus, dessen Entwicklung bis zur Reife des Embryo in ihr vonstatten geht. Ihre Gestalt ist länglich birnenförmig und zugleich von vorn nach hinten etwas abgeplattet, die lange Achse steht nahezu senkrecht mit einer nur geringen Abweichung nach rechts, was wahrscheinlich durch die linksseitige Lage des Mastdarmes hervorgerufen ist, ihr breiter Grund liegt in der Ebene der oberen Beckenöffnung. Er ist nach oben und vorn gerichtet, während der sich verschmälrigende zylindrische Hals nach unten und hinten sieht. Die Ansatzstellen der beiden Eileiter, die nach rechts und nach links von ihr abgehen, bilden die Grenze zwischen ihrem Körper und dem Grunde. Eine besonders bei jugendlichen Personen merkliche Einschnürung liegt

zwischen dem Körper und dem Halse, dessen unterster Abschnitt wie ein Pfropf in die Mutterscheide hineinragt. Es ist dies der Scheidenteil der Gebärmutter. Die Seitenränder, die die vordere und die hintere Uterusfläche voneinander trennen, dienen den breiten Mutterbändern zum Ansatz. Ihre Größe beträgt für einen jungfräulichen Uterus fünf Zentimeter Länge auf etwa vier Zentimeter Breite und am Grunde knappe drei Zentimeter Dicke. Am meisten individuelle Verschiedenheiten bietet der Scheidenteil. Auf seine Länge kommen eigentlich nur fünf Millimeter, er kann aber abnormerweise bis auf vier Zentimeter und mehr zunehmen. Die Gebärmutter wird durch eine Reihe von Bändern in ihrer Lage erhalten. Von ihr gehen die runden Mutterbänder, von den Seiten ihres Grundes, als rundliche in der vorderen Schicht der breiten Mutterbänder eingeschlossene Stränge ab und verlaufen durch den Leistenkanal zur äußeren Schamgegend, wo sie sich im Gewebe der großen Schamlippen verlieren. Außer den breiten und den runden Mutterbändern tragen dann noch die faltenartigen Übergangsstellen des Bauchfells von der Blase zum Uterus und vom Mastdarm zum Uterus zur Sicherung der Lage der Gebärmutter bei. Sind Geburten vorausgegangen, so nimmt sie nie wieder ihren jungfräulichen Umfang an, auch rückt sie wegen der Erschlaffung ihrer Befestigungen nun etwas tiefer in die Beckenhöhle hinab. Die Gebärmutterhöhle muß im Verhältnis zur Größe des Organs selbst klein genannt werden. Ihre Gestalt gleicht im Durchschnitte bei Frauen, die noch nicht geboren haben, einem Dreieck mit eingebogenen Seiten, dessen Basis dem Grunde der Gebärmutter entspricht, wobei die beiden Basalwinkel die Einmündungen der beiden Eileiter enthalten. Die untere Spitze des Dreiecks setzt sich in einen durch die Achse des Gebärmutterhalses in die Scheide herabführenden engen Kanal fort, der in der Mitte seiner Länge etwas weiter ist als an seinem oberen und unteren Ende. Sein Ende heißt innerer Muttermund, während das untere, in die Scheide führende der äußere Muttermund genannt wird. Dieser äußere Muttermund stellt bei Jungfrauen und Frauen, die noch nicht geboren haben, eine quere Spalte mit einer vorderen längeren und einer hinteren kürzeren Lippe dar. Bei Frauen dagegen, die schon öfters geboren, zeigt er eine rundliche Form. Die vordere und die hintere Wand der Uterushöhle stehen miteinander in Berührung, und diese ist somit kein eigentlicher Hohlraum mit abstehenden Wänden. Ist er einmal durch Schwangerschaft ausgedehnt gewesen, so nimmt der äußere Muttermund nie wieder seine querspaltige Gestalt an, sondern wird rundlich und klapft

mehr und mehr. Seine Umrandung erscheint dann durch vernarbte Einrisse an ihr gekerbt.

Auch in der Gebärmutterwand sind, wie so häufig an den Hohlorganen des menschlichen Körpers, drei Schichten zu unterscheiden. Die äußere gehört dem Bauchfell an, das von der hinteren Blasenfläche her auf die vordere Gebärmutterfläche gelangt, von dort aus den Grund und die hintere Fläche des Uterus überzieht und an den Seitenwänden mit den breiten Mutterbändern zusammenfließt. Die innere ist eine Schleimhaut, die sich in die Eileiter weiter fortsetzt. Sie besitzt bei Jungfrauen Flimmerepithel bis beiläufig in die Mitte des Kanals im Gebärmutterhals hinab, wo dann das geschichtete Pflasterepithel beginnt, das sich an das der Scheide anschließt. Die Schleimhaut führt in der unteren Hälfte des Halskanals sowie auf der Gesamtoberfläche des Scheidenteils des Uterus eine bedeutende Menge von nervenreichen Papillen und erhält dadurch einen hohen Grad von Empfindlichkeit, der als den eigentlichen Sitz des weiblichen Wollustgefühles bei der Begattung den Scheidenteil der Gebärmutter annehmen läßt. In der Uterushöhle erscheint sie sehr wenig empfindlich und vollkommen faltenlos, aber überaus reich an mikroskopisch kleinen tubulösen, ungeteilten oder ästig gespaltenen Drüsen. Das flimmernde Epithel der Uterusschleimhaut kleidet auch die Schläuche der Drüsen aus. Da die Flimmerrichtung in der Gebärmutter und in den Eileitern nicht gegen den Eierstock hin, sondern nach der Scheide zu gerichtet ist, so muß sie das Vordringen der Samenzellen gegen das zu befruchtende Ei hin erheblich erschweren. Unzählige Exemplare dieser Träger der befruchtenden Kraft des Samens, des Spermas, werden durch den Flimmerstrom aus dem Uterus wieder förmlich herausgefegt, und man möchte versucht sein, es fast nur für einen Zufall zu halten, wenn diese einmal trotz aller Hindernisse den rechten Weg in den Eileiter finden, in dem sich gerade ein der Befruchtung harrendes Ei befindet. Daran liegt es auch wohl, warum nicht eine jede Begattung befruchtet. In der Periode lockert sich die Uterusschleimhaut auf, wird dreimal und viermal dicker und wirft ihr Epithel ab, das alsbald durch neues ersetzt wird. In der Schwangerschaft schält sich die Schleimhaut gänzlich von der Gebärmutter ab und wird samt den Hüllen der Frucht bei der Geburt mit ausgestoßen, aber schon während der Abschälung der alten beginnt die Bildung einer neuen Schleimhaut. Die mittlere Schicht der Gebärmutter bildet die eigentliche Gebärmuttersubstanz, die bei dem Mißverhältnis zwischen der Größe des Uterus zur Geringfügigkeit seiner

Höhlung eine bedeutende Dicke haben muß und zugleich ein so dichtes Gewebe besitzt, daß dem Gefühle nach die Gebärmutter das härteste Eingeweide des menschlichen Körpers ist. Diese Gebärmuttersubstanz besteht vorzugsweise aus Bündeln von glatten Muskelfasern, die sich vielfältig durchkreuzen und durch ein spärliches, gleichförmiges oder schwach gefasertes, kernführendes Bindegewebe so innig miteinander verbunden werden, daß ihre Trennung in einzelne Schichten kaum ausführbar ist. Die Muskelschicht der Gebärmutter beteiligt sich ausschließlich an der Zunahme der Wanddicke des schwangeren Uterus. Sie ist es, die die Kraft aufzubringen hat, durch die der reife Embryo aus seinem bisherigen Aufenthaltsorte ausgetrieben werden muß. So wird ihre Dicke in der Schwangerschaft durch Neubildung von Muskelfasern an Zahl so bedeutend vermehrt, daß die Zusammenziehungen der Gebärmutter die größten Geburtshindernisse zu überwältigen vermögen, und daß selbst Schwangere, an denen der Kaiserschnitt schon vorbereitet wurde, durch eine letzte Wehenanstrengung noch auf natürlichem Wege geboren haben. Die Arterien der Gebärmutter verlaufen im schwangeren Zustande in kurz gewundenen Spiralen. Die Venen sind mit der sie umgebenden Uterussubstanz auf das innigste verwachsen und klaffen deshalb an jeder Schnittfläche einer Gebärmutter. Sie nehmen während der Schwangerschaft in so erstaunlicher Weise an Dicke zu, daß sie sich beim Durchschnitte als fingerdicke Lücken der Gebärmuttersubstanz zeigen.

Hinter den runden Mutterbändern gehen vom Grunde der Gebärmutter die beiden *Eileiter* oder Muttertrompeten ab, die mehr oder weniger geschlängelt im oberen freien Ende der breiten Mutterbänder zwischen der Gebärmutter und den Eierstöcken verlaufen, und deren mit der Gebärmutter zusammenhängende, nach der Körpermitte gewandte Hälfte am Querschnitt nur eine äußerst enge, punktförmige Lichtung zeigt, während die nach außen liegende Hälfte sich zur sogenannten Ampulla erweitert. Diese Trompeten oder Kanäle sind die Ausführungsgänge des Eierstockes, obwohl sie mit ihm nicht in unmittelbarem Übergang zusammenhängen. Jede Tuba bildet vielmehr einen etwa zehn Zentimeter langen Kanal, der zwar mit der inneren Höhle der Gebärmutter vollkommen zusammenhängt, sich aber an seinem seitlichen Ende, das vor und unter dem Eierstock liegt, mit einer weit offenen Mündung frei in den Bauchfellsack öffnet. Diese Öffnung erscheint trichterförmig und ist mit ästigen Fransen besetzt. Auch die Eileiter besitzen drei Wandschichten, eine äußere Bauchfellhülle, eine innere Schleimhaut mit Flimmer-

epithel und eine dazwischenliegende, aus einem äußeren längsverlaufenden und einem inneren kreisförmigen Lager bestehende Muskelhaut. Das Flimmerepithel setzt sich über den Rand der Bauchöffnung der Muttertrompete hinaus fort, und ebendort geht ihre Schleimhaut in das seröse Bauchfell über. Die eine der Fransen ist länger und breiter als die übrigen, sie geht mit dem äußeren Ende des Eierstockes eine Verbindung ein und faltet sich zugleich der Länge nach so, daß sie eine Rinne bildet, längs der das Ei unter dem Einfluß der Flimmerbewegung in dieser Rinne seinen Weg zum Trichter der Tuba finden mag. Das vom Eierstock ausgestoßene Ei wird durch die Flimmerbewegung der Eierstockfranse gleichsam eingefangen und in die Öffnung der Trompete geleitet und geht dann durch sie in die Gebärmutter, in deren Höhlung es, wenn es mittlerweile nicht befruchtet wurde, durch Aufsaugung verschwindet und nur dann weitere Umbildungen erfährt, wenn es die belebende Einwirkung des männlichen Samens erfahren konnte.

Im Paarungsakte nimmt die Mutterscheide oder auch kurzweg die *Scheide*, die Vagina, das männliche Glied, wie die Scheide den Degen, auf. Sie verbindet den Uterus mit dem äußeren Genitale des Weibes. Ihre Länge wird allgemein auf zehn Zentimeter angegeben. Ihr Querdurchmesser beträgt bei gebührlcher Weite nur $2\frac{1}{2}$ Zentimeter. Die Scheide beginnt in der äußeren Schamspalte mit dem senkrecht elliptischen Scheideneingang, der der engste und der am wenigsten nachgiebige Teil der Scheide ist. Er leistet bei der ersten Begattung dem Eindringen des Penis einen fast ebenso starken Widerstand wie das Jungfernhäutchen, steht überdies noch unter dem Einflusse eines der Willkür gehorchenden Muskels, des Scheidenschnürers. Die Scheide liegt zwischen der Harnblase und dem Mastdarm und endigt oben in dem Scheidengewölbe, in das der Scheidenteil der Gebärmutter als stumpfer, kegelförmiger Vorsprung von oben her hereinragt und dadurch das Scheidengewölbe in ein vorderes seichteres und in ein hinteres tieferes trennt. Die Wand der Scheide besteht in einer dicken, von einer Schicht organischer Muskelfasern umgebenen Bindegewebsmembran, die mit elastischen Fasern durchwebt ist, und aus einer Schleimhaut, die spärliche Schleimdrüsen, aber zahlreiche Papillen und ein mehrfach geschichtetes Pflasterepithel besitzt, dessen beträchtliche Dicke die Schleimhautpapillen fast vollkommen verdeckt, und dessen massenhaft sich abstoßende und oft auch mit krankhaften Absonderungen der Scheide sich mischende Zellen diesen Absonderungsstoffen eine weißliche Farbe verleihen. Daher der Name

weißer Fluß, welcher durch Blutarmut und durch die Erschlaffung der Scheidenschleimhaut bedingt ist. Die Schleimhaut bildet an der vorderen wie an der hinteren Wand der Scheide ein System von quer übereinanderliegenden, gekerbten Kämmen, die irrigerweise auch Runzeln oder Falten genannt werden, die dicht hinter dem äußeren Scheideneingang am meisten entwickelt sind und gegen das Gewölbe hinauf allmählich verstreichen. Durch häufige Begattung und durch öftere Geburten werden diese Kämmen der hinteren Scheidenwandung geglättet, die vorderen erhalten sich besser, ihre Empfindlichkeit steigert während der Begattung die Geschlechtslust des Weibes und vermehrt durch Reibung an der Eichel des Mannes die Wollustempfindung. Bei Jungfrauen fühlen sie sich fast knorpelhart an. Sie sind keine Schleimhautverdoppelungen, nur Riffe, die auf einer ungefalteten Schleimhaut als deren verdickte und aufgeworfene Stellen aufsitzen, so daß in der Tat der Name Kämmen an Stelle der Bezeichnung Falten oder Runzeln bezeichnender wäre.

Am Scheideneingange bildet die Schleimhaut im jungfräulichen Zustande durch Faltung von unten auf ein halbmondförmiges Häutchen, die Scheidenklappe, das *Jungfernhäutchen*, das Hymen, dessen oberer vertiefter Rand nur so viel von der Scheidenöffnung frei läßt, als der Abfluß der monatlichen Blutung erheischt. Nach seiner Zerstörung bleiben die warzenähnlich gekerbten Reste der zerrissenen Lappen des Hymens zurück. Ein zerstörtes Hymen regeneriert sich nie. Catullus hat diese Membran als Flos, als Blume besungen. Daher kommt es, daß in der gerichtlichen Medizin die Entjungferung Defloration heißt. Die Scheidenklappe unterliegt in ihrer Form sowie in ihrer Festigkeit mancherlei Verschiedenheiten. Bei alten Jungfern erreicht sie eine lederartige Zähigkeit, wie schon das Altertum wußte. Gewöhnlich erscheint sie halbmondförmig, zuweilen auch ringförmig. Oder sie trägt die Öffnung nicht in der Mitte, sondern mehr nach oben gelegen. In seltenen Fällen sind am Hymen mehrere Öffnungen vorhanden. Wenn das Jungfernhäutchen gar keine Öffnung besitzt, so muß durch chirurgisches Eingreifen, durch einen Einschnitt, dem Menstrualblut Ausgang verschafft werden. Ein fehlendes Hymen verbürgt keineswegs immer den Verlust der Jungfräulichkeit, und ebensowenig ist sein unversehrter Besitz immer ein untrüglicher Zeuge jungfräulicher Reinheit. Das ist schon seit langem den Gerichtsärzten bekannt, die gar nicht selten angeborenen Mangel des Hymens und dessen zufällige Zerreißen im zarten Kindesalter beobachten konnten. Daß aber durch Reiten oder Springen oder einen Fall mit

ausgespreizten Füßen das Hymen abhanden kommen könne, gehört zu den Unmöglichkeiten. Aber auch an Fällen, wo das Hymen erst durch die Geburt zerrissen wurde, fehlt es nicht. Da es Blutgefäße führt, so wird der mit der ersten Begattung verbundene Blutverlust bei vielen Völkern als ein Zeichen der Jungfrauschafft der Braut angesehen, wie noch heutzutage bei den Mauren, bei den Juden im Orient, bei den Kirgisen und Samojeden und anderen mehr. Auf Sierra Leona wird beim Fehlen dieses Zeichens die Ehe für nichtig erklärt, und die alten Hebräer steinigten bekanntlich eine Braut, deren Hochzeitsbett keine Blutspuren aufwies.

Die Zerstörung des Hymens war früher das Vorrecht der Mächtigen, bei den asiatischen Völkern des Altertums war die Entjungferung den Priestern vorbehalten, im Mittelalter den Gutsherren anheimgegeben.

An der weiblichen *Scham* unterscheidet man die großen und die kleinen Schamlippen, sowie eine senkrechte Spalte, welche die Mündungen der Harnröhre und der Scheide in sich schließt. Die *großen Schamlippen* erstrecken sich vom Schamhügel bis zum Mittelfleisch, wo sie durch ein Bändchen miteinander verbunden sind. Hinter und über dem Bändchen vertieft sich die Schamspalte zur schifförmigen Grube. Der Schamhügel ist nichts anderes als ein durch reichliche Fettablagerung im Unterhautzellgewebe polsterartig erhobener Hautüberzug. Die äußere Fläche der großen Schamlippen besitzt noch den allgemeinen Charakter der äußeren Haut mit Haarbälgen und Talgdrüsen. Die inneren Flächen beider Lippen haben zwar das Ansehen einer Schleimhaut, entbehren aber der Schleimdrüsen. Die großen Schamlippen schließen durch gegenseitige Berührung bei jungfräulichen Personen die Schamspalte genau zu, die erst durch wiederholte Begattung oder durch Geburten klaffend wird. Zwischen den großen Schamlippen und mit ihnen parallel liegend befinden sich die *kleinen*. Sie reichen von dem Kitzler bis zur Seite des Scheideneinganges herab und dürfen bei konservierten Genitalien mit ihren freien gekerbten Rändern nicht über die großen Lippen hervorragen. An ihrer inneren Oberfläche nimmt die sie bildende Haut den Charakter einer wahren Schleimhaut mit schleimbereitenden Follikeln an. Dem zwischen den inneren Flächen der beiden kleinen Schamlefzen befindlichen Raume, der sich von dem Kitzler bis zum Scheideneingang erstreckt und Vorhof der Scheide heißt, gehören zwei gleich unter der Schleimhaut gelegene dicke Venengeflechte an, die den männlichen Schwellkörpern zwar scheinbar ähneln, aber durch den Mangel aller

muskulösen Elemente sich von ihnen unterscheiden. Man nennt sie Wollustorgane. Sie sind keulenförmig gestaltet mit einem vorderen dünnen, bis an die Kitzlerwurzel hinaufreichenden Ende. Das hintere dicke schiebt sich an den Seitenrand des Scheideneinganges hin. Ihr Bau befähigt sie wohl zur Schwellung, aber nicht zur Erektion, nicht zur Steifung. Gegen den Kitzler zu spaltet sich eine jede kleine Schamlippe in zwei Fältchen, deren eines mit demselben der anderen Seite verbunden sich als Kitzlerbändchen an die untere Fläche der Eichel ansetzt, deren anderes über sie hinaufsteigt, um sich mit demselben Fältchen der gegenständigen kleinen Schamlippe zu verbinden und die Vorhaut des Kitzlers zu bilden.

Der weibliche *Kitzler*, die Klitoris, ist einem männlichen Gliede en miniature durchaus ähnlich. Er ist ganz wie dieses gebaut, aber im allgemeinen bedeutend kleiner und undurchbohrt. Auch er besteht wie der Penis des Mannes aus zwei Schwellkörpern, die getrennt von den Sitzbeinen entspringen und sich dann aneinander legen, um einen durch Gestalt und Lage dem Penis völlig gleichenden Körper zu bilden, der eine Eichel, eine Vorhaut, ein doppeltes Bändchen besitzt, aber keine Harnröhre. Die weibliche Harnröhre mündet vielmehr selbständig dicht über dem Scheideneingang aus, zwischen den kleinen Schamlippen, mit einer rundlichen und an ihrem hinteren Rande etwas gewulsteten Öffnung. Um diese herum, sowie an den Seiten des Scheideneinganges treten schon Schleimdrüsen auf.

Am Scheideneingang münden links und rechts die sogenannten Bartholinschen Drüsen aus, die den Cowperschen Drüsen der männlichen Harnröhre entsprechend gebaut sind, aber sie an Größe etwas übertreffen. Ist ein Hymen noch vorhanden, so ist die Mündung dieser Drüsen vor ihm zu suchen. Die Bestimmung dieser Absonderungsorgane scheint auch das Schlüpfrigmachen des Scheideneinganges für den eindringenden Penis zu sein, denn sie sondern nur ab, solange der Berührungszreiz dauert.

Es ist bekannt, daß es in regelmäßigen Zeitabständen von siebenundzwanzig und achtundzwanzig Tagen bei der geschlechtsreifen Frau zur Ovulation, zur Berstung eines oder auch mehrerer reif gewordener Graafscher Follikel kommt, und im Anschluß daran zur *Menstruation*, zu blutender Ausscheidung aus den äußeren Geschlechtsteilen. Die Menstruation wird auch Regel, Periode oder monatliche Reinigung benannt.

Nach außen hin gibt sich die Menstruation durch die Blutung aus der Uterusschleimhaut zu erkennen, doch ist ihr Wesentliches nicht die

Blutung, sondern eine zyklisch ablaufende Umwandlung der Gebärmutter-schleimhaut, die sich von der einen Blutung bis zur nächstfolgenden in regelmäßigem Ablauf wiederholt. Die Menstruation ist lediglich eine Erscheinung der Eierstöcke. Sie tritt zum ersten Male bei Beginn der Geschlechtsreife ein, wenn die Eier anfangen, aus dem Ovarium auszutreten, und sie verschwindet gegen das fünfundvierzigste oder fünfzigste Lebensjahr, wenn die Hervorbringung von Geschlechtszellen bei der Frau erlischt. Die Blutung der Uterusschleimhaut ist ein Zeichen des Nichteintretens der Schwangerschaft. Die Schleimhaut zerfällt, weil sie für diesmal keine Verwendung finden konnte.

War es zur Befruchtung gekommen, so wird der Uterus mit dem Wachstum des Eies immer mehr und mehr gedehnt. Alle seine Gewebeelemente, vor allem die Muskelfasern und die Blutgefäße, nehmen dabei an Zahl zu und vergrößern sich gewaltig. Und nach zehn Menstruationsperioden, zweihundertachtzig Tage nach dem Eintritt, nach dem ersten Tage der letztmals aufgetretenen Periode, tritt die *Geburt* ein, indem die Gebärmutterzusammenziehungen beginnen, zum Zwecke der Entleerung ihres Inhalts. Diese Kontraktionen sind naturgemäß wie alle Muskelzusammenziehungen über einen festen Körper von starken Schmerzen begleitet und werden daher Wehen genannt. Sie sind von freien Zwischenräumen unterbrochen, den Wehenpausen. Eine jede Wehe beginnt allmählich, erreicht dann ihre Höhe und nimmt langsam wieder ab. Dabei wird die Wehentätigkeit von seiten der Frau sehr wirksam unterstützt durch die aktive Betätigung der Bauchpresse. Die Wehenbewegung verläuft wellenförmig von den Eileitern her nach dem Muttermund in jedesmal zwanzig bis dreißig Sekunden, sie steigt langsam an, hält sich durchschnittlich gegen acht Sekunden auf der Höhe und sinkt dann in fünf, aber auch in mehr, bis fünfundzwanzig Sekunden ab. Die Gesamtdauer einer Wehe beträgt etwa eine Minute. Die Wehen nehmen bis zum Ende der Geburt an Häufigkeit zu. In der ersten Hälfte, der Eröffnungsperiode, sind sie am kürzesten. In der zweiten Hälfte werden sie mit der Erweiterung des Muttermundes länger andauernd und stärker. Es treten dann kombinierte Wehen auf. In der zweiten Hälfte sind sie häufiger und kräftiger, aber von kürzerer Dauer und treten mit kürzeren Zwischenpausen auf. Durch die aktive Mitwirkung der Bauchpresse wird der Druck im Uterus auf mehr als das Doppelte desjenigen gesteigert, der durch die Uteruskontraktion allein erzeugt wird. Man schätzt den Druck, den der Uterus bei jeder Wehe auf das Kind ausübt, auf hundertfünfzig Kilogramm, während er bei jeder

Wehe eine Arbeit leisten soll, die etwa neun Kilogrammetern entspricht. Dieser intrauterine Druck ist bis zum Blasensprunge, am größten. Nach dessen Eintritt nimmt er ab, um wieder gegen das Ende der Geburt hin das Maximum zu erreichen.

Ist die Frucht dann ausgestoßen, so bleibt zunächst noch die Plazenta, der Mutterkuchen (s. Abb. 87), zurück, um den sich unter weiteren Wehen der Uterus immer enger zusammenzieht. Hierdurch strömt eine nicht unerhebliche Menge des Plazentarblutes dem Kinde zu, weshalb es geraten

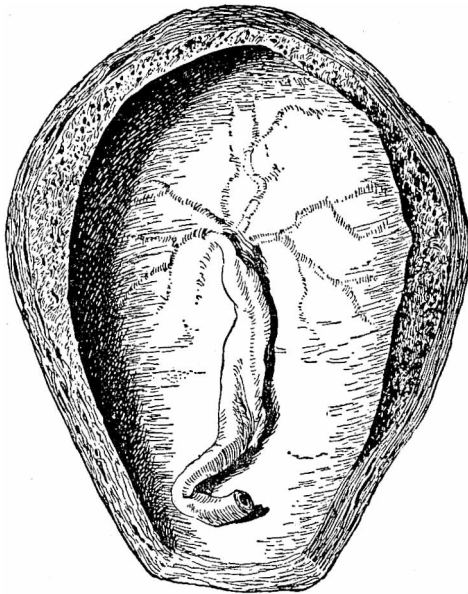


Abb. 87. Die Plazenta (Mutterkuchen).

ist, dessen Abnabelung nicht sofort nach der Geburt vorzunehmen. Nach einiger Zeit erfolgt dann auch die Ausstoßung der aus der Plazenta, aus den Eihäuten bestehenden Nachgeburt. Ist die Geburt vollendet, so ist der ganze Uterus seiner Schleimhaut beraubt, die ja als Decidua mit ausgestoßen worden ist. Seine Innenfläche gleicht somit einer Wundfläche, auf der sich unter der anfangs noch fleischwasserähnlichen, dann aber zellenreichen und sogar schleimigen Absonderung, den sogenannten Lochien, wieder eine neue

Schleimhaut bildet. Auch die verdickte Muskelschicht der Gebärmutter erfährt unter teilweiser Verfettung ihrer Fasern eine allmähliche Rückbildung. Innerhalb der Lichtung der großen Blutgefäße des Uterus beginnt von deren Innenhaut aus eine verstopfende Bindegewebswucherung, die in einem Zeitraum von mehreren Monaten die Gefäße verengt oder völlig verschließt. Auch die verhältnismäßig mächtigen Bluträume an der Ansatzstelle der Plazenta werden durch Gerinnungsmassen verstopft und diese von den Wänden aus von Bindegewebe durchwachsen.

Nach der Geburt beginnt auch unter lebhafter Blutzufuhr zu den Milchdrüsen die Milchabsonderung (s. Abb. 88), und nach sechs bis acht

weiteren Wochen tritt aufs neue wieder die Ovulation und die Menstruation auf. Nur bei säugenden Frauen geschieht dies später. Wahrscheinlich wiederholt sich die Ovulation schon von Anbeginn an wieder in ihrer gewohnten Periode. Nur ist sie anfangs so schwach, daß sie auch die Gebärmutter-schleimhaut nur in so geringem Maße beeinflußt, daß deren jedesmalige Rückbildung sich noch ohne Blutung vollzieht.

Unmittelbar nach erfolgter Geburt atmet der *Fötus* noch nicht, da ihm durch die Plazenta reichlich Sauerstoff zugeführt und ebenso die durch seinen geringfügigen Stoffwechsel nur in ganz mäßigen Mengen gebildete Kohlensäure schnell fortgeschafft wird. Alle Vorgänge aber, die den Gasaustausch in der Plazenta hemmen, hauptsächlich natürlich die Abnabelung nach der Geburt, sowie schon während dieser die Kompression der Nabelgefäße und die anhaltende Wehentätigkeit, ziehen Sauerstoffabnahme und Kohlensäurezunahme im Blute nach sich, wodurch schließlich eine Blutmischung zustande kommt, die das Atmungszentrum erregt und damit den Antrieb zur Atembewegung selbst gibt. So kann bereits vor der

Beendigung der Geburt, sogar schon innerhalb der noch uneröffneten Häute des ausgestoßenen Eies, der Fötus zu Atembewegungen an-geregt werden. Sehr häufig, besonders wenn nach anhaltender Wehentätigkeit das Atemzentrum des Fötus bereits in seiner Erregbarkeit

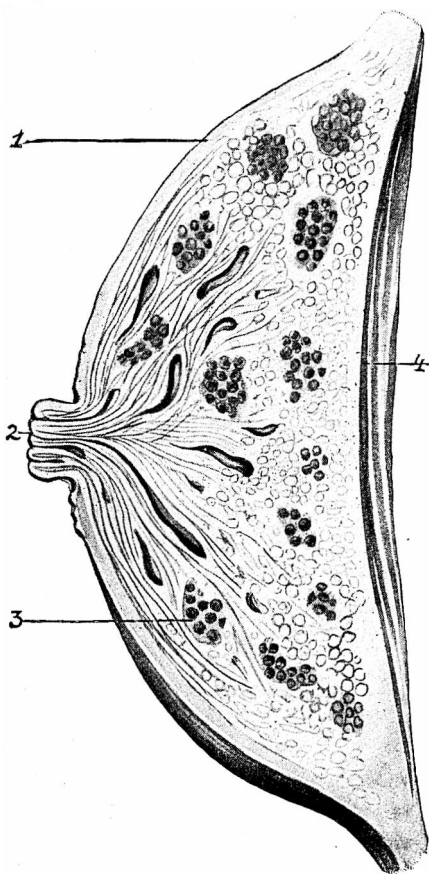


Abb. 88. Die weibliche Brust.

1. Haut, 2. Brustwarze mit Milchgängen und Milchsäckchen, 3. Drüsenläppchen, umgeben von Fettgewebe, 4. großer Brustmuskel.

sehr geschwächt ist, genügt aber die nach der Geburt noch hochgradiger werdende sauerstoffarme Beschaffenheit des Blutes allein nicht, um die Atembewegungen anzuregen. Hierzu bedarf es dann vielmehr noch besonderer Reize, so der Reizung der äußeren Haut, durch die Abkühlung etwa beim Verdunsten des Fruchtwassers an der Luft, durch Frottieren oder durch Eintauchen des Körpers in kaltes Wasser und kräftige Schläge auf das Gesäß. Mit dem ersten Schrei und dem ersten tiefen Atemzuge tritt dann der junge Mensch in sein Erdendasein ein.

SIEBENTES KAPITEL

Die Empfindung und die Seele

Wie das Blutkreislaufsystem, so durchzieht auch das Nervensystem des Menschen den gesamten Körper¹⁾. Ersteres besitzt im Herzen, letzteres im Gehirn sein Zentralorgan. Man unterscheidet ein *animales und ein vegetatives Nervensystem*. Das animale besteht aus dem Gehirn und Rückenmark, sowie den Nerven beider. Es ist das Organ des psychischen Lebens und vermittelt die mit Bewußtsein verbundenen Erscheinungen der Empfindung und der Bewegung. Das vegetative Nervensystem, das sympathische System, steht vorzugsweise den ohne Einfluß des Bewußtseins waltenden, vegetativen Tätigkeiten der Ernährung, der Absonderung und den damit verbundenen, unwillkürlichen Bewegungen vor. Die beiden Systeme bestehen aber nicht scharf geschieden nebeneinander, sie greifen vielmehr vielfach ineinander ein, verbinden sich häufig durch Faseraustausch und sind insofern aufeinander angewiesen, als das vegetative Nervensystem einen großen Teil seiner Elemente aus dem animalen bezieht und der Einfluß des animalen Nervensystems auf die vegetativen Prozesse sich in vielfachen Einzelheiten deutlich zeigt. Beide Systeme besitzen einen zentralen und einen peripherischen Anteil. Der zentrale Teil des animalen Nervensystems wird durch das Gehirn und das Rückenmark repräsentiert, der peripherische durch die weißen, weichen und verästelten Stränge und Fäden, welche die verschiedenen Organe des Leibes mit dem Zentrum dieses Nervensystems in Verbindung setzen und Nerven genannt werden. Der Zentralanteil des vegetativen Nervensystems zerfällt in sehr viele Sammelstellen und Ausgangspunkte von Nerven, die als

¹⁾ Eine übersichtliche Darstellung des gesamten Nervensystems bietet das anatomische Modell der Frau.

graue, rundliche oder eckige Körper an zahlreichen, aber bestimmten Orten zerstreut vorkommen und den Namen Nervenknotten, Ganglien, führen.

An *feineren Elementen des Nervensystems* gibt es zweierlei Arten: Fasern und Zellen. Ein jeder Gehirnnerv und jeder Rückenmarksnerv erscheint als ein Bündel zahlreicher und äußerst feiner, bei durchgehendem Lichte heller, bei reflektiertem mattglänzender Fasern. Es sind dies die Nervenprimitivfasern, die Nervenurfasern. Sie erstrecken sich durch die ganze Länge der Nerven hindurch, ohne an Dicke merklich zuzunehmen oder abzunehmen, geben während ihres Verlaufs keine Äste ab, durch die mehrere benachbarte sich verbinden könnten, und werden durch Scheidenbildungen aus Bindegewebe, wie sie bei den Muskelbündeln vorkommen, zu größeren Bündeln, und mehrere davon wieder zu einem Nervenstamm vereinigt. Dabei führen die Nerven der Sinnesorgane und die der Empfindung feinere Fasern als die Nerven der Muskeln. An jeder solchen *Primitivfaser* lassen sich drei Bestandteile unterscheiden; eine strukturlose Hülle, ein markweicher Inhalt und als wesentlichster Teil ein Achsenzylinder. Die Hülle oder die Scheide der Primitivfaser ist ein ungemein feines und vollkommen strukturloses, hier und da mit ovalen Kernen versehenes Häutchen, während der Inhalt der Nervenfasern, das Nervenmark, ein zäher, dabei opalartig durchscheinender Stoff ist, der am Querriß einer Nervenfasernicht ausfließt, sondern sich nur als abgerundeter Pfropf oder als ein spindelförmiger Tropfen herausdrängt. Er besteht aus einem Eiweißkörper und mehreren anderen in Alkohol löslichen Substanzen. Der mikroskopisch nachweisbare Unterschied von Hülle und Inhalt gibt der Primitivfaser die Bedeutung eines Röhrchens, und man spricht deshalb von Nervenröhrchen in demselben Sinne als von Nervenprimitivfasern. Aber weder Mark noch Hülle sind das Wesentliche an einer Nervenfasern. Sie haben bloß als isolierende Hüllen eines dritten wesentlichen Gebildes in der Nervenprimitivfaser ihre Bedeutung, in dem Purkinjeschen Achsenzylinder. Dieser Achsenzylinder besteht aus einer dem Muskelfibrin ähnlichen, albuminösen Substanz ohne Fett. Er erhält sich an den feinsten Nervenfasern, an denen die beiden anderen konstituierenden Bestandteile Hülle und Mark nicht mehr nachweisbar sind, so daß ihm somit unzweifelhaft über beide der Vorzug funktioneller Wichtigkeit gebührt. Seine das Licht doppelt brechende Eigenschaft ist geringer als die des Nervenmarks. Fehlt das Mark und wird der Achsenzylinder von der Hülle

so dicht umschlossen, daß er sich mit ihr identifiziert und die Faser die Bedeutung einer markführenden Röhre verliert, so heißen diese Fasern die marklosen Nervenfasern. Sie finden sich als unmittelbare Verlängerungen der markhaltigen Fasern sowohl gegen deren peripherisches Ende als auch an ihrem Ursprunge aus den Fortsätzen der Ganglienzellen. Die Fasern des Gehirns und Rückenmarks finden sich in der weißen Substanz des Gehirns und des Rückenmarks und in den Riechnerven, Sehnerven und Hörnerven. An Feinheit übertreffen sie die Primitivfasern der Hirnnerven und der Rückenmarksnerven, während die grauen oder sympathischen Nervenfasern bei größerer Anhäufung grau erscheinen. Daher ihr Name. Sympathische oder auch vegetative Fasern heißen sie wegen ihres massenhaften Vorkommens im Sympathikus.

Die einfachste Form der Nervenfasern sind die nur bei starker Vergrößerung sichtbaren Primitivfibrillen oder Achsenfibrillen. Es sind diese zarte Fäserchen, die teils in der Nähe der Endausbreitung der Nerven auftreten, hervorgegangen aus der Zerfaserung des Achsenzylinders, sowie in netzartiger Verbindung an der Endausbreitung im glatten Muskelgewebe. Sie finden sich auch in der grauen Substanz des Hirns und des Rückenmarks als feinste Ausläufer. Nackte Achsenzylinder wiederum stellen Bündel von Primitivfibrillen dar, die als zarteste Längsstreifung mit zwischengestreuten feinen Körnchen erscheinen. Den kompliziertesten Bau aber zeigen die in den zerebrospinalen Nerven vorherrschenden, markhaltigen Fasern mit Schwannscher Scheide, bei denen das eigentlich Nervöse nur der etwa den vierten oder fünften Teil der Breite einnehmende Achsenzylinder bildet, der wie der Docht in der Kerze vom Nervenmark umhüllt liegt. Gewöhnlich ist er etwas abgeplattet und befindet sich mitunter auch etwas exzentrisch. Er ist aus einzelnen Fibrillen zusammengesetzt; zwischen diesen befindet sich eine Flüssigkeit: das Neuroplasma.

Die *Nervenzellen* sind rundliche, ovale, birnenförmige und auch eckige oder sternförmige, meistens plattgedrückte, kernhaltige Zellen. In größeren Massen angehäuft, kommen sie in den Ganglien vor und werden deshalb gewöhnlich auch Ganglienzellen genannt. In der grauen Gehirnschubstanz, der Gehirnmasse, deren Farbe von diesen Zellen abhängt, finden sie sich ebenso zahlreich wie in den Ganglien. Eine jede Nervenzelle besteht aus einer strukturlosen Umhüllungsmembran, die sich in die Hülle der aus der Zelle hervortretenden Primitivfasern fortsetzt, sowie aus einem rundlichen Kern, der in der Regel nur ein und selten

zwei Kernkörperchen enthält, und weiter aus einem zwischen Hülle und Kern befindlichen, körnigen blassen oder pigmentierten Protoplasma als Zelleninhalt. An vielen Ganglienzellen im Gehirn und Rückenmark ist das Protoplasma derart an Menge vermindert, daß man nur große Kerne vor sich zu haben glaubt. Es finden sich Ganglienzellen mit und ohne Äste. Diese ihre Fortsätze gehen in marklose Nervenfasern auf, die zu markhaltigen Fasern werden. Einzelne Fortsätze einer Zelle verbinden sich auch häufig mit denen einer zweiten. Viele jedoch verästeln sich in feinere Zweige, die in das umgebende Gewebe eindringen, wie die Wurzeln der Pflanzen in den Grund, ohne daselbst eine Verbindung mit anderen Nervenfasern einzugehen.

Zwei Arten von *physiologischen Vorgängen* müssen im Nervensystem unterschieden werden, die Leitungsvorgänge und die zentralen Vorgänge. Man unterscheidet die Übertragung des Reizes von einer zentripetalen auf eine zentrifugale Nervenfasern, die automatische Reizerzeugung, und schließlich die mit Bewußtsein verbundenen psychischen Vorgänge, Empfinden, Wollen, Denken. In den peripheren Nervenfasern spielen sich immer nur Leitungsvorgänge ab. Niemals vollzieht sich hier auch nur der einfachste der als zentral zu bezeichnenden Vorgänge, die Reizübertragung von einer Faser auf die andere. Die zentralen Vorgänge sind ausschließlich an die zentralen Abschnitte des Nervensystems gebunden. Da die weiße Substanz des Zentralnervensystems im wesentlichen den peripheren Nervensträngen analog und nur die graue Substanz abweichend gebaut ist, so ist man allein schon hieraus berechtigt, als den Sitz der zentralen Vorgänge die graue Substanz anzusprechen. Dazu kommt dann noch, daß die graue Substanz durch charakteristische physiologische Eigentümlichkeiten von den peripheren Nervenfasern unterschieden ist. Während die Nervenfasern nach beiden Richtungen leiten, erfolgt in der grauen Substanz die Leitung des Reizes immer nur nach einer Richtung.

Von den *anatomischen Eigenschaften* der Nerven wäre hervorzuheben, daß die größeren Nervenstränge rundliche oder platte Stränge, mit einer Bindegewebshülle, dem Neurilemma, und deutlich faserigem, weichem Inhalt, bilden. Die Stärke oder Schwäche, die Lockerheit oder die Straffheit des Neurilemma bedingt die größere Härte oder Weichheit der Nerven. Es enthält die Ernährungsgefäße der Nerven und führt sie deren Bündelabteilungen zu. Der Gefäßreichtum der Nerven ist, wie schon ihre weiße Farbe bekundet, kein bedeutender, doch bilden die

feinsten Haargefäßnetze in ihnen langgestreckte Gitter oder Maschen. Verbinden sich zwei Nerven zu einem Stamm, oder werden sie durch Zwischenbogen untereinander vereinigt, so heißt diese Verbindung Nerven Anastomose. Solche Anastomosen kommen an allen Nerven vor, mit Ausnahme der drei höheren Sinnesnerven des Geruchs, Gesichts und Gehörs. Teilen sich mehrere Nerven wechselseitig Faserbündeln mit, so daß ein vielseitiger Austausch eintritt, so entsteht ein Nervengeflecht. Die aus einem Geflecht heraustretenden Nerven können somit Faserbündel aus allen eintretenden Nerven besitzen. Die Nerven der Muskeln treten an deren innerer Seite ein, an der Seite also, die der Mittellinie des Stammes oder der Achse der Gliedmaßen zugekehrt ist. Die zwei Hauptstränge des sympathischen, des vegetativen Nervensystems laufen mit der Wirbelsäule parallel, und ihre peripherischen Verbreitungen halten sich an die Verzweigungen der Gefäße, vorzugsweise der Arterien, und da diese häufig unsymmetrisch angebracht sind, so trifft auch das für das Zerebrospinalsystem, das animalische, geltende Gesetz der Symmetrie auf den Sympathikus nicht zu.

Die Nerven sind wie die Telegraphendrähte niemals Erreger, sondern nur Leiter von Eindrücken und Erregungen zum oder vom Zentralbureau des Gehirns, also in zentrifugaler oder in zentripetaler Richtung. Diejenigen Nerven, welche zentripetal leiten, heißen *sensible oder Empfindungs-Nerven*, die zentrifugal leitenden dagegen *motorische oder Bewegungs-Nerven*. Warum der eine Nerv durch Bewegung, ein anderer durch Empfindung auf Reize reagiert, kann durch die anatomische Struktur der motorischen und sensiblen Nerven nicht erklärt werden, da die Primitivfasern beider Nervenarten sich mikroskopisch völlig gleich verhalten. Das Gehirn und das Rückenmark sind die Zentren für die animalen, die Ganglien für die vegetativen Nerven. Jeder Reiz, der im Verlauf eines Nervs angebracht wird, sei er mechanischer, chemischer oder dynamischer Natur, wird, wenn der Nerv ein Empfindungsnerv ist, Empfindungen, und wenn er ein Bewegungsnerv ist, Zusammenziehungen in den Muskeln, zu denen er läuft, aber niemals Empfindungen veranlassen. Auch Schmerz als eine Art von Empfindung kann niemals durch motorische Nerven vermittelt werden. Das Vermögen, Empfindungen oder Bewegungsimpulse zu leiten, ist eine angeborene Eigenschaft der Nerven und kommt jeder ihrer Primitivfasern zu. Da diese nie mit benachbarten durch Äste kommunizieren und ohne Unterbrechung von ihrem Anfange bis zum Ende verlaufen, so müssen sie als physiologisch isoliert gedacht

werden. Einem gewissen peripherischen Bezirke also muß ein bestimmter Zentralpunkt entsprechen, und der durch Reiz bedingte Erregungszustand einer Nervenfasern kann im Verlauf des Nervs niemals auf eine benachbarte überspringen. Im Zentralorgan dagegen und auch am peripherischen Ende der Primitivfasern und deren Spaltungszweigen ist eine solche Übertragung der Erregung auf benachbarte Fasern anzunehmen, weil diese daselbst mit der zuerst erregten in anatomischer Verbindung stehen. Die unwillkürlichen Bewegungen, die sich auf Erregung der Empfindungsnerven einstellen und Reflexbewegungen genannt werden, setzen ebenfalls eine Übertragung der Reizung von sensiblen auf motorische Nerven in den Zentralorganen voraus. Wenn sich auf Kitzeln Lachen und krampfhaftige Verzerrung des Gesichtes einstellen, wenn auf Tabakschnupfen Niesen entsteht oder auf Kratzen des Zungengrundes Würgen und Erbrechen und auf Reizung der Kehlkopfschleimhaut Husten eintritt, so sind alles dieses Reflexbewegungen, die durch das Überspringen der Erregung sensibler Nerven auf motorische im Gehirn und Rückenmark ausgelöst werden. Die Reflexbewegungen stellen sich zwar unwillkürlich ein, aber dennoch mit dem Charakter der Zweckmäßigkeit, wie denn ein schlafender Mensch, dessen Nase gekitzelt wird, mit der Hand eine Bewegung macht, als ob er Fliegen von seinem Gesicht wegzagen wollte. Ein mit einer spezifischen Sensibilität versehener Sinnesnerv kann, durch welche Reize er immer erregt sein mag, nur solche Gefühle hervorrufen, die er überhaupt zu vermitteln imstande ist. So reagiert der Sehnerv, er mag durch Druck oder durch Galvanismus oder durch jenes Agens, das wir Licht nennen, gereizt werden, immer nur auf die eine Weise, nämlich durch Lichtempfindung. Das Vermögen der Nerven, auf Reize durch Empfindungen oder durch Bewegungen zu reagieren, ist ihre Reizbarkeit. Sie wird durch die Einwirkung der Reize nicht nur erregt, sondern auch geändert. Mäßige Reize steigern sie, stärkere schwächen sie, und ein gewisses Maximum der Erregung hebt sie sogar auf. Doch erholt sich die durch Reize mittleren Grades geschwächte oder erschöpfte Reizbarkeit durch Ruhe wieder. Die beste Erholung für überreizte Nerven gibt der Schlaf. Jene Stoffe, welche das Vermögen besitzen, durch ihre Einwirkung auf Nerven deren Reizbarkeit zu vermindern oder zu tilgen, heißen narkotische Stoffe. Sie rufen, wenn sie als Medikamente oder Gifte dem Organismus einverleibt werden, den Verlust der Reizbarkeit hervor. Die sensiblen und motorischen Eigenschaften der Nerven treten scharf und bestimmt zuerst in den hinteren und vorderen Wurzeln der Rückenmarks-

nerven hervor, die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven sind ausschließlich motorisch, die hinteren ausschließlich sensibel.

Der *Symphikus* ist durch die in seinen Ganglien entspringenden Nervenfasern ein selbständiges und durch die zahlreichen, vom Gehirn

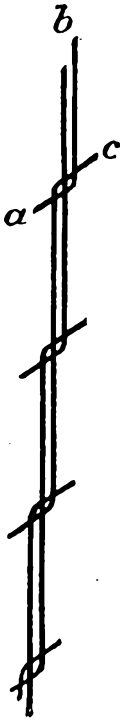


Abb. 89.
Schematische Darstellung des Grenzstranges des Sympathikus.
a Sympathischer Nerv, b Nervenstrang, c Eingeweidezweig des Spinalnervs.

und Rückenmark zu ihm tretenden und mit ihm sich verzweigenden Nerven ein vom Zerebrospinalsystem abhängiges Nervensystem (s. Abb. 89). Er galt bis auf die neueste Zeit für den einzigen Vermittler der Ernährungsprozesse. Sein Name vegetatives Nervensystem entsprang aus dieser Ansicht. Seit jedoch die Ernährungsvorgänge in vollkommen nervenlosen Gebilden im Horngewebe, im Knorpel, in der Kristalllinse und anderen genauer bekannt wurden, mußten die Vorstellungen von der ausschließlichen Abhängigkeit der vegetativen Prozesse vom Sympathikus eine bedeutende Einschränkung erfahren. Diejenigen Nerven, die auf die Ernährung der Organe Einfluß nehmen, werden trophische Nerven genannt. Der Name ist gerechtfertigt, denn es ist festgestellt worden, daß Durchschneidung gewisser Nerven infolge von Aufhebung oder Störung der Ernährung Entzündung, Erweichung, Vereiterung und selbst Brand der bezüglichen Organe bedingt. Der Sympathikus jedoch beteiligt sich nur insofern an der Ernährung, als er in den Muskelfasern jener Organe, denen die Ernährung, die Absonderung und der Kreislauf obliegen, Bewegungen veranlaßt, die auf diese Prozesse Einfluß nehmen. Diese Bewegungen gehen ohne Willensintervention vonstatten, und wir wissen durch Gefühle nichts von ihrem Ablauf. Das Herz, der Magen, die Därme bewegen sich ohne unser Mitwissen, und nur eine allzu stürmische Aufregung dieser Bewegungen beim Herzklopfen, Erbrechen und Bauchgrimmen macht sie uns fühlbar. Die Mittel-

punkte, von denen die Impulse zu diesen Bewegungen ausgehen, sind die Ganglien des Sympathikus. Das Gehirn und ebenso auch das Rückenmark können durch die Nervenfäden, die sie dem Sympathikus einflechten, nur einen modifizierenden Einfluß auf diese Bewegungen äußern, der

sich in Leidenschaften und Affekten, welche im Gehirn als Seelenorgan wurzeln, kundgibt. Das Herzklopfen, die Brustbeklemmung, die wechselnde Röte und Hitze, welche gewisse Seelenzustände begleiten, bestätigen den umbildenden Einfluß des Zerebrospinalsystems auf die vegetativen Akte.

Das Gehirn und das Rückenmark werden innerhalb der sie umschließenden knöchernen Hirnschale noch von drei *häutigen Hüllen* umfaßt. Von diesen stellt die harte Hirnhaut die äußerste Hülle des Gehirns und Rückenmarks dar. Sie ist, wie die fibrösen Häute überhaupt, bindegewebiger Natur mit geringer Zugabe elastischer Elemente. Dicker und fester als die übrigen Hirnhüllen bildet sie einen geschlossenen Sack, welcher der inneren Oberfläche der Schädelhöhle dicht anliegt und für die Schädelknochen zugleich die Stelle einer inneren Beinhaut vertritt. Es müssen an der harten Hirnhaut zwei Schichten angenommen werden, die an gewissen Stellen auseinanderweichen, wodurch es zur Bildung von Hohlräumen kommt, da diese das Venenblut des Gehirns sammeln, bevor es in die Abzugskanäle der Schädelhöhle einströmt. Sie werden daher Blutleiter genannt. An der harten Hirnhaut ist ein Gehirnteil und ein Rückenmarkteil zu unterscheiden. Der Gehirnteil hängt in der Richtung der Nähte und der an der inneren Oberfläche der Hirnschale vorspringenden Leisten und Kanten fest mit den Knochen zusammen, und erzeugt einen senkrechten und einen queren, in die Schädelhöhle vorspringenden Fortsatz, deren Richtungen sich somit kreuzen. Die Sichel des großen Gehirns schaltet sich senkrecht zwischen die Halbkugeln des großen Gehirns ein, während die bei weitem weniger vorspringende Sichel des kleinen Gehirns sich von hinten her zwischen die Halbkugeln des kleinen Gehirns einschaltet. Da durch alle Löcher der Hirnschale scheidenförmige Fortsätze der harten Hirnhaut austreten, so muß durch das größte Schädelloch die ansehnlichste Verlängerung dieser Hirnhaut als Hülle für das Rückenmark in den Rückgratskanal gelangen. Da aber der knöcherne Rückgratskanal bereits mit einem eigenen Periost versehen ist, so verliert der Rückenmarksteil der harten Hirnhaut seine Verwendung als Beinhaut, die ihm in der Schädelhöhle zukam. Ein jeder Rückenmarksnerv erhält von der spinalen harten Hirnhaut eine Scheide, die ihn durch das entsprechende Zwischenwirbelloch geleitet, und im weiteren Verlauf zu dessen Nervenscheide wird.

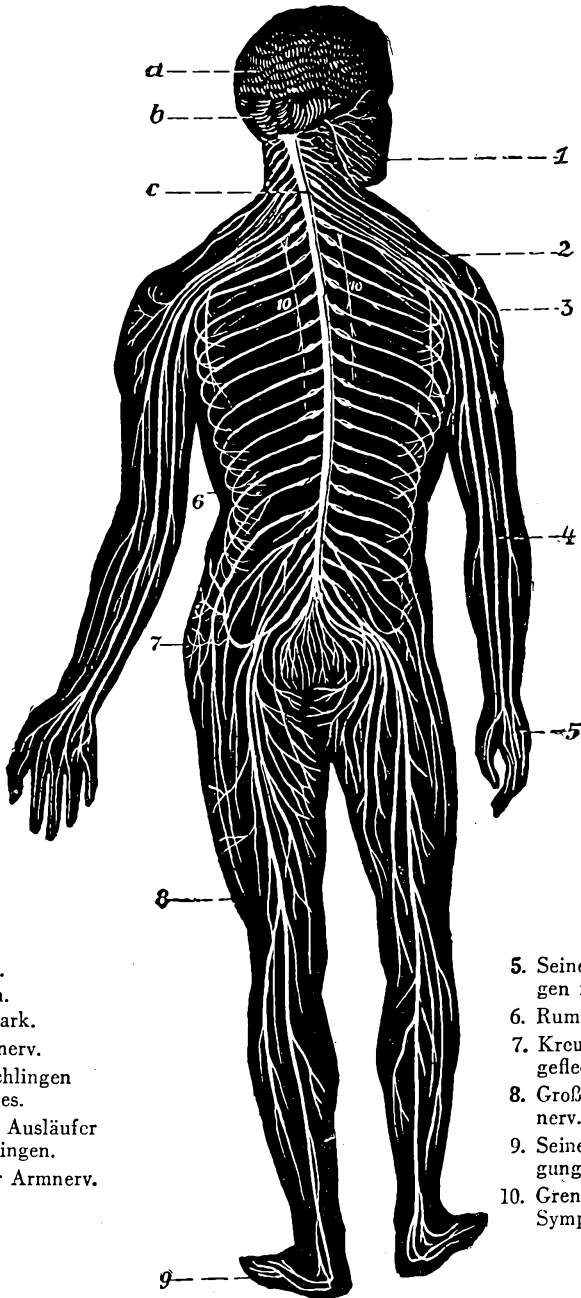
Die Spinnwebenhaut, die zweite Umhüllungsmembran, ist kein durchlöcherteres Gebilde, wie ihr übel gewählter Name vermuten ließe, sie führt

ihn vielmehr nur ihrer Zartheit wegen. An der Oberfläche des Gehirns sinkt sie nicht in die Vertiefungen zwischen den Hirnwindungen ein, sondern geht brückenförmig über sie fort. Ist sie durch das große Hinterhauptloch herausgetreten, so wird die zerebrale Spinnwebhaut zur spinalen Spinnwebhaut, die das Rückenmark lange nicht so knapp umschließt wie das Gehirn. Das Rückenmark wie die Rückenmarksnervenwurzeln werden von dem serösen Inhalt der spinalen Spinnwebhaut, von der Zerebrospinalflüssigkeit umspült. Wird der Blutgehalt des Gehirns vermehrt, wie es bei jeder Ausatmung geschieht, und das Gehirnvolumen dadurch vergrößert, so muß die Zerebrospinalflüssigkeit aus der Schädelhöhle in die Rückgratshöhle ablaufen, die ganz geeignet ist, ein Mehr an dieser Flüssigkeit aufzunehmen, da sie nicht wie die Schädelhöhle aus starren und durchaus knöchernen Wänden besteht, sondern in den Zwischenräumen je zweier Wirbel durch elastische und nachgiebige Membranen abgeschlossen wird. Die dritte Hülle, die weiche Hirnhaut, umhüllt ganz genau die Oberfläche des Gehirns und des Rückenmarks. Sie paßt sich allen ihren Unebenheiten an und schiebt sich mit zahlreichen Faltungen in alle Furchen der Gehirnrinde ein. Sie zeichnet sich durch ihren Reichtum an Blutgefäßen aus.

Einen Überblick über das gesamte Nervensystem des Menschen bietet Abb. 90.

Das Zentralorgan des animalen Nervensystems besteht aus dem Gehirn und dem Rückenmark, wobei das Gehirn die in der Schädelhöhle eingeschlossene Hauptmasse des Nervensystems darstellt, das Rückenmark dagegen als dessen strangförmige Verlängerung in den Rückgratskanal hinab erscheint. Das Gehirn hat einen weit komplizierteren Bau als das Rückenmark, mit dem es gleichzeitig entsteht.

Der Hauptsache nach ist das *Gehirn* symmetrisch gebaut (siehe Abb. 91). Es besteht demnach aus paarigen Hälften, und selbst seine unpaaren medianen Organe sind durch einen mittleren Längenschnitt in gleiche Hälften zu teilen. Nur die Einzelheiten der Seitenhälften sind nicht durchweg kongruent, sondern variieren mehr oder weniger in Größe und Gestalt. Das Gehirn wird in das große und das kleine Gehirn eingeteilt. An beiden wieder werden zwei paarige Seitenhälften als Halbkugeln oder Hemisphären und ein unpaares Mittelgebiet unterschieden. Auch die Fortsetzung des Rückenmarks, die durch das große Hinterhauptloch in die Schädelhöhle aufsteigt und sich an das Gehirn anschließt, wird als verlängertes Mark noch zum Gehirn gerechnet. Das



- a* Großhirn.
- b* Kleinhirn.
- c* Rückenmark.
- 1. Gesichtsnerv.
- 2. Nervenschlingen des Armes.
- 3. Oberste Ausläufer der Schlingen.
- 4. Mittlerer Armnerv.

- 5. Seine Verzweigungen in der Hand.
- 6. Rumpfnerven.
- 7. Kreuzbeinnervengeflecht.
- 8. Großer Lenden-nerv.
- 9. Seine Endverzweigungen im Fuß.
- 10. Grenzstränge des Sympathikus.

Abb. 90. Das Nervensystem des Menschen.

große Gehirn verhält sich seinem Umfange nach zum kleinen wie acht zu eins. Ihr Gewicht beträgt zusammen beim Manne im Durchschnitt einundeinhalbes Kilogramm, bei der Frau etwas weniger.

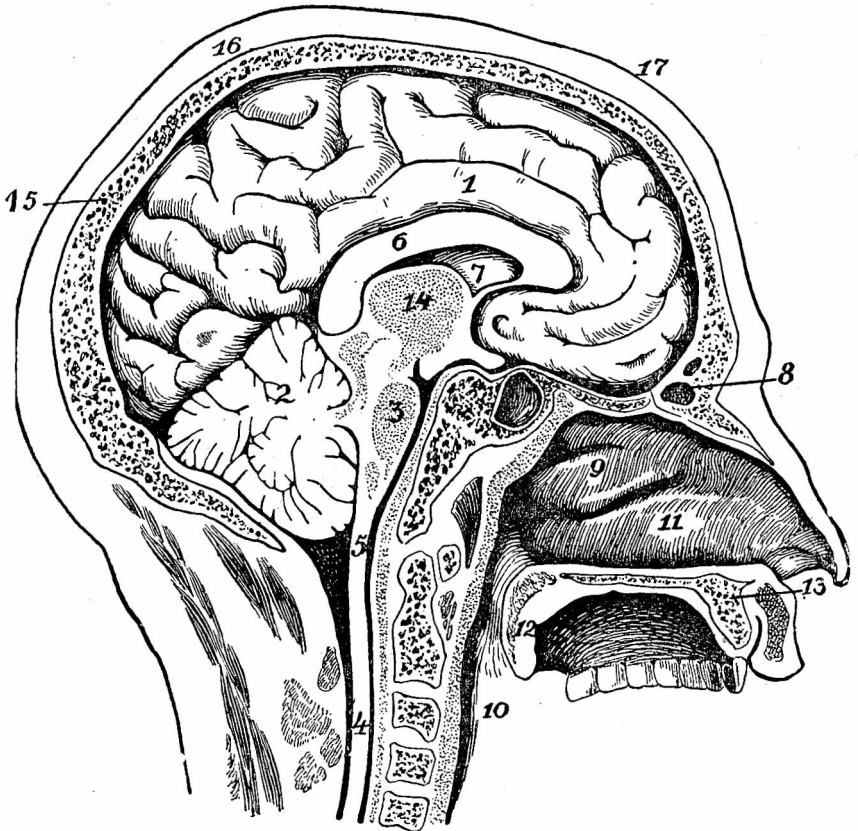


Abb. 91. Längsschnitt durch das Gehirn.

1. Großhirn, 2. Lebensbaum, 3. Brücke, 4. Rückenmark, 5. verlängertes Mark, 6. Balken im Großhirn, 7. Scheidewand, 8. Stirnhöhle, 9. senkrechte Platte des Siebbeins, 10. Rachen, 11. knorpeliger Teil der Nasenscheidewand, 12. Zäpfchen, 13. Oberkieferbein, 14. Sehhügel, 15. Schädelknochen, 16. Sehnhaut, 17. äußere Haut.

Die *Hemisphären* des großen Gehirns (s. Abb. 92) sind bei der Ansicht von oben her ihrer ganzen Länge nach durch eine tiefe Spalte getrennt, in die sich der große Sichelfortsatz der harten Hirnhaut hineinsenkt. Vorn und hinten dringt diese Spalte von der oberen bis zur unteren

Fläche des Großhirns durch, so daß die vorderen und hinteren Lappen beider Hemisphären auch bei unterer Ansicht voneinander getrennt erscheinen. In der Mitte dagegen erreicht der Spalt nur eine gewisse Tiefe,

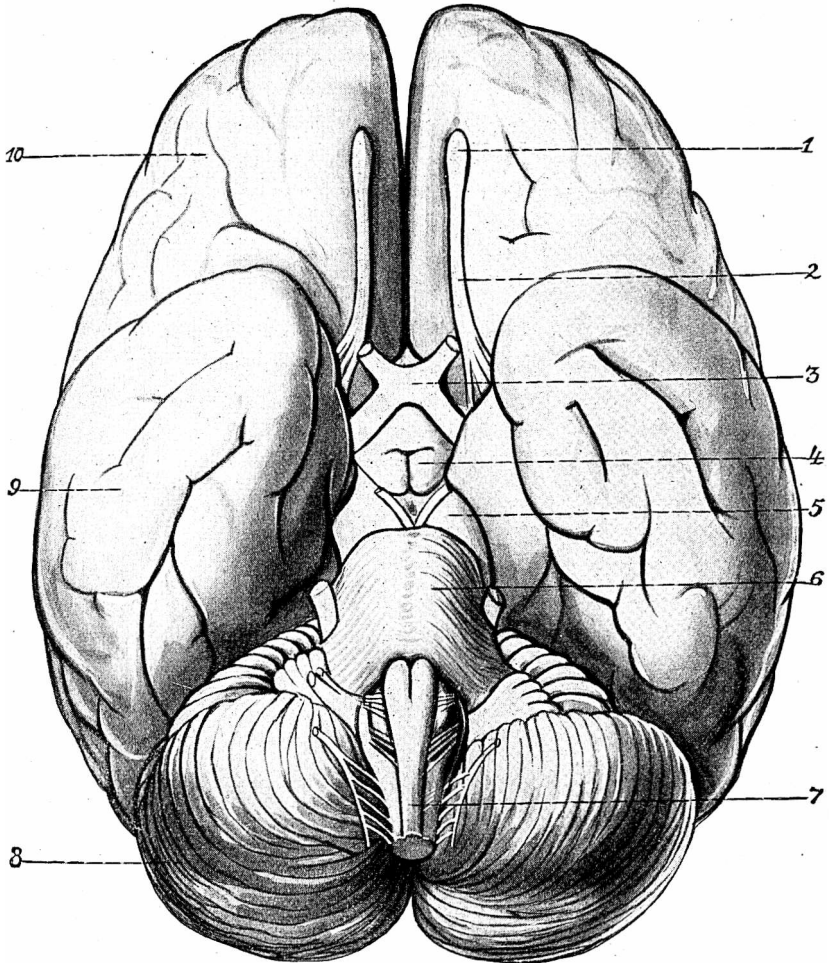


Abb. 92. Das Gehirn.

1. Riechkolben, 2. Riechnerv, 3. Sehnervkreuzung, 4. Markhügel, 5. Schenkel des Großhirns, 6. Brücke, 7. verlängertes Mark, 8. Kleinhirn, 9. Schläfenlappen und 10. Stirnlappen des Großhirns.

indem das sogenannte Mittelgebiet des großen Gehirns nicht durchschnitten wird. Am kleinen Gehirn fehlt dieser Spalt und wird nur durch einen Einbug des hinteren Randes, in den sich der kleine Sichelfortsatz

der harten Hirnhaut einschiebt, unvollkommen repräsentiert. Dagegen hat die untere Fläche des kleinen Gehirns einen tiefen Eindruck, in den das verlängerte Mark zu liegen kommt. Dann sind an den Hemisphären des großen Gehirns drei, an denen des kleinen Gehirns nur zwei Flächen zu unterscheiden. Für die Halbkugeln des großen gibt es eine untere, eine äußere oder obere und eine innere Fläche. Die untere wird durch eine dem schwertförmigen Keilbeinflügel entsprechende tiefe, horizontal nach außen ziehende Bucht in einen vorderen kleinen und einen hinteren größeren Lappen geschnitten. Jede Hemisphäre weist daher bei unterer Ansicht drei Lappen auf. Der vordere Lappen heißt auch Stirnlappen, der untere wird Schläfenlappen, der hintere Hinterhauptlappen genannt. Die äußere gewölbte Fläche der Hemisphären liegt an der Schädelwand an, sie geht in der Richtung der Pfeilnaht in die innere ebene und senkrechte Fläche über, die derselben Fläche der anderen Hemisphäre zu-gekehrt ist und sie berühren würde, wenn der große Sichelfortsatz nicht dazwischen träte. Durch die Schenkel der Sylvinsschen Spalte wird die Hemisphäre in einen oberen und einen unteren Abschnitt geteilt, von denen der erste den Stirnlappen und den Scheitellappen in sich begreift, der untere aber der Schläfenlappen ist. Die beiden letzteren fließen nach hinten zu zum Hinterhauptlappen zusammen.

Alle Flächen der Hemisphären des großen und kleinen Gehirns sind mit den sogenannten *Windungen* besetzt. Diese Gehirnwindungen, in denen der eigentliche Sitz der Seelentätigkeit angenommen wird, präsentieren sich am großen Gehirn als darmähnlich verschlungene, am kleinen Gehirn als mehr parallel und einfach bogenförmig gekrümmte, graue Wülste. Sie bestehen oberflächlich aus grauer Rindensubstanz, im Innern aus weißer Masse. Die graue Rindensubstanz der Windungen dicht an der Marksubstanz, also in ihrer tiefsten Schicht, läßt eine eigentümliche, ins Rotbraune spielende Farbennuance erkennen. Die Windungen werden durch mehr oder weniger tief eindringende Furchen voneinander getrennt. Diese Furchen nehmen die Falten der weichen Hirnhaut auf und beherbergen an der Oberfläche zunächst meist einen stärkeren Venenzweig der Pia mater, der dem Hirn direkt anliegenden Hülle. Gewisse Windungen und Furchen am großen Gehirn sind auf beiden Hemisphären nicht symmetrisch angeordnet, andere dagegen stimmen auf beiden Seiten immer genau überein. An den Enden des Vorderlappens und des Hinterlappens sind sie immer schwächtiger als die übrigen.

Der *Balken* gibt das Bindemittel zwischen der rechten und der linken

Hemisphäre. Seine beiden Seitenränder strahlen in die Markmasse der beiden Hemisphären aus. An der oberen Fläche des Balkens zeigt sich eine zwischen zwei Längenerhabenheiten von vorn nach rückwärts verlaufende Furche, die durch ein System querer Streifen gekreuzt wird. Der vordere Rand des Balkens biegt sich nach abwärts und rückwärts bis zur Basis des Gehirns herab. Der durch das Umbiegen des vorderen Balkenrandes gebildete Winkel heißt das Balkenknie, der hintere verdickte Rand des Balkens Balkenwulst.

Von den *Kammern des Gehirns*, den Gehirnentrikeln, schickt eine jede Seitenkammer von ihrem mittleren Raume drei bogenförmig gekrümmte, sich nach verschiedenen Richtungen in die Markmasse einbohrende Fortsätze oder Hörner aus. Das Vorderhorn kehrt seine Vertiefung nach außen, das Hinterhorn nach innen, das bis in die Basis des Gehirns sich hinabkrümmende, lange Unterhorn nach vorn. Es finden sich im Vorderhorn der Seitenkammer der birnenförmige Streifenhügel, sowie der Sehhügel, der hinter dem Streifenhügel liegt. Im Hinterhorn sind der Vogelsporn oder der kleine Seepferdefuß und die seitliche Erhabenheit erwähnenswert, im Unterhorn der große Seepferdefuß oder das Ammons-horn. Diese Vorsprünge ragen in die Hörner der Seitenkammer hinein. Die unpaare dritte oder mittlere Kammer wird vom Balken und dem unter ihm liegenden Gewölbe bedeckt. Unter dem Balken findet sich zwischen seiner vorderen Hälfte und dem unter ihm liegenden Gewölbe senkrecht gestellt die durchsichtige Scheidewand. Sie bildet eine vertikale Wand zwischen den beiden Vorderhörnern der Seitenkammern. Die hintere Hälfte des Balkens dagegen liegt unmittelbar auf dem Gewölbe auf; hier fehlt somit die durchsichtige Scheidewand. Das Gewölbe liegt in der Furche, die zwischen den sich aneinanderlehrenden Sehnervenhügeln nach oben übrigbleibt, geht dann nach vorn und hinten in zwei Schenkel über. Die vorderen Schenkel heißen Säulen des Gewölbes. Sie hängen mit den beiden Blättern der durchsichtigen Scheidewand zusammen, senken sich bogenförmig dann vor den Sehhügeln in die Tiefe und steigen zuletzt geradlinig zu den beiden Markhügeln der Hirnbasis herab, und liegen auf den Sehhügeln nur lose auf, ohne mit ihnen zu verschmelzen. Es existiert also eine Zwischenspalte, die sich nach vorn unmittelbar hinter den Gewölbesäulen zu einem Loche erweitert. Nach hinten spaltet sich das Gewölbe in die beiden hinteren Schenkel, zwischen denen ein einspringender Winkel mit vorderer Spitze freibleibt, die sogenannte Leier, *Lyra Davidis* oder *Psalterium*. Durch eine sehr gefäßreiche Membran

wird die dritte Kammer zugedeckt, die als Fortsetzung der Pia mater unter dem Balkenwulst und über dem Vierhügel zur dritten Hirnkammer gelangt und sich nach vorn bis zu den Säulen des Gewölbes erstreckt. Diese Aderausbreitung der zarten Hirnhaut enthält Verzweigungen der tiefen Gehirnschlagader. In ihrer Mitte führt sie zwei größere Venenstämmen. Die beiden Seitenwände der dritten Kammer stehen durch drei Querstränge, Kommissuren, in Verbindung. Die vordere große Kommissur liegt an der vorderen Wand vor den absteigenden Schenkeln des Gewölbes und kommt zu Gesicht, wenn man diese Schenkel auseinanderdrängt, die hintere große Kommissur liegt an der hinteren Wand vor dem Vierhügel. Beide Kommissuren sind markweiß und rund. Unter der vorderen vertieft sich der Boden der dritten Kammer zum zweiten Trichtereingang, und unter der hinteren befindet sich die kleine dreieckige Eingangsöffnung in die Sylvinssche Wasserleitung, die unter dem Vierhügel zur vierten Hirnkammer führt. Die breite und weiche Kommissur ist grau und weich, sie fehlt zuweilen und stellt nur eine lokale Verschmelzung des grauen Beleges dar, von dem die inneren Flächen beider Sehhügel überzogen sind. Einer besonderen Erwähnung bedarf der Vierhügel. Er ist ein unpaarer, durch eine Kreuzfurche in vier Hügel geteilter, weißer Höcker, der zwischen der dritten und der vierten Hirnkammer steht und deren Verbindung unterhält. Sein vorderes Hügelpaar ist größer und höher, das hintere kleiner und niedriger. Auf dem vorderen Hügelpaar ruht die sogenannte Zirbeldrüse; sie besteht überwiegend aus grauer Substanz mit spärlichen, markweißen Streifen im Innern.

Von unten her übersieht man gänzlich die *Basis des großen Gehirns* mit Ausnahme der Hinterlappen, die durch das kleine Gehirn verdeckt werden, weiter auch die untere Fläche des kleinen Gehirns, der Varolsbrücke und des verlängerten Marks. Im Mittelgebiet dieser Ansicht lagern von vorn nach hinten eine Reihe bemerkenswerter Gebilde. Zunächst die vordere durchlöchernde Lamelle. Diese liegt vor der Sehnervenkreuzung und ist markweiß; sie zerfällt in eine mittlere und zwei seitliche perforierte Stellen. Die seitlichen ziehen sich gegen den Anfang der Sylvinsschen Furchen hin, die mittlere ist nur wenig durchlöchernd und wird erst gesehen, wenn man die Sehnervenkreuzung, die sie überlagert, nach hinten umlegt. Vor den Seitenteilen der vorderen durchlöchernden Lamelle liegt an der unteren Fläche eines jeden Vorderlappens eine dreiseitig pyramidale, graue Erhabenheit, die sich nach vorn in den Riechnerv fortsetzt. Die Löcher der vorderen durchlöchernden Lamelle sind ebensoviele

Durchgangspunkte von Blutgefäßen. Ferner liegt hier die Sehnervenkreuzung. Sie ähnelt einem griechischen X, einem Chi, daher der Name Chiasma. Vorn hängt sie mit der mittleren durchlöchernten Stelle, hinten mit dem grauen Hügel zusammen. Die in das Chiasma eintretenden Stücke der Sehnerven, die den Hirnstiel von außen nach innen umgürten, heißen ihrer Platttheit wegen Sehstränge; die aus dem Chiasma austretenden runden Stücke der Sehnerven sind die eigentlichen Sehnerven. Hinter dem Chiasma liegt der graue Hügel mit dem Trichter und bildet einen

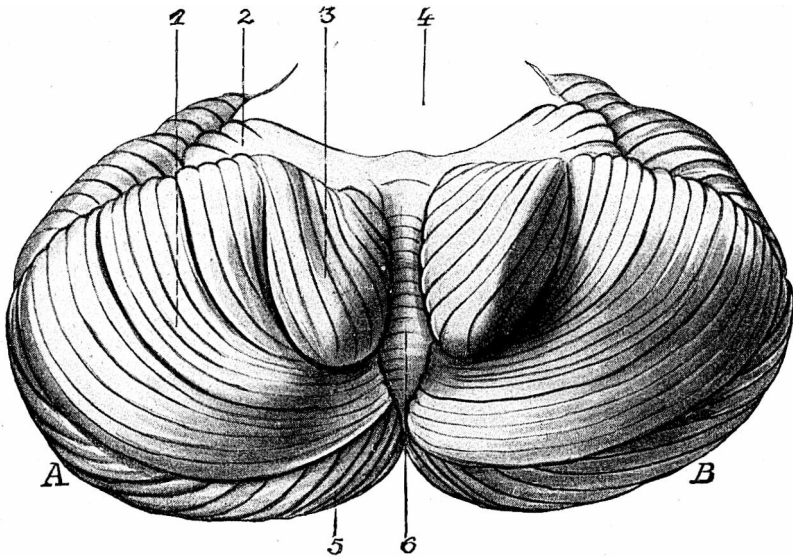


Abb. 93. Ansicht des Kleinhirns von unten.

- A. Rechte Hemisphäre, B. linke Hemisphäre, 1. der keilförmige Lappen, 2. die Flocke, 3. die Mandel, 4. die Varolsbrücke, 5. der hintere Unterlappen, 6. der Unterwurm.

Teil des Bodens der mittleren Hirnkammer. Er ist weich und grau und verlängert sich zu einem kegelförmigen, nach vorn und unten gerichteten Zapfen, der, wie der graue Hügel selbst, hohl ist und deshalb Trichter heißt. Seine Höhle ist eine Fortsetzung der Höhle des dritten Ventrikels, die sich unter der vorderen Verbindung der beiden Sehnervenhügel in den Trichter hinab verlängert. Die Höhle erstreckt sich jedoch nicht bis in die Spitze des Trichters, die solide ist und sich mit dem Hirnanhang an der Basis des Großhirns verbindet. Der Hirnanhang liegt im Türken-sattel und füllt denselben ganz aus. Dann unterscheidet man die beiden

Markhügel oder Weiberbrüste, so genannt wegen ihrer Verbindung mit den vorderen Schenkeln des Gewölbes. Es sind zwei weiße, halbkugelige, erbsengroße, dicht nebeneinanderliegende Markkörper zwischen den Hirnstielen und hinter dem grauen Hügel.

Die beiden Halbkugeln des *kleinen Gehirns* sind durch eine Querbrücke, die Varolsbrücke, miteinander verbunden (s. Abb. 93). Hinter ihr befindet sich das verlängerte Mark, das sich als ein unpaarer Markzapfen zwischen beide Halbkugeln einlagert. Die Varolsbrücke ruht teils auf der Basis des Hinterhauptbeins, teils auf der Lehne des Türkensattels. Die Seitenteile der Varolsbrücke setzen sich mit den beiden Halbkugeln des kleinen Gehirns durch die sogenannten Brückenarme in Verbindung. Über der Brücke liegt der Vierhügel und zwischen beiden die Sylvinssche Wasserleitung, da ein Teil der Stränge des verlängerten Marks sich durch die Brücke durchschiebt, um in die Großhirnschenkel überzugehen. Das *verlängerte Mark* ist ein weißer Markzapfen, der durch das große Hinterhauptloch in das Rückenmark übergeht (s. Abb. 94). In seiner Mitte läuft eine vordere Längsrinne, zu dessen beiden Seiten die Pyramiden und auswärts von diesen die Oliven zu sehen sind. Beiden entsprechen strangförmige Abteilungen im Innern der Marksubstanz des verlängerten Marks als Pyramidenstränge und Olivenstränge. Neben den Oliven befinden sich die strangförmigen Körper, die von dem verlängerten Mark zu den Hemisphären des kleinen Gehirns treten und, weil sie sich in diese so einsenken wie die Hirnstiele in die Halbkugeln des großen Gehirns, auch Schenkel des kleinen Gehirns genannt werden. Wird durch Auseinanderziehen der beiden Pyramiden eine tiefere Einsicht in die vordere Längsfurche gewonnen, so zeigen sich gekreuzte Bündel, die von einer Pyramide zur anderen gehen. Die Olive enthält einen weißen, mit einer dünnen, grauen, zackig ein- und ausgebogenen Lamelle umgebenen Markkern. Nun stehen zwar beide Hemisphären des kleinen Gehirns miteinander in Verbindung, sie sind aber durch eine tiefe mittlere Furche, in der das verlängerte Mark liegt, voneinander geschieden. Diese Furche ist das Tal, das nach hinten in einem Einschnitt endet. Der unter dem verlängerten Mark im Tale liegende mittlere Bezirk des kleinen Gehirns heißt der Unterwurm. Die beiden Hemisphären des kleinen Gehirns hängen an ihrer oberen Fläche an der Mittellinie durch den mäßig aufgewölbten Oberwurm zusammen, indem die Windungen meist ohne Unterbrechung von einer Hemisphäre in die andere übergehen. Der Oberwurm bildet also das schmale Verbindungsglied der beiden Hemisphären des kleinen

Gehirns. Die obere Fläche beider Kleinhirnhemisphären wird von der unteren durch einen tiefen, an der äußersten Umrandung des kleinen Gehirns herumlaufenden Einschnitt geschieden. Der Oberwurm besteht aus einer Kolonne querer und parallel hintereinander folgender Windungen, die in ihrer Gesamtheit einen erhabenen, beide Hemisphären vereinigenden Rücken darstellen, dessen quere Furchung allerdings mit dem geringelten Leibe einer Raupe Ähnlichkeit hat. Auf der vertikalen Schnittfläche zeigt der Wurm weißes Mark, das sieben bis acht Äste abgibt, die in die Abteilungen des Oberwurms und des Unterwurms eindringen, und mit ihren Nebenästen, die sämtlich mit grauer Rindensubstanz eingefaßt werden, den Lebensbaum des Wurms bilden. Ähnlich befindet sich das Marklager der Kleinhirnhemisphären auf jedem Durchschnitt mit allseitig herauswachsenden, grauum-säumten Markkästen und Zweigen besetzt. Die beiden hinteren Stränge des Rückenmarks, zwischen denen die hintere Längsfurche liegt, gehen nach vorn auseinander, um als Schenkel zum

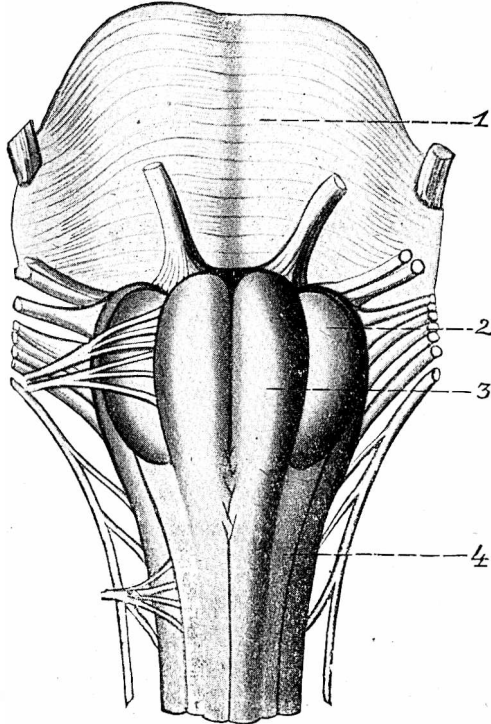


Abb. 94.

Das verlängerte Mark mit der Varolsbrücke.

1. Varolsbrücke, 2. Olive, den weißen Markkern enthaltend, 3. Pyramide, 4. motorische Stränge des verlängerten Marks.

kleinen Gehirn zu treten. Durch dieses Auseinanderweichen entsteht zwischen ihnen ein nach hinten spitzer Winkel, der in die hintere Längsfurche übergeht. Denkt man zu diesem Winkel diejenigen hinzu, die durch die aus dem kleinen Gehirn zum hinteren Vierhügelpaar nach oben zusammenlaufenden Bindearme gebildet werden, so ergibt sich eine Raute mit einem vorderen und einem hinteren sowie zwei Seitenwinkeln. Dies ist die

Rautengrube, der Boden der vierten Hirnkammer. Ihre Grundfläche wird durch die obere Fläche des verlängerten Marks gebildet. Sie erscheint grau belegt mit einer Platte, die eine Fortsetzung der grauen Kernsubstanz des Rückenmarks ist und durch eine vom vorderen zum hinteren Winkel der Rautengrube herablaufende Medianfurche in zwei Seitenhälften geteilt wird. Unterhalb dieser dünnen grauen Platte lagert das weiße, vom Rückenmark zur Varolsbrücke aufsteigende Mark, in dem einige eingesprengte graue Kerne gewissen Gehirnnerven als Ursprungsstätten dienen. Der zwischen den auseinanderlaufenden Kleinhirnschenkeln eingeschlossene hintere Winkel der Rautengrube hat eine augenfällige Ähnlichkeit mit dem Ausschnitt einer Feder, deren Spalt durch die hintere Längsfurche vorgestellt wird, und führt deshalb den Namen der Schreibfeder. Der vordere Winkel hängt durch die Sylvinssche Wasserleitung mit der dritten Kammer zusammen. Der zwischen dem Unterwurm und der Rautengrube befindliche Raum stellt nun die vierte Hirnkammer dar. Wird eine Hemisphäre des kleinen Gehirns quer durchgeschnitten, so sieht man in ihrem mit Ästen und Zweigen besetzten weißen Marklager nach vorn und innen den gezackten Körper als einen weißen, mit einem grauen, zackigen Saume eingelegten Kern der Hemisphäre.

Der in der Rückgratshöhle eingeschlossene, plattzylindrige Abschnitt des zentralen Nervensystems heißt das *Rückenmark*. Es verhält sich dem Scheine nach zum knöchernen Rückgrat wie das Mark zu den langröhriigen Knochen, und dieser rohe Vergleich veranlaßte seinen Namen. Es geht ohne scharfe Grenze nach oben in das verlängerte Rückenmark über und endigt unten schon am ersten oder am zweiten Lendenwirbel mit einer stumpf kegelförmigen Spitze, von der der Endfaden sich bis zum Ende des Sackes der harten Rückenmarkshaut nach unten erstreckt. Das Rückenmark bildet keinen gleichförmig dicken Strang, denn am Halse und gegen sein unteres Ende zu erscheint es dicker als in der Mitte seines Brustabschnittes. An diesen beiden Stellen, der Halsanschwellung und der Lendenanschwellung, treten die stärksten Nerven des Rückenmarks aus. Überhaupt kann als Regel gelten, daß seine Dicke im geraden Verhältnis mit der Dicke der stellenweise zunehmenden Nerven wächst. Das Rückenmark (s. Abb. 95) besteht aus zwei halbzyllindrigen Seitenhälften mit äußerer markweißer Rinde und innerem grauen Kern. Beide Seitenhälften liegen ihrer ganzen Länge nach so dicht aneinander, daß sie nur einen einzigen Zylinder zu bilden scheinen, an dem jedoch die Gegenwart einer vorderen und hinteren Längsfurche die Tatsache der Paarung seit-

licher Hälften aufrechterhält. Die seichte hintere Längsfurche läßt sich nur am Halssegment und gegen den Endkegel des Rückenmarks zu deutlich wahrnehmen, die tiefere vordere erstreckt sich aber durch die ganze Länge des Rückenmarks. Beide Furchen nehmen faltenförmige Fortsätze der weichen Hirnhaut auf. Außerdem spricht man noch von zwei Furchen, einer vorderen und einer hinteren an den Seitenflächen des Rückenmarks. Durch die Richtung dieser Furchen wird die Oberfläche des Rückenmarks in sechs markweiße Längsstränge geteilt. Und zwar unterscheiden wir zunächst die beiden vorderen Stränge, die rechts und links von der vorderen

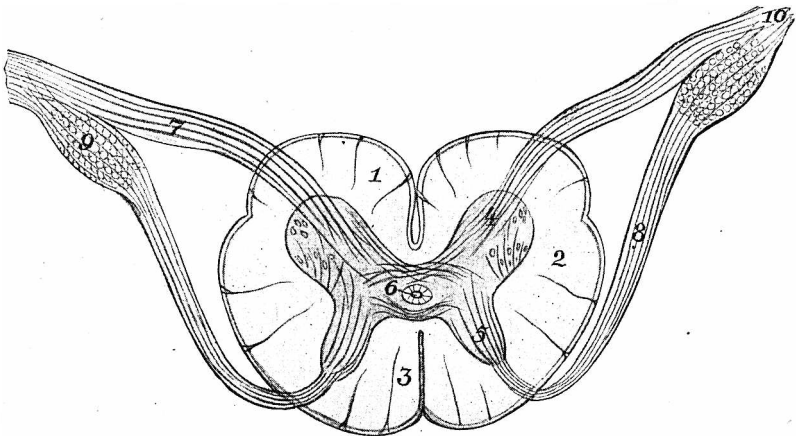


Abb. 95. Querschnitt durch das Rückenmark.

1. Vorderstrang der weißen Substanz, 2. Seitenstrang der weißen Substanz, 3. Hinterstrang der weißen Substanz, 4. das motorische oder Vorderhorn der grauen Substanz, 5. das sensible oder Hinterhorn der grauen Substanz, 6. der Zentralkanal, 7. motorische Wurzel des Nerven, 8. die sensible Wurzel, 9. der Nervenknötchen (Ganglion) der sensiblen Wurzel, 10. der Rückenmarksnerv.

Längsfurche liegen. Ihre innersten und zugleich tiefsten Fasern kreuzen sich in deren Grunde, wodurch die vordere weiße Kommissur des Rückenmarks entsteht. Dann kommen die beiden Seitenstränge zwischen den vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven und schließlich die beiden hinteren Stränge zu beiden Seiten der hinteren Längsfurche. Die Zahl dieser Stränge wird gegen den ersten oder zweiten Halswirbel hinauf durch einige neue, zwischen ihnen auftauchende Strangbildungen vermehrt. So schieben sich zwischen den beiden vorderen Strängen die zwei Pyramidenstränge ein, die im Aufsteigen breiter werden und in die beiden Pyramiden des verlängerten Rückenmarks übergehen. Im

Atlasring kreuzen sich ihre inneren Faserbündel in der vorderen Längsfurche, während zwischen den beiden hinteren Strängen zunächst an der hinteren Längsfurche ein neues Strangpaar auftritt. Der noch übrige Rest der hinteren Stränge führt von nun an den Namen der Keilstränge. Die grauen Kernstränge beider Seitenhälften des Rückenmarks, die nur aus wenig Markfasern, aber einer großen Menge von Ganglienzellen bestehen, sind durch eine mittlere graue Kommissur untereinander verkoppelt. Unmittelbar vor dieser greift auch eine Verbindung der Marksubstanz beider Seitenhälften durch die vordere weiße Kommissur Platz, die dem Grunde der vorderen Längsfurche entspricht. Zwischen beiden Kommissuren befindet sich der an dünnen Querschnitten leicht erkennbare, sehr feine und mit Flimmerepithel ausgekleidete Zentralkanal des Rückenmarks. Aufs deutlichste zeigen Querschnitte des Rückenmarks, in verschiedenen Höhen geführt, das räumliche Verhältnis der weißen Rindensubstanz und der grauen Kernmasse. Das Bild gestaltet sich aber anders, je nach der Höhe, in der das Rückenmark durchschnitten wird. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß jeder Seitenteil des grauen Kerns die Gestalt einer nach außen vertieften und nach innen gewölbten Platte hat. Die vertieften Flächen beider Platten hängen durch die mittlere graue Kommissur zusammen und zeigen somit im Querdurchschnitt die Gestalt eines X. Dabei sind die beiden hinteren Hörner dieser Figur länger und dünner und gegen die hintere seitliche Furche gerichtet, die sie fast erreichen. Die vorderen Hörner jedoch sind kürzer und dicker und sehen gegen die vordere seitliche Furche. Sie enthalten größere und ästereichere Ganglienzellen als die hinteren, die ihre größere Länge einer Auflagerung von gelblicher, gelatinöser, zellenführender Substanz verdanken. Vergleicht man zahlreiche, in verschiedenen Höhen des Rückenmarks gelegte Querdurchschnitte, so zeigt sich, daß die weiße Masse stetig von unten nach oben an Mächtigkeit gewinnt, die graue dagegen durch ihr stellenweises Anwachsen die ebenso nur stellenweisen Verdickungen des Rückenmarks, die Halsanschwellung und die Lendenanschwellung bedingt. Die weiße Rindensubstanz des Rückenmarks besteht nur aus Nervenfasern, teils in Längsrichtung, teils mit quерem Verlauf. Die Längsfaserzüge erzeugen die Rückenmarksstränge, die transversalen dagegen sammeln sich zu den Wurzeln der Rückenmarksnerven.

War dies das Zentralorgan des gesamten Systems, so kommen wir nun zur Besprechung seines peripherischen Teils, der Nerven, die entweder direkt aus dem Gehirn ihren Ursprung nehmen, oder aber aus dem

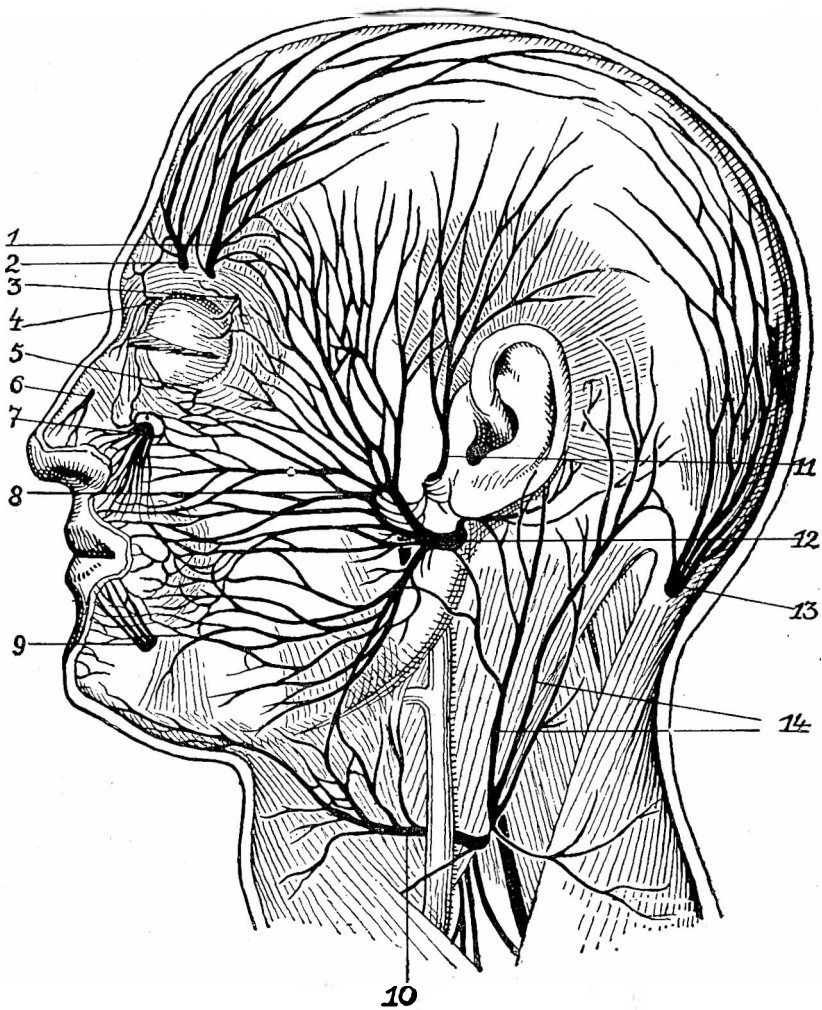


Abb. 96. Die oberflächlichen Nerven des Kopfes.

1. und 2. Stirnäste, 3. Ende des Tränendrüsennervs, in die Haut des äußeren Augwinkels auslaufend, 4. Ende des inneren Augenhöhlennervs, 5. äußerer Hautast, 6. äußerer Nasennerv, 7. Unteraugenhöhlennerv, 8. kleiner hinterer Ast desselben, 9. Kinnast, 10. querlaufende Hautnerven des Halses, 11. Schläfenast, 12. großer vorderer Ast des Antlitznervs, 13. großer Hinterhauptsnerv, 14. großer Ohrnerv.

Rückenmark austreten (s. Abb. 96). Den Beginn machen die zwölf Apostel der *Gehirnnerven*. Sie beginnen mit dem *Riechnerven*. Der Geruchsnerv entspringt am inneren Ende der Sylvinsschen Grube aus dem Riechdreieck als ein anfangs breiter und aus drei zusammenlaufenden Wurzelsträngen, deren mittlerer grau ist, gebildeter Streifen, der sich dann dreikantig als sehr weiche Riechbahn verschmälert. Der Ursprung seiner Wurzeln im Gehirn wird im Streifenhügel und in der vorderen Kommissur angenommen. Der Riechnerv verläuft in einer Furche der unteren Fläche des Großhirnvorderlappens nach vorn, wendet sich etwas dem der anderen Seite zu und schwillt auf der Siebbeinplatte zu einem länglich runden, flachen, grauen Kolben, dem Riechkolben, an. Von der unteren Fläche dieses Kolbens gehen zwei Reihen dünner und weißer Fäden ab, die, mit scheidenartigen Fortsätzen der harten Hirnhaut umhüllt, durch die Löcher der Siebbeinplatte in die Nasenhöhle treten. Dort bilden sie durch Spaltung und Vereinigung Netze, die an der Nasenscheidewand und an der inneren Fläche der beiden Siebbeinmuskeln sich nach abwärts erstrecken und pinselartig gruppierte kurze Fäden in die Nasenschleimhaut schicken, die in die zwischen den Epithelzellen eingeschalteten Riechzellen ebenso übergehen sollen wie die Fasern des Sehnervs in die Stäbe der Netzhaut.

Das zweite Paar der Gehirnnerven ist der *Sehnerv*. Er schlingt sich als ein platter, bandartiger und weicher Streif, als Sehstrang, um den Hirnschenkel von außen nach unten und innen herum. Dabei nähert er sich dem der anderen Seite so sehr, daß beide vor dem grauen Hügel zusammenstoßen und durch Kreuzung ihrer Fäden die sogenannte Sehnervenkreuzung, das Chiasma, bilden. Von hier aus trennen sich dann beide Sehnerven als rundliche und harte Stränge und treten durch das entsprechende Sehloch des Keilbeins in die Augenhöhle. Hier gelangen sie durch das Fettlager, das den pyramidalen Raum zwischen den geraden Augenmuskeln ausfüllt, zum Augapfel, dessen Haut sie durchbohren, um sich zur Faserschicht der Netzhaut zu entfalten. Im Chiasma findet eine halbe Kreuzung der Fasern statt. Die Fasern aus den inneren nasalen Netzhauthälften kreuzen sich, die aus den äußeren, den Schläfen entsprechenden Netzhauthälften verlaufen ungekreuzt. Der linke Sehstrang enthält daher die Fasern aus den linken Netzhauthälften beider Augen, der rechte die aus den rechten Netzhauthälften. Das dritte, vierte und sechste Paar der Gehirnnerven versorgt die in der Augenhöhle befindlichen Bewegungsorgane des Augapfels und des oberen Augenlids wie auch einige Binnen-

muskeln des Auges, und zwar versorgt das vierte Paar von den sieben Muskeln in der Augenhöhle nur den oberen schrägen Augenmuskel, das sechste nur den geraden äußeren Augenmuskel, das dritte dagegen sendet seine Äste zu den übrigen fünf Muskeln innerhalb der Augenhöhle, sowie zum Spannmuskel der Aderhaut und zum Sehloch. Das dritte Paar ist der *gemeinschaftliche Augenmuskelnerv*. Er löst sich vom inneren Rande des Hirnstiels dicht vor der Varolsbrücke ab, betritt diese durch die obere Augenhöhlepalte und läßt an der äußeren Seite des Sehnervs seine beiden Äste nach oben und unten auseinandertreten. Der längste Zweig des Augenbewegungsnerve gibt die kurze oder dicke Wurzel des Strahlenknotens ab, der kurzen Ganglienstrahlenwurzel, er gelangt zu den organischen Binnenmuskeln des Auges, zum Spannmuskel der Aderhaut und zum Sehloch. Das vierte Paar, der *Rollnerv*, ist der dünnste Hirnnerv. Er hat auch seines weit nach hinten fallenden Ursprunges wegen unter allen Gehirnnerven den längsten Verlauf in der Schädelhöhle. Seine Fasern stammen aus zwei grauen Kernen am Boden der vierten Gehirnkammer. Der Rollnerv versorgt einzig und allein den oberen schrägen Augenmuskel. Das sechste Paar, der *äußere Augenmuskelnerv*, versorgt den geraden äußeren Augenmuskel. Diese drei Nerven der Augenmuskeln sind sämtlich vorzugsweise motorischer Natur, auf Reizung ihrer Ursprünge folgt keine Schmerzäußerung.

Das fünfte Paar, der *dreigeteilte Nerv*, übertrifft alle anderen Hirnnerven an Stärke. Auch entspringt er wie ein Rückenmarksnerv mit zwei getrennten Wurzeln. Die hintere, stärkere, aus nahezu hundert Fadenbündeln bestehende, ist sensibel, ihre Fasern lassen sich bis in die hinteren Stränge des Rückenmarks verfolgen. Die vordere, viel schwächere Wurzel wird von der hinteren bedeckt und stammt aus einem grauen Kern, der im vorderen Teil des Bodens der vierten Gehirnkammer liegt. Sie tritt zwischen den vorderen Querfasern des Varolsberges hervor und ist rein motorisch. Beide Wurzeln legen sich aneinander, werden durch die von der Spitze des Felsenbeins zur Sattellehne ausgespannte Fortsetzung des Gezeltrandes überbrückt und gelangen in einen von der harten Gehirnhaut gebildeten und über dem inneren Ende der oberen Fläche der Felsenpyramide gelegenen Hohlraum. In diesem Raum erzeugt die hintere Wurzel durch Spaltung und Verstrickung ihrer Faserbündel ein Geflecht, dessen Zwischenräume Ganglienzellen einnehmen, so daß ein wahrer halbmondförmiger Knoten entsteht, an dessen Bildung die vordere Wurzel keinen ersichtlichen Anteil hat. Aus dem nach vorn, unten und außen

gekehrten, gewölbten Rande dieses Knotens, des Gasserschen Nervenknotts, treten die drei bandartig flachen Äste des fünften Gehirnnervenpaars hervor, deren Verästelungsbezirke im Auge, im Oberkiefer und im Unterkiefer zu suchen sind. Der erste Ast des fünften Gehirnnervenpaars, der Augenzweig, ist sensibel und der schwächste von den dreien. Er geht durch die obere Augenhöhle in die Augenhöhle, wo seine schon vor dem Eintritt in diese Höhle sich trennenden drei Zweige zu ihren verschiedenen Gebieten auseinandertreten. Der erste dieser Zweige ist der Tränennerv. Er geht am oberen Rande des geraden äußeren Muskels zur Tränendrüse und versorgt die Tränendrüse, die Bindehaut und die Haut in der Umgebung des äußeren Augenwinkels. Unter seinem Einfluß steht die Tränenabsonderung. Ein zweiter Zweig des ersten dreiteiligen Astes ist der Stirnnerv. Er liegt gleich unter dem Dach der Augenhöhle und teilt sich halbwegs zwischen dem Sehloch und dem oberen Rand der Augenhöhle in zwei Äste, in den Oberrollennerv, der über der Rolle die Augenhöhle verläßt, um die Haut des oberen Augenlides und die Stirn zu versehen, und in den oberen Augenhöhlennerv, die unmittelbare Fortsetzung des Stirnnervs, der sich, gewöhnlich in zwei Zweige geteilt, durch den oberen Augenhöhleinschnitt zur Stirn begibt, um sich in deren Haut bis zum Scheitel hinauf zu verbreiten. Das obere Augenlid und dessen Bindehaut erhält von ihm seine oberen Augenlidnerven. Die sensiblen Bindehautzweigchen dieses Nerven sowie die des Nasenaugenlidnervs und des unteren Augenhöhlennervs lösen das durch Reizung des Auges hervorgerufene Blinzeln der Augenlider als Reflexbewegung aus. Der dritte Zweig, der Nasenaugennerv, tritt mit dem Abziehnerv durch den gespaltenen Ursprung des geraden äußeren Muskels hindurch, gibt hierauf die lange Wurzel des Strahlenknotts ab und schlägt sich über den Sehnerv nach innen. Der zweite Ast des fünften Paares ist sensibel wie der erste und verläßt die Schädelhöhle durch das runde Loch des Keilbeins. Er durchzieht die Flügelgaumengrube in der Richtung zur unteren Augenhöhle hin und entläßt während dieses Laufes eine Anzahl von Ästen, zunächst den Jochwangennerv, der dünn und weich durch die untere Augenhöhle in die Augenhöhle tritt und sich alsbald in zwei Zweige teilt, sodann den oberen Zahnhöhlennerv. Er zieht am Oberkieferhöcker herab und teilt sich in zwei Zweige. Der erste durchbohrt den Ursprung der oberen Portion des Backenmuskels und geht zur Mundhöhlenschleimhaut und zum Zahnfleisch des Oberkiefers, der zweite tritt durch ein oberes Kieferloch als oberer hinterer Zahnnerv in den oberen Alveolar-

kanal ein und läuft zwischen den beiden Platten der Gesichtswand des Oberkiefers bogenförmig nach vorn, um teils die Schleimhaut der Highmorshöhle und die Pulpa der Mahlzähne zu versorgen, teils mit dem vom unteren Augenhöhlennerv entstehenden, oberen, vorderen Zahnnerv sich schlingenförmig zu verbinden. Dann entspringen dem zweiten Ast des dreiteiligen Nervi die Keilgaumennerven, zwei kurze Nerven, die zu dem in der Tiefe der Keilbeingrube gelegenen Flügelgaumenknoten treten, und der untere Augenhöhlennerv, der die eigentliche Fortsetzung des zweiten Quintusastes ist und durch den unteren Augenhöhlenkanal zum Antlitz gelangt, wo er, vom oberen Lippenhebemuskel bedeckt, in eine große Zahl von strahlenförmig auseinanderlaufenden Ästen zerfährt, die häufig miteinander und mit den Endästen des Antlitznervi zusammenlaufen und dadurch den sogenannten kleinen Gänsefuß bilden. Die Haut und die Bindehaut des unteren Augenlids, der Wange, der Nase und der Oberlippe wird von seinen Zweigen versorgt. Während des Laufes durch den unteren Augenhöhlenkanal gibt er den oberen vorderen Augenhöhlennerv ab, der zwischen den Platten der Gesichtswand des Oberkiefers und später in einer Furche an der inneren, die Highmorshöhle begrenzenden Fläche des Knochens herabsteigt und mit dem oberen hinteren Augenhöhlennerv eine Schlinge bildet, die sich längs des Bodens der Highmorshöhle vom Eckzahn bis zum Weisheitszahn erstreckt. Die aus dem gewölbten Rande der Schlinge hervorgehenden Ästchen bilden das Zahngeflecht. Dieses durchzieht die kleinen Kanälchen des Alveolenfortsatzes des Oberkiefers und schickt seine größeren Zweige zu den Wurzelkanälen der Mahl- und Backzähne, seine kleineren, feineren Zweige aber in die schwammige Knochenmasse zwischen den Zahnwurzeln, von der sie in das Zahnfleisch übertreten. Der dritte Ast des fünften Paares, des Quintus, ist der Unterkieferzweig. Er wird durch eine Summe von Fasern, die aus dem Gasserschen Nervenknötchen stammen, und durch die ganze vordere motorische Wurzel des Quintus, die eng an der inneren Seite des Nervenknötchens vorbeizieht, zusammengesetzt. Beide mischen sich alsbald zu einem kurzen, platten, grobgeflochtenen Nervenstamm, der durch das Loch im Keilbeinflügel aus der Schädelhöhle austritt und sich gleich unter seinem Austrittsloche in zwei Gruppen von Zweigen teilt. Die schwächere davon ist der Lage nach die äußere. Sie enthält die größere Summe der Fäden der motorischen Wurzel des Quintus und erzeugt deshalb vorzugsweise nur motorische Äste für die Muskulatur des Unterkiefers, mit Ausnahme des zweibäuchigen Unterkiefermuskels, und für den Gaumenspann-

muskel. Die zweite stärkere Gruppe von Zweigen des dritten Astes, der Lage nach die innere, wird vorwiegend durch die sensiblen, aus dem Gasserschen Nervenknotten kommenden Fäden gebildet und besteht aus drei Nerven, aus dem oberflächlichen Schläfenerv, dem Zungennerv und dem eigentlichen Unterkiefernerve, der hinter dem Zungennerv liegt, mit dem er durch einen oder zwei Fäden zusammenhängt und zur inneren Öffnung des Unterkieferkanals herabsteigt, wo er sich in drei teils motorische, teils sensible Äste teilt. Der erste und zugleich größte Nervenknotten am fünften Gehirnnervenpaar ist der halbmondförmige Gassersche Nervenknotten. Er hat nicht die ovale Form gewöhnlicher Ganglien, sondern ist halbmondförmig. Nur die hintere sensible Wurzel des fünften Nervenpaares tritt in den vertieften Rand des Nervenknottens ein, während aus dem gewölbten die drei Zweige dieses Paares abgehen. Sodann ist der Strahlenkörper ein rundliches, viereckiges Knötchen von zwei Millimetern Durchmesser. Er liegt im hintersten Teil der Augenhöhle zwischen dem äußeren Muskel und dem Sehnerv und nimmt an seinem hinteren Rande drei Wurzeln auf, während er am vorderen Rande eine Anzahl von Ästen, die sogenannten Strahlennerven, abgibt. Der Keilgaumenknotten oder Flügelgaumenknotten liegt, von reichlichem Fett umhüllt, in der Tiefe der Keilbeinflügelgaumengrube hart am Keilbeingaumenloch. Er ist zweimal oder dreimal größer als der Strahlenkörper, aber bedeutend weicher und nicht so scharf begrenzt und hängt mit dem zweiten Ast des fünften Paares durch zwei kurze Fäden zusammen, die die sensible Wurzel des Nervenknottens darstellen. Sein nach hinten gerichtetes und sich zuspitzendes Ende wird vorzugsweise aus grauer Ganglienmasse gebildet, während sein vorderer breiter Teil nur Spuren grauer Substanz zeigt.

Das siebente Paar, der *Antlitznerv*, tritt am hinteren Rande des Varolsberges auswärts der Oliven vom Stamme des verlängerten Markes ab. Von seinen beiden Wurzeln entspringt die vordere größere aus demselben grauen Kern am Boden der vierten Gehirnkammer, aus dem der Abzieherv entspringt, während die hintere kleinere Wurzel einen eigenen Ursprungsort ebenfalls am Boden der vierten Kammer seitlich von der Medianfurche besitzt. Beide Wurzeln legen sich in eine Rinne des Gehörnervs und begeben sich mit ihm in den inneren Gehörgang. Der weitere Verlauf ist sehr kompliziert. Das achte Paar, der *Gehörnerv*, entspringt aus zwei grauen Kernen, deren einer am Boden der Rautengrube, der andere im streifenförmigen Körper liegt. Die Ursprungsfasern vereinigen sich zu den markweißen Querbündeln, die am Boden der vierten Kammer

als Gehörsaiten liegen, und die bei Taubstummen öfters fehlen. Die Ursprungsfasern sammeln sich zu einem weichen, von der Spinnenwebhaut locker umhüllten Stamm, der neben dem Brückenarm nach außen tritt und mit einer Furche zur Aufnahme des Verbindungsnerfs versehen ist, mit dem er in den inneren Gehörgang eintritt und daselbst mit ihm Verbindungen eingeht. Im Grunde des Gehörganges teilt er sich dann in den Schneckenerv und den Vorhofsnerf. Der *Zungenschlundkopfnerv* entspringt auf einem grauen Kern des verlängerten Marks, der vor dem Kern des Vagus, des umherschweifenden Nerven, liegt und oft nur seine Verlängerung ist. Vom Kleinhirn zieht er zum oberen Umfange des Drosselvenenlochs. In diesem bilden seine hinteren Fasern dann einen kleinen, nicht konstanten Knoten, den Drosselvenennervenknoten, an dem sich die vorderen Fasern des Nervenstammes nicht beteiligen. Dieser Nervenknötchen erhält vom ersten Halsnervenknötchen des Sympathikus einen Verbindungszweig, am Halse legt er sich dann zwischen die innere und äußere Halsschlagader und steigt herab, die Fortsetzung seines Stammes geht zur Zunge. Das zehnte Paar, der herumschweifende oder der Lungenmagennerv, der *Nervus vagus*, einer der wichtigsten Nerven des ganzen Körpers, ist der einzige Gehirnnerv, dessen beiderseitige Durchschneidung sofortigen Tod zur notwendigen Folge hat. Seine Beteiligung an den zum Leben unentbehrlichen Funktionen der Atmungsorgane und der Verdauungsorgane bedingt seine Bedeutung. Er bleibt in seinem ganzen Verlauf durch Hals, Brust und Bauch geradlinig und begegnet in diesem Verlauf sehr vielen Organen, die er alle versieht. Der Vagus tritt mit zehn bis fünfzehn Wurzelstämmchen in der Furche hinter der Olive vom verlängerten Mark ab. Seine Wurzeln sind bis in den sogenannten Vaguskerne am hinteren Winkel der Rautengrube verfolgt worden. Er geht mit dem Zungenschlundnerv und dem Willisschen rückläufigen Nerv durch das Drosselvenenloch aus der Schädelhöhle heraus. Seine weitverbreitete Verästelung macht die Einteilung in einen Halsteil, einen Brustteil und einen Bauchteil notwendig. Der Halsteil des Nervus vagus bildet schon im Drosselvenenloch einen kleinen rundlichen Knoten, an dem, wie es den Anschein hat, alle Fäden des Vagus teilnehmen, und der infolge seiner Lage Drosselvenennervenknoten heißt. Er hängt konstant mit dem ersten Halsnervenknoten des Sympathikus durch eine graue Einmündung zusammen. Sein Bau stimmt mit dem der Spinalganglien überein. Die Fasern des Vagus treten also zwischen den Ganglienzellen durch und werden

durch neue vermehrt. Unterhalb des Drosselvenenlochs schwillt er durch Aufnahme von Verbindungsästen von benachbarten Nerven des Halses zu dem ungefähr zwölf Zentimeter langen und vier Zentimeter dicken und an Ganglienzellen reichen Knotengeflechte an. Darunter wird er wieder etwas dünner und läuft zwischen der Kopfschlagader und der inneren Drosselvene zur oberen Brustöffnung herab. Von den Zweigen, die er gibt und erhält, sollen folgende Erwähnung finden. Zunächst ein Zweig, der zum Ohre geht, weiter der obere und untere Schlundnerv und der obere Kehlkopfnerv, während unter dem Namen Nervus depressor, dem niederziehenden Nerv, ein Nerv beschrieben wird, der aus dem oberen Kehlkopfnerv und öfters auch mit einer zweiten Wurzel aus dem Stamme des Vagus entspringt, um an der Bildung des Herzgeflechtes teilzunehmen. Wird er durchschnitten, so bleibt die Reizung seines peripherischen Endes ohne Wirkung, die des zentralen Endes dagegen setzt die Pulsfrequenz und den Blutdruck im arteriellen Gefäßsystem auffallend herab, weshalb er den Namen Depressor erhalten hat. Und weiter gehen zwei bis sechs Herzzweige ab, die teils die Herzzweige der Halsganglien des Sympathikus verstärken, teils direkt zum Herzgeflecht herablaufen. In seinem Brustteil liegt er in der oberen Brustöffnung hinter der ungenannten Ader. Hierauf geht der rechte Vagus vor der rechten Unterschlüsselbeinschlagader, der linke vor dem absteigenden Stück des Aortenbogens herab. Ein jeder tritt dann an die hintere Wand der Luftröhre seiner Seite, an die er durch kurzes Bindegewebe angeheftet ist. Unter der Luftröhre legt sich der rechte Vagus an die innere, der linke an die vordere Seite der Speiseröhre; beide bilden das Speiseröhrengflecht. Die Äste dieses Brustteils sind zuerst der vorzugsweise motorische, rückläufige Kehlkopfnerv, von denen der rechte kürzer ist, da er sich schon in der oberen Brustöffnung um die rechte Unterschlüsselbeinschlagader nach hinten und oben herumschlägt, während der linke in derselben Richtung tiefer unten den Aortenbogen umgreift. Beide laufen in den Furchen zwischen Luftröhre und Speiseröhre zurück zum Kehlkopf hinauf. Weiter verketten sich die vorderen Bronchiennerven. Es gibt auch hintere Luftröhrennerven, die sich mit den Herznerven des Sympathikus zu einem Geflecht verbinden, das an der vorderen Wand der Luftröhre als vorderes Luftröhrengflecht zur Lunge geht. Schließlich läuft das Speiseröhrengflecht, durch Spaltung und Verstrickung des linken und rechten Vagus entstanden, an der vorderen und hinteren Wand der Speiseröhre herab und versorgt Schleimhaut und

Muskelhaut der Speiseröhre. Der Bauchteil des Vagus besteht nur in den Fortsetzungen des Speiseröhrengeflechts, der sich in das an der vorderen und hinteren Wand des Magens unter der Bauchfellhaut befindliche vordere und hintere Magengeflecht auflöst. Das vordere Magengeflecht sendet zwischen den Blättern des kleinen Netzes Strahlungen zum Lebergeflecht, das hintere Magengeflecht aber ein nicht unansehnliches Strahlenbündel zum Bauchhöhlengeflecht, zuweilen auch Fasern zur Milz, zur Bauchspeicheldrüse und selbst zum Dünndarm und zur Niere.

Das elfte Gehirnnervenpaar ist der *rüchläufige Nerv*. Er hat einen sehr veränderlichen und selbst auf beiden Seiten nicht immer symmetrischen Ursprung, entspringt vom Seitenstrange des Halsrückenmarks und unterscheidet sich dadurch von allen anderen aus dem Rückenmark hervortretenden Nerven, die mit doppelten Wurzeln aus der vorderen und hinteren seitlichen Furche auftauchen. Seine längste Wurzel kann bis zum siebenten Halsnerv herabreichen oder schon zwischen dem dritten und vierten entspringen. Während sie zum Hinterhauptloch aufsteigt, zieht sie neun bis zehn neue Wurzelfäden an sich und wird dadurch zum Hauptstamm des Nerven, der zum großen Hinterhauptloch gelangt und durch dieses die Schädelhöhle betritt. Hier nimmt er seine letzte Ursprungswurzel auf und schließt sich sofort an den Vagus an. Mit diesem krümmt er sich nach außen zum Drosselvenenloch hin, in dem er herabsteigt und sich zugleich in zwei Teile teilt. Der vordere schwächere verbindet sich einfach oder mehrfach mit dem Drosselvenennervenknoten des Vagus und geht in den Vagus und dessen knotiges Geflecht über. Der hintere zieht nach außen und bildet mit Ästen der oberen Halsnerven ein Geflecht, das sich nur im Kappenmuskel verzweigt.

Das zwölfte Paar, der motorische *Zungenfleischnerv* oder *Unterszungennerv*, tritt zwischen Olive und Pyramide vom verlängerten Mark ab. Ein grauer Kern unter dem Boden des Reflexzentrums am hinteren Winkel der Rautengrube gibt ihm seinen Ursprung. Die Wurzelfäden, die hinter der Wirbelarterie quer nach außen ziehen, sammeln sich entweder zu einem einfachen oder einem doppelten Stamm. Am Halse umgreift er die Kopfschlagader und die innere Drosselblutader mit nach vorn und innen gerichtetem Bogen, dann schwingt er sich nach aufwärts, um mit seinen Endästen die Zungenmuskeln zu versehen.

Es gibt einunddreißig Paare von *Rückenmarksnerven* oder Spinalnerven. Sie sind nach Verlauf und Verteilung symmetrisch angeordnet und bestehen aus acht Halsnerven, zwölf Brustnerven, fünf Lenden-

nerven, fünf Kreuzbeinnerven und einem Steißbeinnerv. Jeder Spinalnerv entspringt mit einer vorderen und hinteren Wurzel. Die hintere übertrifft mit Ausnahme der zwei oberen Halsnerven die vordere an Stärke. Die Wurzeln bestehen aus mehreren platten Faserbündeln, die am vorderen und hinteren Rande des Seitenstranges des Rückenmarks auftauchen, von der Spinnwebenhaut nur lose umfaßt werden, gegen das betreffende Wirbelloch, durch das sie aus dem Rückgratkanal heraustreten, zusammenlaufen und nach ihrem Austritt zu kurzen runden Stämmen verschmelzen. Die hintere Wurzel schwillt im Wirbelloch zu einem Knoten an, der Wirbelknochenganglion heißt. An seiner vorderen Fläche liegt die vordere Wurzel nur an, ohne Fäden zur Bildung des Nervenknötens beizusteuern. Die vordere ganglienlose Wurzel ist rein motorisch, die hintere ist sensibel, ihre Fasern gehen zwischen den Ganglienzellen des Knotens durch, ohne sich mit ihnen zu verbinden. Aus den Fortsätzen der Ganglienzellen entstehen aber neue Nervenfasern, die sich zu den durchgehenden hinzugesellen, weshalb die Summe der austretenden Fasern eines Ganglions größer als jene der eintretenden ist. Haben sich beide Wurzeln jenseits des Ganglions zu einem kurzen Stamme vereinigt, so zerfällt dieser Stamm alsogleich in einen vorderen und einen hinteren Zweig, und jeder dieser Zweige enthält Fasern der vorderen und hinteren Wurzel und muß somit gemischten Charakters sein. Der vordere Zweig, der, wie gesagt, mit Ausnahme der zwei oberen Halsnerven den hinteren an Stärke übertrifft, steht durch einen oder zwei Fäden mit dem nächsten Ganglion des Sympathikus in Zusammenhang und mündet durch einfache oder mehrfache Verbindungs Zweige in die zunächst über und unter ihm liegenden Spinalnervenzweige und bildet mit diesen Schlingen, die an den Halsnerven, Lendennerven, Kreuznerven und Steißbeinnerven sehr regelmäßig vorkommen, an den Brustnerven dagegen unbeständig sind. Die Summe dieser Schlingen an einem bestimmten Abschnitte der Wirbelsäule wird als Geflecht oder Plexus bezeichnet, und es gibt somit ein Nackennervengeflecht, Lendennervengeflecht und Kreuzbeinnervengeflecht. Der hintere Zweig geht zwischen den Querfortsätzen der Wirbel, am Kreuzbein durch das hintere Kreuzbeinloch, nach hinten, verbindet sich weit unregelmäßiger mit seinem oberen und unteren Nachbar und verliert sich in den Muskeln und der Haut des Nackens und Rückens. Die von den hinteren Zweigen der Rückenmarksnerven versorgten Muskeln sind nur die langen Wirbelsäulenmuskeln. Die breiten Rückenmuskeln, der Kappenmuskel, der breiteste Rückenmuskel, der rautenförmige

Muskel, der Schulterblatthebemuskel und der obere hintere Sägemuskel erhalten ihre motorischen Zweige aus dem Geflecht der vorderen Äste der Halsnerven. Die Geflechte der vorderen Äste der Rückenmarksnerven sind darauf berechnet, den aus ihnen hervorgehenden peripherischen Zweigen Fasern aus verschiedenen Rückenmarksnerven zuzuführen.

Von den acht *Halsnerven* tritt der erste zwischen Hinterhauptbein und Atlas durch den hinter dem seitlichen Körper des Atlas befindlichen Einschnitt am oberen Rande des Bogens dieses Wirbels hervor. Deshalb heißt er Hinterhauptnerv, während der achte durch das Zwischenwirbelloch zwischen dem siebenten Halswirbel und dem ersten Brustwirbel den Rückgratskanal verläßt. Jeder Halsnerv spaltet sich also gleich in einen vorderen und einen hinteren Zweig. Die vorderen Zweige bilden durch ihre Verbindungsschlingen unter sich und mit dem vorderen Zweige des ersten Brustnervs ein Geflecht, das für die vier oberen Halsnerven Nackengeflecht, für die vier unteren aber Armgeflecht heißt. Das durch die vorderen Zweige der vier oberen Halsnerven gebildete Nackengeflecht gibt zahlreiche teils motorische, teils gemischte Äste ab, unter denen der Zwerchfellnerv, der in der Regel aus der vierten Schlinge des Nackengeflechts stammt, der wichtigste ist. Er geht schräg nach innen zur oberen Brustöffnung und wird auf diesem Wege durch wandelbare Verbindungen mit dem Armgeflecht verbunden. Er gelangt in den Brustkorb, wo er zwischen Herzbeutel und Rippenfell zum Zwerchfell herabsteigt und sich im Rippenanteil sowie mittels durchbohrender Zweige auch in den Lendenteil dieses Muskels verästelt. Die vier unteren Halsnerven sind den vier oberen an Stärke weit überlegen, da sie außer den langen Rückgratsmuskeln auch diejenigen zu versorgen haben, die das Schulterblatt, den Oberarm, den Vorderarm und die Hand bewegen, und sich überdies noch in der Haut der Brust, des Rückens und der ganzen oberen Extremität ausbreiten. Ihre hinteren Zweige verhalten sich hinsichtlich ihrer Verästelung wie die der vier oberen Halsnerven, sie versorgen die tiefen Muskeln und die Haut des Nackens. Die vorderen Zweige bilden, nachdem sie in die Oberschlüsselbeingrube gekommen sind, und sich der vordere Zweig des ersten Brustnervs zu ihnen gesellt hat, das Armnervengeflecht, das sich unter dem Schlüsselbein in die Achselhöhle fortsetzt und darum auch Unterschlüsselbeingeflecht genannt wird. Man unterscheidet an ihm einen kleineren, über dem Schlüsselbein gelegenen und einen größeren, darunter befindlichen Teil. Alle an der Bildung des Armnervengeflechtes teilnehmenden Nerven senden Verbindungsäste entweder

zum Stamm des Sympathikus oder zum mittleren und unteren Halsganglion, der erste Brustnerv zum ersten Brustganglion. Der Oberschlüsselbeinteil des Armnervengeflechtes liegt am Grunde der Oberschlüsselbein-grube. Er hat keineswegs das Ansehen eines Geflechtes, das erst seiner Fortsetzung, dem Unterschlüsselbeingeflecht, in vollem Maße zukommt. Aus ihm entspringen nebst Zweigen für die Rippenheber und den langen Halsmuskel nur für die Schultermuskeln bestimmte Zweige, während der Unterschlüsselbeinteil des Armnervengeflechtes mit drei größeren Nervenbündeln die Achselschlagader eingittert und deshalb auch Achselnervengeflecht heißt. Aus ihm tritt eine Reihe von sieben Ästen hervor, der innere Armhautnerv, der mittlere Armhautnerv, der äußere Armhautnerv, der Achselnerv, der den Oberarmknochen unter dem Oberarmkopf umgreift und im Fleisch des Deltamuskels endigt, sodann der Mittelarmnerv. Sein Ursprung aus dem Achselnervengeflecht ist zweiwurzellig. Beide Wurzeln fassen die Achselarterie zwischen sich. Dann tritt er unter dem inneren Speichenmuskel in die Medianlinie des Vorderarms ein und geht dann zur Hohlhand, wo er sich in vier Fingernerven spaltet. Der sechste wichtige Nerv aus dem Armgeflecht ist der Ellbogennerv. Er setzt sich aus allen Nerven des Armgeflechtes zusammen, vorzugsweise aus dem achten Halsnerv und dem ersten Brustnerv, durchbohrt das Zwischenmuskelband von vorn nach hinten, um sich am Ellbogen in die Furche zwischen dem inneren Knorren des Oberarmbeins und dem Ellbogen einzulagern, und geht mit der Ellbogenarterie, an deren innerer Seite er liegt, zur Hand. Wenn man sich am Ellbogen, am sogenannten Musikanterknochen, stößt und diese ungeschützte Stelle des Ellenervs mitten in dessen Verlauf trifft, so fühlt man den Schmerz an dessen Ende, an der Spitze des kleinen Fingers. Der letzte unter den sieben ist der Speichennerv. Er übertrifft alle vorhergehenden Zweige des Achselnervengeflechtes an Stärke, sammelt seine Fäden aus den drei unteren Halsnerven und liegt anfangs hinter der Achselhöhlenschlagader, dann geht er zwischen dem mittleren und dem kurzen Kopfe des dreiköpfigen Arm-muskels um die hintere Seite des Oberarmknochens herum nach außen, und teilt sich in zwei Zweige.

Die zwölf *Brustnerven* bieten einfachere und leichter zu übersehende Verzweigungsweisen dar als die Halsnerven. Der erste von ihnen tritt durch das Zwischenwirbelloch zwischen dem ersten und zweiten Brustwirbel, der zwölfte zwischen dem letzten Brustwirbel und dem ersten Lendenwirbel hervor. Der erste Brustnerv ist der stärkste von allen, die

nachfolgenden nehmen bis zum neunten an Stärke ab und gewinnen vom neunten bis zum zwölften dann neuerdings etwas an Dicke. Der auf das Zwischenwirbelganglion folgende Stamm eines jeden Brustnervs ist kurz und teilt sich schon beim Austritt aus dem Zwischenwirbelloch in einen stärkeren vorderen und einen schwächeren hinteren Ast. Die Verbindungsfäden zum nächstliegenden Ganglion des Sympathikus sind an den zwei bis drei oberen und unteren Brustnerven häufig doppelt. Die hinteren Äste der zwölf Brustnerven begeben sich zwischen dem inneren und äußeren Rande des Rippenhalses nach hinten und zerfallen regelmäßig in einen inneren und einen äußeren Zweig. Die vorderen suchen vor dem inneren Rande ihre entsprechenden Zwischenrippenräume auf, der letzte den unteren Rand der zwölften Rippe. Sie liegen in der Rippenrinne und unterhalb der Zwischenrippenarterie zwischen den inneren und äußeren Zwischenrippenmuskeln und werden allgemein als Zwischenrippennerven bezeichnet. Diese Nerven verbinden sich nicht wie die vorderen Äste der übrigen Rückenmarksnerven durch aufsteigende und absteigende Schlingen zu Geflechten. Nur die drei bis vier oberen Zwischenrippennerven schicken einander zuweilen Verbindungsfäden zu.

Die fünf *Lendennerven*, die sich nicht nur wie die Brustnerven in den Rumpfwänden, sondern auch in den Geschlechtsteilen und in der mit den kräftigsten Muskeln ausgestatteten unteren Extremität verzweigen, werden eben dadurch ungleich wichtiger als die Brustnerven. Der erste von ihnen tritt durch das Zwischenwirbelloch zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbel, der letzte zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbein hervor. Sie nehmen von oben nach unten an Stärke zu. Ihre hinteren Äste sind im Verhältnis zu den vorderen schwach und verlieren sich, wie die hinteren Äste der Brustnerven in äußere und innere Zweige gespalten, in den Wirbelsäulenmuskeln und in der Haut der Lendengegend und der Gesäßgegend. Die ungleich mächtigeren vorderen Äste hängen ein jeder mit dem entsprechenden Lendenganglion des Sympathikus zusammen und vereinigen sich durch absteigende und aufsteigende Schlingen zum Lendengeflecht, das teils hinter dem großen Hüftmuskel liegt, teils zwischen den Bündeln dieses Muskels steckt. Dieses Lendengeflecht erzeugt nebst unbeständigen Zweigen für den großen und den kleinen Hüftmuskel eine Reihe von Ästen und schließlich den Schenkelnerv, der sich aus der ersten bis dritten Lendenschlinge entwickelt und an Stärke die übrigen Zweige des Lendengeflechtes übertrifft. Anfänglich hinter dem großen Hüftmuskel gelegen, lagert er sich

weiter unten zwischen dem Hüftmuskel und dem inneren Beckenmuskel, denen er Äste gibt, und gelangt mit ihnen aus dem Becken zum Oberschenkel, wo er sich in Hautäste und Muskeläste teilt.

Die *Kreuznerven* nehmen von oben nach unten schnell an Dicke ab, ihre Nervenknotten liegen noch im Rückgratskanal, wo auch die Teilung der Kreuzbeinnerven in vordere und hintere Äste stattfindet, die durch verschiedene Öffnungen diesen Kanal verlassen. Die schwachen hinteren Äste des ersten bis vierten Kreuznervs treten durch die hinteren Kreuzbeinlöcher, die des fünften Kreuznervs und des Steißnervs durch die Kreuzsteißbeinöffnung nach rückwärts aus. Der *Steißnerv* ist der schwächste unter allen Rückenmarksnerven.

Das Hüftgeflecht geht in seiner Richtung schräg von der vorderen Kreuzbeinfläche gegen das große Hüftbeinloch hin, durch das er austritt. Seine Verzweigungen außerhalb des Beckens sind der obere Gesäßnerv, der untere Gesäßnerv, sowie der Hüftnerv. Dieser ist das Haupterzeugnis des Hüftgeflechts und der stärkste Nerv des ganzen menschlichen Körpers. Seine Breite verhält sich zu seiner Dicke wie acht Millimeter zu dreien. Er geht durch das große Hüftloch zum Gesäß und steigt über die von ihm versorgten Auswärtsroller des Schenkels zur hinteren Seite des Oberschenkels herab, wo ihn die vom Sitzknorren entspringenden Beuger des Unterschenkels so lange bedecken, bis er ihrer Teilung wegen zwischen ihnen Platz nehmen kann, um sich dann höher oder tiefer in zwei Zweige zu teilen, die in der Kniekehle den Namen äußerer und innerer Kniekehlenerv führen und in ihrem weiteren Verlauf als Wadenbeinnerv und Schienbeinnerv unterschieden werden. Das zweite Geflecht, das Schamgeflecht, ist nur ein unterer Anhang des Hüftgeflechts, verstärkt durch einige Zuzüge des vierten und fünften Kreuzbeinnervs, während die größere Menge der Fasern dieser beiden Nerven in die dem Sympathikus angehörigen Unterleibsgeflechte übergeht.

Neben diesem soeben geschilderten, großen, einheitlichen Gehirn-Rückenmarkssystem, dem Hauptnervensystem, das aus dem Gehirn und dem Rückenmark nebst den von ihnen ausstrahlenden zahlreichen Empfindungsnerven und Bewegungsnerven sich aufbaut, besteht im menschlichen Körper noch ein zweites Nervensystem, das im Gegensatz zu dem großen animalischen das *vegetative Nervensystem* genannt wird und aus dem vielverzweigten Nervus sympathicus besteht (vgl. Abb. 97 u. 98). Es beherrscht die Bewegungserscheinungen im Herzen und im gesamten Gefäßsystem. Die Physiologie nennt es deshalb auch das vasomotorische



Abb. 97. Vorderansicht des sympathischen Ners.

- | | | |
|---|--|--|
| <p><i>a</i> Herz.
 <i>b</i> Zwerchfell.
 1. Oberes Halsganglion.
 2. Mittleres Halsganglion.
 3. Unteres Halsganglion.
 4. Brust- u. Bauchganglien.</p> | <p>5. Zweige der oberen Halsganglien, die zum Brusteingeweide gehören.
 6. Herzgeflecht.
 7. Unteres Zwerchfellgeflecht.</p> | <p>8. Großer Eingeweidenerv.
 9. Halbmondförmiges Geflecht.
 10. Sonnengeflecht.
 11. Lendennervengeflecht.
 12. Unterleibsgflecht.
 13. Wirbelnerv.</p> |
|---|--|--|

Nervensystem. Was der Sympathikus leistet, leistet er unwillkürlich, also ohne unserem Bewußtsein davon Kunde zu geben. Dieser Nervus sympathicus besteht aus zwei längs den Innenseiten der Wirbelsäule vom Atlas bis zum Steißbein verlaufenden Nervensträngen, die an gewissen Stellen durch Ganglien unterbrochen werden und deshalb Knotenstränge oder auch Grenzstränge des Sympathikus heißen, und aus einer Anzahl von Geflechten mit und ohne eingestreute Ganglien, die aus den Knotensträngen entspringen und längs der in ihrer Nachbarschaft verlaufenden Arterienstämme zu den verschiedensten Organen gelangen. Die beiden *Knotenstränge* gliedern sich in einen Halsteil, einen Brustteil, einen Lendentheil und einen Kreuzbeinteil. Der Halsteil des Knotenstranges besitzt drei Ganglien, die Halsnervenknoten, von denen das obere Halsganglion das größte von allen ist. Das untere Halsganglion versendet seine Äste an alle aus der Unterschlüsselbeinarterie entspringenden Zweige, sein wichtigster Ast ist der untere Herznerv. Der Brustteil des Sympathikus liegt vor den Rippenköpfen und besteht aus elf Ganglien, Brustganglien, mit doppelten Verbindungssträngen unter sich und mit den betreffenden Zwischenrippennerven. Aus den fünf bis sechs oberen Brustganglien entstehen peripherische Strahlungen, welche die in der Brusthöhle vorkommenden Geflechte verstärken, sowie aus dem ersten Brustknoten ein Nerv, der entweder selbständig ist oder zum Herznervengeflecht zieht, während die unteren Brustknoten ihre peripherischen Zweige unter dem Namen der Eingeweidennerven nicht zu den Geflechten der Brusthöhle schicken, sondern zu denen der Bauchhöhle. Der Lendentheil und Kreuzbeinteil des Sympathikus besteht aus fünf, zuweilen nur aus vier Lendenknoten. Sie sind kleiner als die Brustknoten und hängen mit den Lendennerven durch lange Verbindungsfäden zusammen. Sie schicken peripherische Strahlungen zu den Geflechten in der Bauchhöhle.

Neben diesen beiden großen Zügen des Sympathikus, den Knotensträngen, bildet dieser noch besondere *Geflechte*, zu denen die am Halsteil und Bauchteil des sympathischen Nervenstranges befindlichen Knoten, die deshalb auch Strangknoten des Sympathikus genannt werden, Strahlungen senden. So entstehen die Kopfgeflechte des Sympathikus, die Halsgeflechte, welche die in den Weichteilen des Halses sich verzweigenden Arterien umgeben, die Brustgeflechte, die teils dem Gefäßsystem angehören teils den Lungen und der Speiseröhre, und die Bauchgeflechte und Beckengeflechte des Sympathikus.

Da, wie schon kurz erwähnt, die Nerven den Erregungsvorgang nach

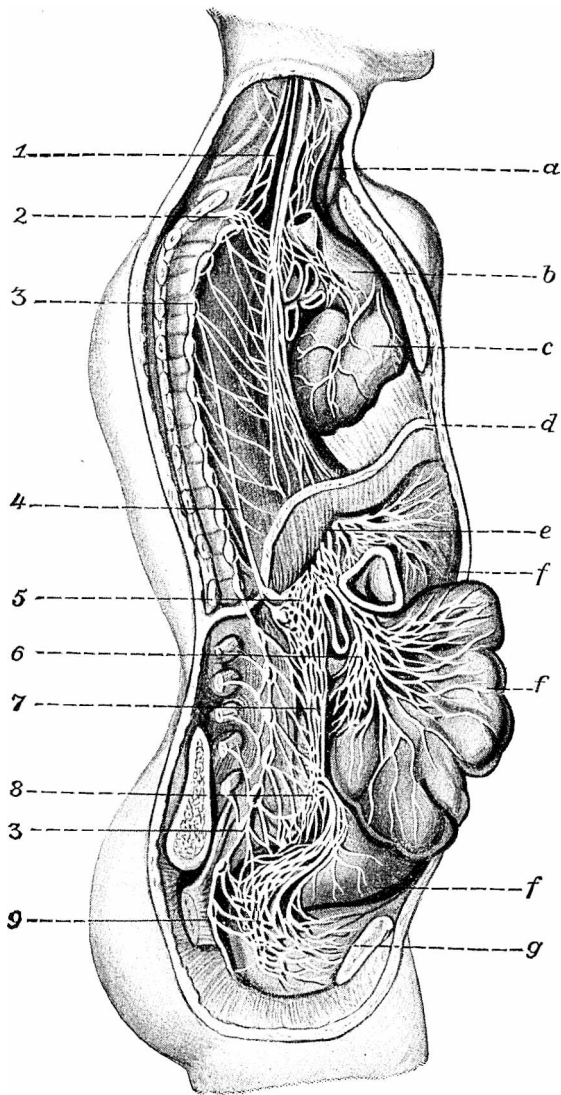


Abb. 98. Sympathikus und Lungen-Magen-Nerv.

a Lunge, hinter der man den Lungen-Magen-Nerv sieht, *b* Aorta, *c* Herz, *d* Zwerchfell, *e* Magengeflecht, *f* Eingeweide, *g* Blase.

1. Oberes Halsganglion, 2. unteres Halsganglion, 3. Brust- und Bauchganglien des Sympathikus, 4. großer Eingeweidenerve, 5. Sonnengeflecht, 6. obere Verzweigung des Eingeweidenervs, 7. Lendennervengeflecht, 8. untere Verzweigungen des Eingeweidenervs, 9. Verzweigungen desselben im Unterleib.

beiden Seiten hin fortzuleiten vermögen, so ist die *physiologische Tätigkeit der Nerven* lediglich bedingt durch ihr Verhältnis zu ihrem peripheren Endorgan und zu ihrer zentralen Verknüpfung. Durch diese anatomische Verbindung ist die Funktion jedes einzelnen Nerven bestimmt. Wird eine Nervenfasern künstlich in ihrem Verlauf gereizt, so tritt daher auch immer nur dieselbe Wirkung ein wie bei natürlicher Erregung, denn ein mit einem Muskel verbundener Nerv kann auf jede Erregung immer nur mit Bewegung, ein mit einem Sinnesorgan verbundener Nerv immer nur mit der betreffenden Sinnesempfindung reagieren. Diese durch die anatomische Anordnung und Verbindung bedingte Tätigkeit der einzelnen Nerven heißt ihre spezifische Energie. Danach teilt man die Nerven ein in zentrifugalleitende Nerven, zu denen die motorischen Nerven gehören, die den Reiz für die Bewegungen vom Zentralnervensystem auf die Muskeln übertragen, in sekretorische, die den Reiz für die Absonderung vom Zentralnervensystem auf die Drüsen übertragen, in Hemmungsnerven, die eine vorhandene Bewegung oder Absonderung unterdrücken oder vermindern, wie der Hemmungsnerv der Herzbewegung, und in zentripetalleitende oder rezeptorische Nerven, die sämtlich aus den Ganglienzellen besonderer sensibler Ganglien entspringen, die, getrennt vom Zentralnervensystem, im Verlauf des Nerven gelegen sind. Jede dieser Ganglienzellen sendet einen Fortsatz aus, der sich bald T-förmig in zwei Äste teilt. Der eine Ast kommt von dem versorgten Gebiet her zur Ganglienzelle, der andere verläuft in der sensiblen Wurzel des Nerven von der Ganglienzelle zum Zentralnervensystem, um hier nach kürzerem oder längerem Verlauf in grauer Substanz an dem sensiblen Endkern zu enden. Hierzu gehören zunächst alle Gefühlsnerven (sensible oder sensitive Nerven), die mittels besonderer Endapparate Gefühlserregungen, wie Druck, Wärme, Kälte, Schmerz, Muskelgefühl, aufnehmen und dem Zentralnervensystem zuleiten, ferner die Sinnesnerven (die sensuellen oder sensorischen Nerven), die Nerven der besonderen Sinneswerkzeuge, Auge, Ohr, Geruch, Geschmack, und schließlich die reflektorischen Nerven. Die letzteren leiten, an der Peripherie erregt, den Reiz dem Zentrum zu, wo die Erregung auf die zentrifugalleitenden Fasern übertritt, um eine gewisse Reflexbewegung oder Reflexhemmung auszulösen. Auch verbinden eigene interzentrale Nerven nervöse Zentren untereinander zur Mitteilung der Erregung, wie sie bei den ausgebreiteten Reflexen, bei den koordinierten Bewegungen der Augen und anderen Zusammenhängen vor sich gehen.

Die *Funktion des Rückenmarks* ist eine zweifache, es stellt einen

selbständigen nervösen Zentralapparat dar, der dem Zustandekommen der Reflexe dient, und es bildet einen Leitungsapparat, der die höher gelegenen Teile des Zentralnervensystems, das verlängerte Mark, das Groß- und Kleinhirn mit den vom Rückenmark ausgehenden peripheren Nerven in Verbindung setzt. *Reflexe* sind die Vorgänge, bei denen die Reizung einer zentripetalleitenden Nervenfasers die Erregung einer zentrifugalleitenden Faser zur Folge hat. Es findet also, und zwar ohne Mitwirkung des Bewußtseins, eine Reizübertragung von der einen Nervenbahn auf die andere statt, und zwar von der nach dem Zentrum gerichteten auf die nach außen hin verlaufende. Der zum Zentralorgan leitende Nerv nimmt mit seinem Endorgan die Reizung auf, leitet die Erregung zum Rückenmark hin, dessen graue Substanz das Reflexzentrum darstellt, und in diesem Zentrum wird nun die hier angelangte Erregung auf die motorische, zentrifugale, nach der Peripherie gerichtete Bahn übertragen. So gehören zum Zustandekommen des Reflexes drei nervöse Elemente, die zentripetalleitende Faser, das übertragende Zentrum und die zentrifugalleitende Faser. Sie stellen den sogenannten Reflexbogen dar, und je nachdem die zentrifugale Faser ein motorischer, ein sekretorischer oder ein Hemmungsnerv ist, entsteht eine Reflexbewegung, eine Reflexabsonderung oder eine Reflexhemmung. Außer den Reflexbewegungen der Körpermuskulatur bestehen subordinierte, untergeordnete *Rückenmarkszentren*. Die von diesen ausgehenden Bahnen gehören durchweg dem selbständigen System an, sie sind in ihrem Verlauf noch einmal durch eingeschaltete sympathische Ganglienzellen unterbrochen. So gibt es ein Zentrum für die Pupillenerweiterung, ein solches für die Kotentleerung, dann ein Zentrum für die Harnentleerung, das im Lendenteil und Kreuzbeinteil des Rückenmarks liegt, weiter ein Zentrum für die Geschlechterregung. Diese Zentren können auch willkürlich erregt werden, die anderen zum Teil schon vom Gehirn aus durch Richtung der Gedanken auf die Geschlechtstätigkeit. Sodann gibt es ein besonderes Zentrum für die Samenentleerung, ein solches für den Gebähakt. Schließlich gibt es Zentren der Schweißsekretion und zahlreiche Gefäßzentren. Das verlängerte Mark ist der Sitz vieler für das Bestehen des Lebens wichtiger Zentren. Ein Teil dieser *Oblongatazentren* vermittelt ähnlich den Rückenmarkszentren einfache Reflexe, wie den des Lidschlusses. Andere nehmen eine beherrschende Stellung zu entsprechend wirksamen Zentren des Rückenmarks ein. Hierher gehören die dominierenden Gefäßnervenzentren, das Schweißabsonderungszentrum, das Zentrum für das Körpergleichgewicht und die

Körperbewegungen. Hinsichtlich der Erregung der Zentren sind die reflektorisch wirksamen, die als Zuleitung eines Reizes durch einen zentripetalen Nerv in Tätigkeit treten, von den automatischen zu trennen, die auch ohne Zuleitung eines Reizes durch einen zentripetalen Nerv, also ohne äußere Anregung, auf Grund innerer, in dem Zentrum selbst angreifender Reize Erregungen nach der Peripherie hin abgeben. Von den automatischen Zentren des verlängerten Rückenmarks ist das Atemzentrum von überragender Bedeutung. Es liegt im verlängerten Mark als ein zentraler Apparat, der die koordinierten rhythmischen Atembewegungen veranlaßt. Ebenso beruht das Herzhemmungszentrum nicht auf reflektorischer Erregung, sondern ist automatischer Natur. Das dominierende Zentrum, das die sämtlichen Muskeln des Arteriensystems mit den Blutgefäßnerven versorgt, hat ebenfalls in dem verlängerten Rückenmark seinen Sitz.

Vor etwas mehr als einem halben Jahrhundert erst wurden auf der Oberfläche der Windungen des Großhirns eine Anzahl genau umschriebener Regionen entdeckt, deren elektrische Reizung Bewegungen in bestimmten Muskelgruppen der entgegengesetzten Körperseite hervorruft. Diese Stellen der Hirnrinde, deren Reizung die charakteristischen Bewegungen auslöst, müssen als wirkliche *Zentren der Gehirnrinde* angesehen werden. Sehr wahrscheinlich sind sie es, auf die der Wille bei der Ausführung von willkürlichen Bewegungen einwirkt; sie werden daher psychomotorische Zentren genannt. Als ein besonderes Zentrum gibt sich die motorische Zone des Gehirns auch durch ihren eigenartigen Bau zu erkennen, der von demjenigen der anderen Rindengegenden abweicht. Von ihr aus verläuft als Leitungsbahn die Pyramidenbahn ohne Unterbrechung bis zu den Ganglienzellen des Vorderhorns. Beim Menschen ist diese Bahn für die Leitung der motorischen Impulse bei weitem die wichtigste. Die motorischen Regionen sind auf das Gebiet der vorderen Zentralwindung der Großhirnrinde beschränkt. Damit steht in Übereinstimmung, daß die vordere und die hintere Zentralwindung des menschlichen Gehirns in bezug auf ihre histologische Struktur völlig voneinander verschieden sind, und zwar enthält das obere Viertel der vorderen Zentralwindung die Zentren für die Bewegungen des Beins, das zweite und dritte Viertel die für die Bewegungen des Armes, das untere Viertel diejenigen für den Gesichtsnerv. Über die Lage des Zentrums für die Rumpfmuskulatur besteht noch keine Übereinstimmung. Nach einigen Untersuchern liegt es in der vorderen Zentralwindung zwischen den Zentren für Arm

und Bein, nach anderen im Stirnhirn. Die gemeinsamen Bewegungen der Augen und des Kopfes haben ihr Zentrum im hinteren Abschnitt der zweiten Stirnwindung, doch lassen sich Augenbewegungen auch von der Hinterhauptsrinde und von der Winkelwindung im Scheitellappen erzielen. Beim Menschen bewirkt die Entartung der motorischen Regionen eine Lähmung der entgegengesetzten Körperseite, die anfänglich als eine totale erscheint, dann aber allmählich in einen Zustand übergeht, in dem namentlich alle hauptsächlich vom Willen aus anzuregenden und besonders angelernten und geübten kunstfertigen Bewegungen erloschen sind, während die vereinigten und doppelseitigen Bewegungen mehr oder weniger unversehrt erhalten bleiben. Neben diesen motorischen gibt es im Gehirn sensorielle Rindenzentren. Es hat sich ergeben, daß auf bestimmten Stellen der Großhirnrinde sich Bezirke befinden, in denen sich der Akt der bewußten sinnlichen Wahrnehmung vollzieht. Diese Felder stehen durch Faserzüge mit den primären Endstätten der Sinnesnerven in Verbindung. Sie werden sensorielle Rindenzentren oder psychosensorielle Zentren genannt. Die totale Zerstörung eines solchen Zentrums hebt die bewußte Empfindung von seiten des betreffenden Sinneswerkzeuges auf. Es entsteht dann Rindenblindheit oder Rindentaubheit oder ähnliches. Die Sinneszentren enthalten zugleich auch die Orte, an denen alle die Erinnerungsbilder von früheren Sinneswahrnehmungen niedergelegt und aufbewahrt werden. Mittels dieser Erinnerungsbilder erkennen wir eine Sinneswahrnehmung, die wir schon früher einmal gehabt haben, als das wieder, was sie ist, und vermögen uns weiterhin auf Grund unserer Sinneswahrnehmungen Vorstellungen zu bilden. Die Sinneszentren sind also zugleich auch die Grundlage des sensorischen Gedächtnisses und der sensorischen Vorstellungen. Bei entsprechender teilweiser Verletzung eines Sinneszentrums kann die Sinneswahrnehmung als solche wohl noch stattfinden, aber das Erkennen und Vorstellen beeinträchtigt oder aufgehoben sein. Ein Mensch mit derartig verletzten Zentren sieht zwar und hört und riecht, allein er weiß nicht mehr, was er sieht, was er hört, was er riecht. Man muß daher annehmen, daß die Orte in den Sinneszentren, in denen die Erinnerungsbilder abgelagert werden, daß die Erinnerungsfelder räumlich getrennt von den Orten sind, an denen die Sinneswahrnehmungen selbst stattfinden, an denen die Wahrnehmungsfelder liegen.

Jede Sinnesregion der Großhirnrinde besitzt einen besonderen, für sie charakteristischen, feineren Bau. Besonders trifft dies zu für das wichtigste Zentrum, für die Sehsphäre, die im Hinterhauptlappen des Gehirns liegt

und sich aus zwei räumlich getrennten Hirnrindenbezirken zusammensetzt, dem optischen Wahrnehmungsfeld und dem optischen Erinnerungsfelde. In dem optischen Wahrnehmungsfeld werden die zugeleiteten optischen Erregungen in psychische Vorgänge umgesetzt. Sie kommen hier als optische Wahrnehmungen zur bewußten Empfindung, in dem optischen Erinnerungsfelde dagegen, das mit dem Wahrnehmungsfeld durch Vereinigungsbahnen verknüpft ist, werden die Erregungen, die ihm vom optischen Wahrnehmungsfelde zufließen, als Erinnerungsbilder niedergelegt, so daß sie nun einen dauernden psychischen Besitz bilden. Wird das Bild eines Gegenstandes, den wir früher schon gesehen haben, dem optischen Wahrnehmungsfeld zugeführt, so wird zugleich mit der Wahrnehmung im optischen Erinnerungsfeld das dort von früher her abgelagerte Erinnerungsbild wachgerufen, und wir erkennen nun erst mit seiner Hilfe den Gegenstand als das, was er ist. Ebenso wie das Sehen hat das Hören sein Zentrum, die Hörsphäre. Es liegt beiderseits gekreuzt im Schläfenlappen und setzt sich wie das psychooptische Zentrum aus einem Wahrnehmungsfeld und einem Erinnerungsfeld zusammen. Das Wahrnehmungsfeld liegt in den sogenannten Querwindungen der oberen Schläfenwindung. Das Erinnerungsfeld, in dem also die Erinnerungsbilder akustischer Wahrnehmungen abgelagert werden, umgreift die äußere Fläche des Schläfenlappens, besonders der ersten und auch der zweiten Schläfenwindung. Dabei werden die Erinnerungsbilder der gesprochenen Worte an einer anderen Stelle abgelagert als die der musikalischen Töne und der Harmonien. Der Abschnitt des akustischen Erinnerungsfeldes, in dem die Erinnerungsbilder gesprochener Worte zur Ablagerung kommen, ist das sensorische Sprachzentrum. Die Zerstörung des akustischen Erinnerungsfeldes bedingt Seelentaubheit. Je nach der geschädigten Stelle entsteht Rindenworttaubheit oder Musiktaubheit.

Weiter wären zu erwähnen die Riechsphäre, die Schmecksphäre und die Körperfühlsphäre.

Eine besondere Bedeutung kommt den Rindenzentren für höhere psychische Funktionen zu, zunächst den Rindenzentren der Sprache, bei denen die Wissenschaft hauptsächlich durch die sorgfältige Beobachtung der zentral bedingten Störungen der Sprache, der Aphasie, zu der Erkenntnis der Vorgänge gelangt ist, die zum Zustandekommen der Sprache notwendig sind, und ebenso über deren Lokalisation in der Hirnrinde. Zunächst ist ein sensorisches und ein motorisches Sprachzentrum zu unterscheiden. Das sensorische ist das akustische Sprachzentrum oder das

Wortklangbildzentrum des Sprachverständnisses. Wenn jemand sprechen hört, so werden nämlich die akustischen Erregungen auf der Bahn des Gehörnervs zunächst zur Hörsphäre, dem psychoakustischen Zentrum auf der Hirnrinde geleitet. Hier findet die bewußte Gehörs wahrnehmung statt, und im Anschluß an diese wird nun ein Erinnerungsbild des gehörten Wortes, ein Wortklangbild, an einer besonderen Stelle, die von dem akustischen Wahrnehmungsfeld getrennt ist, deponiert. Die Stelle dieser Wortklangbilder ist das sensorische Sprachzentrum. Mit Hilfe dieser Wortklangbilder erkennen wir ein Wort, das wir hören und schon früher gehört haben, als das wieder, was es ist. Andererseits sind wir imstande, diese Wortklangbilder in uns erklingen zu lassen, auch wenn nicht zu uns gesprochen wird, uns das gehörte Wort also vorzustellen. Das sensorische Sprachzentrum ist in dem hinteren Drittel oder der hinteren Hälfte der linken ersten Schläfenwindung und dem angrenzenden Bezirk der zweiten Schläfenwindung der Gehirnrinde gelegen. Das motorische Sprachzentrum aber ist das Zentrum für die Bewegungsvorstellungen der gesprochenen Worte, von ihm aus verläuft die sogenannte zentrale Sprachbahn zu den beiderseitigen Rindenzentren der beim Sprechen benutzten Muskeln. Wenn wir sprechen, so werden von dem motorischen Sprachzentrum aus die Impulse zu den Rindenzentren der einzelnen Sprachmuskeln sofort in derjenigen Muskelzusammenwirkung, wie sie zum Zustandekommen des gesprochenen Wortes notwendig ist, nach einer in dem motorischen Sprachzentrum deponierten Bewegungsvorstellung des gesprochenen Wortes abgegeben. Dieses motorische Sprachzentrum ist in der hinteren linken Stirnwindung des Großhirns gelegen, es ist bekannt als das Brocasche Zentrum.

Die gesamte Naturwissenschaft und deren Zweige, die Mechanik, die Physik, die Chemie, die beschreibenden biologischen Wissenschaften, alle tragen die Ergebnisse ihrer Forschung zusammen, um die Rätsel des Lebens zu lösen. Die gesamte Naturwissenschaft gipfelt in der Physiologie, der Lehre von den Lebensvorgängen. Die Physiologie des Gehirns aber, die Lehre von der *Tätigkeit des Gehirns*, umfaßt zugleich noch die Grundlagen der gesamten Geisteswissenschaft. Daß das Gehirn tatsächlich der Sitz des Seelenlebens ist, konnte durch eingehende anatomische Studien festgestellt werden. Hauptsächlich mußte die Erkenntnis, daß alle Sinnesnerven dem Gehirn zustreben und dort zusammen treffen, dazu führen, und es ist darum auch kein Zweifel, daß diejenigen griechischen Philosophen, die zuerst aussprachen, daß das Gehirn der

Sitz des Denkens und Fühlens ist, zugleich die ersten waren, die Sektionen gemacht haben.

Vergleichen wir den Menschen mit Tieren von nahezu gleichem Körpergewicht, so zeigt sich, daß der Grad der Entwicklung des bewußten Seelenlebens und der Intelligenz sich nach dem Gewicht des Hirns richtet. Das absolute Hirngewicht des Menschen beträgt nämlich durchschnittlich mehr als tausenddreihundertunddreißig Gramm, während der Gorilla nur vierhundertsechzig, der Orang vierhunderteinunddreißig, der Schimpanse vierhundertundfünf Gramm aufweisen und ein sechzig Kilo schwerer Hund nur hundertfünfunddreißig. Sehr verbreitet ist die Annahme, daß die Entwicklung der *Hirnfurchen*, daß der Windungsreichtum der Großhirnoberfläche ein Maßstab für die geistige Entwicklung ist. Das erscheint auch wahrscheinlich, denn die Furchen und Windungen vergrößern die Oberfläche und damit die ganglienzellenreiche graue Substanz der Hirnrinde. Beim Menschen sind die individuellen Verschiedenheiten in der Ausbildung des Gehirns auffallend groß. So fand sich als Minimum für das männliche Gehirn ein Gewicht von etwas über tausend Gramm, für das weibliche nur achthundertzwanzig, als Maximum für das männliche zweitausend, für das weibliche aber fünfzehnhundert Gramm. Als Durchschnitt haben sich für das männliche Gehirn dreizehnhundertfünfzig und für das weibliche zwölfhundert Gramm berechnen lassen. Bei der Wägung des Gehirns geistig hervorragender Männer wurden Werte gefunden, von denen die höchsten diese Maxima übersteigen. Diese Hirngewichte stehen über dem Durchschnitt, allerdings auch bei sehr hervorragenden Denkern und Forschern wie Gauß nicht sehr hoch über dem Durchschnitt. Es ist hierbei ja zu bedenken, daß gerade Männer mit recht einseitiger Begabung das Höchste in ihrem Fache leisten, daß aber der einseitigen Begabung eine starke Entwicklung nur eines kleinen Teiles der Hirnrinde entspricht, so daß sie im Gesamtgewicht des Gehirns nicht zur Geltung kommt. Und so kann anderseits gerade bei unbedeutenden Menschen das höchste Hirngewicht vorkommen.

Wenn es auch keinem Zweifel mehr unterliegen kann, daß das bewußte Seelenleben im Gehirn sich abspielt, so ergibt sich nun die weitere Frage, in welchen Teilen des Gehirns der *Sitz des Bewußtseins* zu suchen ist. Sollen wir annehmen, daß das bewußte Seelenleben auf das Großhirn oder gar ausschließlich auf die Großhirnhalkugeln, auf deren graue Rindensubstanz beschränkt ist, wie auch vielfach behauptet wird, oder gibt es Gründe, um zu vermuten, daß auch in anderen Teilen des Gehirns

bewußte Funktionen auftreten können? Bei der Beantwortung dieser Frage macht sich die auseinandergehende Tendenz der materialistischen und der idealistischen Naturbetrachtung geltend. Die idealistische hat das Bestreben, sich die ganze Natur als beseelt vorzustellen, und setzt in jedem Organ und in jeder Zelle seelische Funktionen voraus. Sie will nicht annehmen, daß diese sich auf einen Teil des Großhirns beschränken. Ganz anders aber die materialistische Schule. Sie versucht, alles mechanisch zu erklären, und will auch in unserem Organismus nichts anderes finden als Atome und Bewegung. Deshalb läßt der Materialismus die ihm unbequemen Seelenfunktionen beiseite und wendet sich der Anschauung zu, daß auch im Zentralnervensystem alles nur Schwingung der Atome sei, nur Reflexbewegung, Mechanik, und daß dieser ganze Vorgang sich lediglich nur auf einen Teil des Hirns, und zwar auf die graue Substanz der Großhirnrinde beschränke. Wir können auf diese schwierigste aller Fragen hier selbstverständlich nicht näher eingehen, möchten aber doch durch einige Beispiele jedem Gelegenheit geben, sich ein eigenes Urteil zu bilden. Sehen wir darum zu, was das Experiment uns lehrt. Was geschieht, wenn der Sitz der Seele entfernt, wenn das Großhirn herausgenommen wird? Bleibt ein Tier dann am Leben, und wenn es am Leben bleibt, ist es dann ein Leben ohne Seelenleben, oder nur ein Leben ohne bewußtes Seelenleben, falls es nämlich überhaupt ein unbewußtes Seelenleben geben sollte? Von den neuesten Herausnahmeversuchen, die mit Aufbietung aller Hilfsmittel der chirurgischen Technik ausgeführt wurden, sind solche an Kaltblütern am ehesten auszuführen, und zwar zunächst an den niedrigsten, an den Fischen. Ein solches Experiment ging folgendermaßen vor sich: zunächst wurde die Schädeldecke abgebrochen, darauf das ganze Großhirn mit dem Riechlappen abgetragen, wobei die Blutung gering war. Dann fügte man die Schädeldecke genau in die normale Lage wieder ein und nähte die Hautwunde wieder zusammen. Die so operierten Tiere zeigten, ins Wasser gebracht, schon unmittelbar nach der Operation gar keine Störung in ihrem Verhalten. Sie schwammen wie normale Fische und zeigten wie diese abwechselnde Ruhe und Bewegung; auch schienen sie normal zu sehen, denn sie wichen allen Hindernissen aus. Wurde nach Ablauf dieser Zeit ihnen ein Regenwurm zugeworfen, so schossen sie auf ihn zu, erfaßten ihn mit ihrem Maul und verschlangen ihn. Wurde er an eine Stelle des Aquariums geworfen, die im Augenblick nicht im Gesichtskreise des Fisches lag, so fand er ihn bei der nächsten Wendung, durch

die er in seinen Gesichtskreis gelangte, und um so rascher, je lebhafter die Bewegungen des Regenwurms waren. Als einer der Fische nach vier Wochen keine Regenwürmer mehr fressen wollte, wurde eine lebende Küchenschwabe auf die Oberfläche des Wassers geworfen, der Fisch holte sie mit zierlich gewandter Bewegung von der Oberfläche. Wurden vier weiße Oblaten und eine rote auf die Oberfläche gelegt, so wählte er regelmäßig zuerst die rote und erst nachher die weißen. Wurde ein Wurm an einem längeren Faden befestigt, den man ihm zuwarf, ohne sich selbst dem Bassin zu nähern, so verschluckte er den Wurm samt dem Faden, und wenn zu dem großhirnlosen Fisch ein zweiter normaler in das Bassin gebracht wurde, so spielten sie beide miteinander wie zwei unverehrte Tiere. Nun könnte man sagen, das ist alles nur Reflex, ein Tier ohne Großhirn habe kein Bewußtsein und keine Selbstbestimmung. Aber man wird dies ebensowenig mathematisch beweisen können wie die Behauptung, daß ein normaler Fisch spontane Bewegungen ausführe und Bewußtsein habe.

Nach der Herausnahme des Großhirns bei Amphibien sind die Ausfallserscheinungen sehr unbedeutend. Fröschen wurden beide Gehirnhalbkuugeln unter möglichster Schonung der Sehzentren herausgenommen. Die Tiere konnten kaum von normalen unterschieden werden. Sie wechselten ihren Land- und Wasseraufenthalt ebenso oft und geradeso wie normale Tiere. Auch fingen sie sämtliche, in einer geräumigen Glasglocke sie umsummenden Fliegen. An Reptilien sind ebenfalls sorgfältigste Versuche dieser Art geschehen. Hier zeigten sich entsprechend ihrer höheren Organisation tiefergehende Störungen nach der Herausnahme des Großhirns. Die Operation wurde an ätherisierten Eidechsen ausgeführt, die Bewegungen des Tieres waren danach normal. Hindernissen wich es ausnahmslos aus, zeigte keine Furcht mehr und lief auf den Beobachter zu, was ein normales Tier niemals tut. Es scheint demnach, daß das Tier sieht, sich über das Gesehene aber kein Urteil bilden kann. Bei den Versuchen an Vögeln ergab die Herausnahme des Großhirns ähnliche Resultate wie bei den Reptilien. Man trug bei Tauben die Großhirnhalbkuugel unter Schonung der Sehhügel ab. Die Tiere verfielen im Anfang in einen schlafähnlichen Zustand, der aber nie länger wie drei oder vier Tage dauerte, darauf führten sie Bewegungen aus, die für bewußt und absichtlich gehalten werden mußten. Sie gingen, kletterten, flogen und wichen allen Hindernissen geschickt aus. Säugetiere nach der Herausnahme des Großhirns am Leben zu erhalten, galt bis auf die

neueste Zeit für unausführbar. Man meinte, die Tiere müßten durch Verblutung zugrunde gehen. Schließlich gelang es aber, Hunde nach dieser Operation am Leben zu erhalten. Nur die untere Spitze des Schläfenlappens hatte man übriggelassen müssen, um den Sehnerv zu schonen. Zwei dieser Tiere lebten einundfünfzig und zweiundneunzig Tage, der dritte Hund lebte achtzehn Monate und wurde dann bei voller Gesundheit getötet. Es dauerte lange, bis sich die Hunde von der Operation erholten. Sie mußten anfangs künstlich gefüttert werden, gewannen aber allmählich die Fähigkeit wieder, Fleischstücke aufzuschnappen und in normaler Weise zu zerkauen und zu verschlingen und ebenso auch Milch zu lecken. Die Nahrung mußte ihnen aber dicht an die Schnauze gebracht werden, denn den Geruchssinn mußten sie ja vollständig verloren haben, da der Riechstrang entfernt war. Daher blieben sie auch ganz teilnahmslos, wenn man ihnen einen anderen Hund oder eine starkduftende Katze vor die Nase hielt. Dagegen war der Geschmacksinn erhalten. Fleischstücke, die mit Chininlösung oder Koloquintentinktur getränkt waren, spien sie wieder aus, wobei Kräuselung der Haut über der Nase eintrat. Besonders leckere Bissen jedoch verzehrten sie mit größtem Eifer. Ganz besonders aufschlußreich war die Beobachtung des dritten Hundes, der einundeinhalbes Jahr ohne Gehirn weiterlebte und auch dann nicht starb, sondern getötet wurde. War er lange nicht gefüttert worden, so ging er immer unruhiger in seinem Käfige umher und streckte rhythmisch die Zunge heraus, bisweilen gesellten sich dazu auch Kaubewegungen. Gegen Ende seines Lebens wurde sogar einigemal beobachtet, daß er Laute der Ungeduld von sich gab, wenn er hungrig war, und daß er endlich mit den Vorderfüßen auf den Rand seines Käfigs stieg. Gab man ihm Fleischstücke, so fraß er anfangs gierig und dann immer langsamer. Hatte er etwa fünfhundert Gramm Fleisch und zweihundertfünfzig Gramm Milch verzehrt, so weigerte er sich zu schlucken, steckte man ihm trotzdem gewaltsam Stücke ins Maul, so ließ er sie jedesmal ungekaut wieder fallen. Auch zeigte das Tier einen regelmäßigen Wechsel von Schlaf und Wachen, ganz wie ein normaler Hund. Nach einer reichlichen Mahlzeit rollte er sich, in seinen Käfig zurückgelegt, zusammen und schlief fest ein. Doch war der Schlaf von kürzerer Dauer als bei normalen Hunden, was beachtenswert ist, da es scheint, daß es vorzugsweise die Anstrengungen des Großhirns sind, die der langen Erholung bedürfen. Der Tastsinn schien ebenfalls erhalten zu sein. So konnte der Hund durch starke Tasteindrücke, durch Kneifen, aus dem Schlaf aufgeweckt werden. Faßte

man ihn unsanft an dem Fell, so knurrte, quiekte oder bellte er, je nach der Stärke des Reizes, und schnappte nach der Hand. Faßte man die linke Hinterpfote, so krümmte er die ganze Wirbelsäule nach links und schnappte nach links hin, wurde die rechte Pfote gefaßt, so krümmte er sich ebenso nach rechts, traf aber dabei nur selten die Hand. Die Bewegungsfähigkeit, die Lokomotion, des großhirnlosen Hundes schien wenig gestört. Schon am dritten Tage nach der Operation ging er im Zimmer umher. Zeigte der Hund Äußerungen des Zornes, wie sich bei der Prüfung des Tastsinns herausgestellt hatte, so gab er niemals Äußerungen der Freude kund. Auf freundliches Streicheln erfolgte niemals Schwanzwedeln, er schien keine Erinnerungsbilder zu haben, er war nur noch ein Kind des Augenblicks. Dafür sprach auch der jedesmalige Wutausbruch, wenn man ihn aus dem Käfig hob, um ihn zu füttern; er knurrte und biß um sich, erinnerte sich also nicht, daß es nun ans Fressen gehe. Alle seine Bewegungen erschienen somit nur als Reaktionen auf augenblickliche Sinneseindrücke. Aus allen diesen wertvollen Beobachtungen wurde nun die Überzeugung gewonnen, daß in dem großhirnlosen Hunde ein, wenn auch noch so dunkles, bewußtes Seelenleben vorhanden war, daß der Hund Sinnesempfindungen hatte und, zum Teil wenigstens, bewußt auf sie reagierte, daß aber alle diese Erscheinungen auch ganz anders aufgefaßt, daß alle Bewegungen des Hundes auch als Reflexe gedeutet werden können, so daß man bei der Meinung verharren muß, daß alles bewußte Seelenleben ausschließlich im Großhirn sich abspiele. Mehr von dem Zentralnervensystem abzutragen, als in diesen Versuchen geschehen war, ohne daß das Leben rasch erlischt, ist bisher an Warmblütern nicht gelungen, wohl aber an Kaltblütern. Fröschen kann man das ganze Gehirn abtragen, und sie zeigen noch komplizierte Reflexe, deren Deutung zu demselben Widerstreit der Anschauungen führt, wie die Deutung der Bewegungserscheinungen am großhirnlosen Hunde. Die einen glauben, auf bewußte Überlegung schließen zu dürfen, die anderen wollen nur unbewußte Reflexe gelten lassen.

Die Beobachtungen an Nachtwandlern zeigen, daß auch beim Menschen die volle Koordination aller Bewegungen ohne Beihilfe bewußter Empfindung und Wahrnehmung vorhanden sein kann. Aber auch die meisten unserer gewöhnlichen Bewegungen im wachen Zustande erfolgen ohne Mitwirkung des Bewußtseins von dem Mittelhirn, dem Kleinhirn, dem verlängerten Rückenmark aus geleitet. Daß eine Lokalisation der psychischen Vorgänge auf der Großhirnrinde vorhanden ist, hat sich also

erwiesen. Es gilt dies jedoch keineswegs für zusammengesetzte psychische Vorgänge, sondern nur für die einfachsten Elemente des psychischen Geschehens, für die einzelnen sinnlichen Empfindungen und die willkürlichen Reize, sowie für die Bewegung bestimmter Muskeln oder Muskelgruppen. Schon die einfachste psychische Tätigkeit baut sich aus zahlreichen derartigen psychischen Elementen erst durch deren Zusammenfassung auf. Sie muß also schon größere Gebiete der Großhirnhalbkugeln gleichzeitig oder nacheinander in Tätigkeit versetzen, und ganz besonders gilt dies natürlich für die höheren geistigen Tätigkeiten, für das Denken. Hierbei dürfte sich das Großhirn stets in seinem ganzen Umfange oder doch wenigstens zu einem sehr großen Teile in Tätigkeit befinden.

Eine verminderte Erregbarkeit des gesamten Nervensystems ist im *Schlaf* vorhanden. Sie ist durch die Ermüdung der zentralen Abschnitte des Nervensystems bedingt. Im tiefsten Schlaf ruhen die psychischen Tätigkeiten völlig, so daß der Schlafende einem Wesen mit entferntem Großhirn gleicht, und erst gegen die Zeit des Erwachens können die psychischen Tätigkeiten in Form der Träume wieder anheben, jedoch in einer von den normalen psychischen Prozessen abweichenden Art, und oft verweben sich mit den Traumgebilden tatsächlich einwirkende Reize. Auch die Tätigkeit der übrigen Zentralorgane ist während des Schlafes mehr oder weniger herabgesetzt, so ein Absinken der Herzstätigkeit und des Blutdruckes in den Arterien, ein verminderter Blutgehalt im Gehirn, verringerte Tätigkeit der Atmung, der Magen- und Darmbewegungen, sowie auch eine Abnahme der Körpertemperatur und eine verminderte Reflextätigkeit. Die Pupillen sind im Schlaf um so enger, je tiefer er ist, so daß sie im tiefsten Schlaf durch Lichteinfall nicht noch enger werden können. Auf sensible oder akustische Reize erweitern sie sich, und zwar umso mehr, je weniger tief der Schlaf ist. Im Augenblick des Erwachens nehmen sie die größte Weite an. Die Festigkeit und die Tiefe des Schlafes läßt sich durch die Bestimmung derjenigen Schallintensität prüfen, die zum Aufwecken eben hinreicht. So fand sich, daß der Schlaf sich anfangs sehr schnell, dann aber langsamer vertieft, nach ein bis eineinviertel Stunden das Maximum erreicht, sich dann anfangs schneller, später langsamer wieder verflacht und schließlich mehrere Stunden vor dem Aufwachen in fast gleicher und sehr geringer Tiefe verharret. Äußere oder innere Reize verringern plötzlich die Tiefe des Schlafes, doch folgen dann wieder neue Vertiefungen. Je tiefer der Schlaf ist, um so länger dauert er.

Möglichstes Fernhalten aller Sinnesreize fördert den Eintritt des Schlafes, der sich bei keinem Menschen willkürlich auf die Dauer fernhalten läßt.

Dem Schlafe ähnlich, aber keineswegs mit ihm identisch, ist der Zustand der *Hypnose*, in den zahlreiche Menschen dadurch versetzt werden können, daß ihre Aufmerksamkeit auf einen gewissen Punkt konzentriert wird, wie durch anhaltendes Anstarren eines glänzenden Gegenstandes oder durch einförmige akustische Reize oder leichtes Streichen der Haut, sowie dadurch, daß in ihrer Vorstellung durch die Worte des Hypnotiseurs das Bild der Hypnose, der allgemeinen Ruhe und Ermüdung, der Unfähigkeit zu Muskelbewegungen hervorgerufen wird. Das erstmalige Versetzen einer Person in diesen Zustand gelingt am schwierigsten. Die Fähigkeit, hypnotisch zu werden, ist durchaus persönlich bedingt und eine sehr verschiedene. Bei wiederholt Hypnotisierten dagegen kann der Zustand oft äußerst leicht eintreten, zuweilen sogar ohne Zutun eines anderen, wenn willkürlich oder unwillkürlich bei der betreffenden Person die Vorstellung der Hypnose geweckt wird, so daß es zu Autohypnose kommt, wie schon Cardanus vor bald vierhundert Jahren an sich selbst beobachtet hat. Das Erwecken aus der Hypnose geschieht meist einfach durch die Aufforderung des Hypnotiseurs an die Versuchsperson, aufzuwachen; wo es notwendig wird, können auch starke plötzliche Sinnesreize, wie Anblasen oder lautes Anrufen und ähnliches, hinzugezogen werden. Es lassen sich je nach der Tiefe des hypnotischen Zustandes zwei Gruppen unterscheiden: die leichten Hypnosen, in denen nur die willkürlichen Bewegungen Abweichungen von der Norm zeigen, und die tieferen Hypnosen, in denen sich dazu noch Veränderungen in der Funktion der Sinnesorgane hinzugesellen. Das Bewußtsein ist bei der Hypnose nicht etwa aufgehoben, sondern eigentümlich verändert. Der Bewußtseinszustand der hypnotisierten Person ist besonders durch die große Empfänglichkeit für Suggestion charakterisiert. Der Hypnotiseur ist demnach imstande, ihr bestimmte Vorstellungen einzugeben, sie ihr zu „suggerieren“. Diese Vorstellungen rufen bei den Hypnotisierten zwangsmäßig die entsprechenden Wirkungen hervor, können aber, besonders bei tiefen Hypnosen, oft nur von dem Hypnotiseur selbst, nicht auch von anderen suggestiv beeinflußt werden. Man nennt dies Isolier rapport. Bei jeder Hypnose sind Abweichungen in der Funktion der willkürlichen Muskulatur vorhanden. Die willkürlichen Bewegungen sind dem Eigenwillen des Hypnotisierten entzogen und dem suggestiven Einfluß des Hypnotiseurs unterworfen. Er kann entweder bestimmte

Bewegungen nicht ausführen, seine Augenlider nicht öffnen und den Arm nicht bewegen, oder aber eine Lage, in die seine Glieder gebracht worden sind, nicht wieder beseitigen, den erhobenen Arm nicht senken oder eine Bewegung seiner Glieder, die der Hypnotiseur eingeleitet hat, nicht hemmen, so daß etwa die umeinander gedrehten Arme nicht stillgehalten werden können. Verharren die Glieder des Hypnotisierten in beliebigen Lagen, die der Hypnotiseur ihnen gibt, ohne Rücksicht auf die Schwere und die Dauer der dazu nötigen Muskelbewegungen, so nennt man einen solchen Zustand Katalepsie. Zahlreiche willkürliche Muskeln können dabei in einen Spannungskampf verfallen, so daß der ganze Körper steif wird wie ein Brett. Andererseits aber werden von den Hypnotisierten bestimmte Muskelbewegungen und sogar komplizierte Handlungen, auch solche törichter Art, auf Befehl des Hypnotiseurs ausgeführt, oder wenn sie ihm vorgemacht werden, nachgeahmt. Von den Störungen im Bereiche der Sinnesempfindungen, wie sie bei tieferen Hypnosen auftreten, ist die Herabsetzung oder die völlige Aufhebung der Schmerzempfindung charakteristisch und ebenso auch die auffallende Unempfindlichkeit für Tast- und Temperaturempfindungen, sowohl auf der Haut, wie auf den Schleimhäuten, an der Bindehaut und der Hornhaut. Andererseits können im Gegensatz hierzu Sinnestäuschungen direkt durch Suggestion hervorgerufen werden, und zwar intensive Schmerzempfindungen, wie sie beim Stechen, Schneiden, Verbrennen entstehen würden, auch Illusionen (täuschende Einbildungen) und Halluzinationen (Sinnestäuschungen) im Bereiche des Gesichts, des Gehörs, des Geruchs, des Geschmacks, sowie negative Sinnestäuschungen als solche, bei denen ein vorhandenes Objekt auf den Befehl des Hypnotiseurs hin nicht wahrgenommen wird. Sogar die gesamte Tätigkeit eines Sinnesorgans kann durch Suggestion ausgeschaltet werden. Die Angaben über eine Beeinflussung der unwillkürlichen Muskulatur und der meist unwillkürlich stattfindenden Vorgänge, wie Pulsschlag, Atmung, Körpertemperatur, Stuhlgang, Erbrechen, und mehr noch die Mitteilungen über suggestiv erzeugte, anatomische Veränderungen, über Blutungen, Brandwunden, Blasenbildung und ähnliches sind ebenfalls durchaus nicht unglaubwürdig. Hat eine tiefe Hypnose stattgefunden, so hat die Versuchsperson nach deren Aufhören keine Erinnerung an das, was mit ihr während der Hypnose vorgegangen ist. Man nennt das Amnesie (Erinnerungsmangel). Während der Hypnose können auch durch Suggestion die Erinnerungen an bestimmte Dinge aufgehoben oder neue Erinnerungsbilder geschaffen werden, ja, sogar die

ganze Persönlichkeit der Versuchsperson kann umgewandelt werden, so daß sie sich dann ganz so verhält, wie es dieser anderen Persönlichkeit entsprechen würde. Von ganz besonderer Bedeutung sind sodann die posthypnotischen Suggestionen, in denen eine in der Hypnose eingegebene Suggestion, eine Sinnestäuschung oder eine Handlung erst nach dem Aufhören der Hypnose und je nachdem sogar erst nach einer längeren, in der Hypnose bestimmten Zeit von Stunden oder Tagen oder Wochen eintritt, ohne daß die Versuchsperson in der Zwischenzeit eine Erinnerung an den ihr aufgetragenen Befehl zu haben braucht und sogar bei der Ausführung der posthypnotischen Suggestion unter dem Einfluß eines ihr selbst unverständlichen Zwanges handeln kann, ohne zu wissen, warum. Es ist noch unbekannt, welche Veränderungen in der Tätigkeit der nervösen Zentralorgane und speziell des Großhirns mit dem hypnotischen Zustand parallel gehen. Eine befriedigende Erklärung aller dieser Erscheinungen ist trotz zahlreicher darüber angestellter Versuche bisher nicht gegeben worden. Doch muß hervorgehoben werden, daß die Erscheinungen der Hypnose und besonders die Wirkung der Suggestion keineswegs etwas prinzipiell Neues und nur dem hypnotischen Zustand Eigentümliches darstellen. Sie treten hingegen, wenn auch in abgeschwächter Form, schon im normalen Wachzustande auf, als suggestiver Einfluß autoritativer Personen, wie der Ärzte, Erzieher, Politiker oder auch faszinierender Redner. Übrigens lassen sich derartige hypnotische Zustände, die dann durch die plötzliche Einstellung der spontanen Bewegungen charakterisiert sind, auch bei Tieren erzeugen. Hühner verharren in starrer Stellung, wenn man ihnen plötzlich einen Gegenstand vor das Auge rückt oder ihnen einen Strohhalm über den Schnabel legt oder einen Kreidestrich vor ihrem zur Erde geduckten Kopfe hinzieht. Vögel, Kaninchen, Frösche, Fische bleiben regungslos liegen, wenn man sie eine Zeitlang, während sie auf dem Rücken liegen, durch leisen Druck in ihrer Lage fixiert hat. Es ist allerdings nicht ganz sicher, ob sich alle diese Erscheinungen mit dem hypnotischen Zustande des Menschen identifizieren lassen.

FÜNFTES BUCH

Die Sinne



ERSTES KAPITEL

Die Empfindung im allgemeinen

Wenn wir uns jetzt der Betrachtung der Funktion der *Sinne* zuwenden, so gelangen wir zu dem bedeutendsten Gebiet des menschlichen Körpers und seiner Verrichtungen überhaupt. Schließen sie doch gewissermaßen Anfang und Ende aller Naturwissenschaft in sich. Sie bilden das Fundament, auf dem diese sich aufbaut, und gleichzeitig den Schlußstein, der das ganze Gebäude krönt. Denn jeder Naturforscher nimmt die Physiologie der Sinne, die Lehre von den Funktionen der Sinne, zum Ausgangspunkt. Er kann auch nicht die einfachste Beobachtung anstellen, ohne sich dabei Rechenschaft über die Leistungen des dafür zur Anwendung gebrachten Organes abzulegen, über die Mängel und die Fehlerquellen, die diesem anhaften, und über die Irrtümer, zu denen sein Gebrauch verleitet. Darum ist es auch kein Zufall, daß die Lehre von den Lebensvorgängen so eng mit der gesamten Physik verknüpft und verflochten ist, daß sogar die ganze Einteilung der Physik sich nach den menschlichen Sinnen richtet, die beim Studium ihrer einzelnen Kräfte die Hauptrolle spielen. Wird doch sonst eine Wissenschaft nach den Objekten eingeteilt, mit denen sie es zu tun hat. Die gesamte Naturwissenschaft gipfelt in der Funktion der Sinne, da sie die Brücke zur Geisteswissenschaft bildet. Die Physiologie der Sinne nämlich bildet die Grundlage der Psychologie und somit der gesamten Geisteswissenschaft. Niemand hat diesen Grundsatz zutreffender ausgesprochen als der englische Philosoph Locke mit seiner berühmten These: Nichts findet sich in unserem Bewußtsein, was nicht zuvor durch das Tor der Sinne in dieses eingezogen ist.

So vermitteln uns die *Sinnesorgane* die Kenntnis der uns umgebenden Außenwelt, indem sie die von außen her kommenden Reize aufnehmen und sie dem Zentralnervensystem, und zwar in letzter Instanz

den psychosensoriellen Zentren der grauen Großhirnrinde zuführen, wo in einer uns wohl für immer unbegreiflichen Weise die Umsetzung der nervösen Erregungsprozesse in seelische Vorgänge, in Empfindungen erfolgt. Werden diese dann weiter durch einen psychischen Akt nach außen verlegt und auf die Gegenstände der Außenwelt als Ursache bezogen, so entsteht hieraus die bewußte Sinneswahrnehmung. Demnach muß ein jedes Sinnesorgan sich aus drei einzelnen Abteilungen zusammensetzen, und zwar zunächst aus dem Nervenendapparat, der eine besonders fein entwickelte Bauart aufweist, für die Aufnahme desjenigen homologen (ansprechenden) Reizes, dessen Vermittlung die Aufgabe des betreffenden Sinnesorgans ist, und in dem die Umsetzung des von außen kommenden Reizes in Nervenerregung erfolgt. Dieser Nervenendapparat ist häufig mit beigelegten Hilfsapparaten ausgestattet, die ihn vor der Einwirkung fremdartiger Reize schützen und die Einwirkung der ansprechenden Reize vermitteln. Sodann gehört zu einem jeden Sinnesorgan der Sinnesnerv, der die Erregung bis zum Zentralnervensystem leitet, weiter die im Innern dieses Zentralsystems sich anschließenden Leitungsbahnen und schließlich das psychosensorielle Zentrum, in dem die Umwandlung der Erregung in die psychischen Vorgänge stattfindet. Ist irgendeiner dieser Teile ausgeschaltet, sei es durch Zerstörung des Nervenendapparates oder durch Unterbrechung des Sinnesnervs, durch Zerstörung des psychosensoriellen Zentrums, aber auch schon durch die Ausschaltung der Funktion dieses Zentrums, wie etwa in der Narkose oder im Schlaf oder durch mangelnde Aufmerksamkeit, so hört damit auch die bewußte Sinneswahrnehmung auf. Wohl aber können in den psychosensoriellen Zentren selbst dann noch, wenn die Zuleitung von Erregungen durch Zerstörung des Endapparates oder des Sinnesnervs aufgehoben ist, durch innere Reize subjektive Sinnesempfindungen ausgelöst werden. Außer mit der Großhirnrinde stehen die Sinnesnerven mit tiefer gelegenen Zentren in Verbindung in denen Reflexe ausgelöst werden können. Diese dienen dazu, allzu starke Reize von den Sinnesapparaten fernzuhalten und diese zu schützen oder die Sinnesorgane den Vorgängen in der Außenwelt zuzuwenden.

Es müssen unter den *Reizen*, die den Endapparat eines jeden Sinnesorgans erregen können, folgende streng unterschieden werden. Zunächst sind die adäquaten (angemessenen) oder homologen (ansprechenden) oder spezifischen (eigentümlichen) Reize zu beachten, diejenigen also, für deren erregende Wirkung das Organ bestimmt und gebaut ist, wie etwa die Stäbchen und die Zapfen der Netzhaut für die Schwingungen des Licht-

äthers. Es sind dies Reize, die nur auf den Endapparat des betreffenden Sinnesorgans wirken und sonst nirgends. So ist Licht völlig wirkungslos, sogar wenn es unter Umgehung des Endapparates, des Auges, auf den Stamm des bloßgelegten Sehnervs geworfen wird. Dann unterscheiden wir die inadäquaten oder heterologen (nicht ansprechenden) Reize, das sind alle sonstigen Reize, die überhaupt imstande sind, nervöse Apparate zu erregen: mechanische, thermische, chemische, elektrische und andere, denen im Gegensatz zu den ansprechenden die Wirksamkeit zukommt, die nervösen Bestandteile der Sinnesorgane in ihrem ganzen Verlauf vom Endapparat bis zur Hirnrinde zu erregen. Dabei lösen sie aber in jedem Sinnesorgan immer nur diejenige Sinnesempfindung aus, die diesem eigen ist, und die bei der ansprechenden Reizung entsteht, und zwar im Sehorgan immer nur Gesichtsempfindungen, im Gehörorgan immer nur akustische. Beim mechanischen Schlag auf das Auge erfolgt Funkensehen, bei einer Blutwallung zum Kopfe Ohrenklingen und bei der Reizung der Paukenhöhlensaiten in der eröffneten Paukenhöhle Gehörsempfindung. So kommt immer nur jedem Sinnesorgan eine besondere Art der Sinnesempfindung zu, die von jedem wie immer beschaffenen Reiz, wenn er die nervösen Teile des Sinnesorgans überhaupt zu erregen vermag, stets und einzig ausgelöst wird, von der Art des Reizes selbst aber gar nicht abhängt. Es ist dies das Gesetz der spezifischen Sinnesenergien von Johannes Müller. Auf ihm beruht es also, daß ein überall gleicher Reiz in den verschiedenen Sinnesorganen verschiedene Sinnesempfindungen auslöst, und daß umgekehrt verschiedenartige Reize, die auf dasselbe Sinnesorgan einwirken, in ihm immer die gleichartige Sinnesempfindung hervorrufen. Dieses einheitliche Gesetz durchzieht wie ein roter Faden der Erkenntnis die Funktionen aller Sinne und bildet wohl die schönste Errungenschaft der gesamten Physiologie. Wir haben die Tatsache schon gestreift, daß es in der Physik bereits lange bekannt ist, daß die Verschiedenheiten unserer Sinnesempfindungen nicht auf einer besonderen Verschiedenheit der äußeren Reize beruhen, denn dieselben Ätherwellen, die bei ihrer Einwirkung auf die Haut die Empfindung der Wärme hervorrufen, erzeugen die Empfindung von Licht und Farben von der Netzhaut aus. Die verschiedene Beschaffenheit der Empfindung ist nur bedingt durch die verschiedene Beschaffenheit der Endapparate im zentralen Nervensystem des Menschen, denen der von außen kommende Reiz durch die Nervenfasern zugeleitet wird. Derselbe galvanische Strom, der, wenn er von der Stirn zum Nacken durch den Sehnerv

hindurchgeleitet wird, den Eindruck eines Blitzes hervorbringt, erzeugt beim Durchleiten durch das Gehörorgan die Empfindungen von Klängen und Geräuschen und bringt bei seiner Einwirkung auf die Hautnerven je nach der Verschiedenheit der Endapparate, die zu diesen gehören, bald die Empfindung der Kälte hervor und bald die der Wärme, einmal die Empfindung von Druck und zum anderen Male die von Schmerz, beim Hindurchleiten durch die Zungenfasern aber Geschmackseindrücke und bei einem solchen durch die Riechnervfasern hindurch Geruchseindrücke.

ZWEITES KAPITEL

Das Gefühl

Von den durch den gewöhnlichen Sprachgebrauch unterschiedenen fünf Sinnen, dem Gesicht, dem Gehör, dem Geruch, dem Geschmack und dem Gefühl, erweisen sich vier davon auch bei genauer anatomischer und physiologischer Erforschung als deutlich getrennte Sinne. Unter dem Begriff Gefühl aber faßt man eine große Anzahl von durchaus verschiedenen und zum Teil auch noch recht wenig erforschten Sinnen zusammen: Tastsinn und Wärmesinn und Kältesinn, Schmerzgefühl und Muskelsinn und Raumsinn, Kitzel, Schauer und Wollust, Hunger und Durst und manche andere Sinnesempfindung. Es wird zweckmäßig sein, mit dieser umfassenden Gruppe von Empfindungen zu beginnen, weil sie bei allen anderen Sinnesempfindungen mitspielen und es darauf ankommt, sie klar zu unterscheiden. Am eingehendsten sind bisher diejenigen drei unter ihnen studiert worden, die als eine engere Gruppe zusammengehören, und deren Funktionen ausschließlich von der Hautoberfläche (s. Abb. 99) und von den Schleimhäuten an den Eingängen zu den Leibeshöhlen ausgelöst werden, nämlich der Tastsinn, der Wärmesinn und der Kältesinn, die auch mit dem gemeinsamen Namen der *Hautsinne* bezeichnet werden. Man kann auch noch den Schmerzsinne hinzurechnen, aber nicht ganz mit Recht, da das Schmerzgefühl nicht allein von der Haut und von den Schleimhäuten aus, sondern auch von anderen Körperteilen her erregt werden kann.

Noch vor gar nicht so langer Zeit hat man festgestellt, daß die vier Hautsinne vier getrennte Sinne sind, deren Tätigkeit durch ganz getrennte Nervenapparate vermittelt wird. Auch war es lange Zeit fraglich, ob die Hautsinne wirklich dem Gesetze der spezifischen Sinnesenergie folgen, ob wirklich jedem dieser Sinne spezifische, periphere Endapparate in der

Haut, ob ihnen eine getrennte Nervenleitung, ob ihnen getrennte spezifische Endapparate im Zentralorgan entsprechen; denn schließlich war es ja denkbar, daß das Gesetz der spezifischen Sinnesenergie auch eine Ausnahme erleiden könne, daß auch ein und derselbe Nervenapparat qualitativ verschiedene Reize als verschiedene Bewegungsvorgänge dem Gehirn zuführe und in dem gleichen zentralen Endapparate verschiedene Empfindungen auslöst. Doch hat sich schließlich ergeben, daß dies nicht der Fall ist, daß auch die Hautsinne dem Gesetze der spezifischen Sinnesenergie folgen. Denn wendet man als Reiz den faradischen Strom an, wäh-

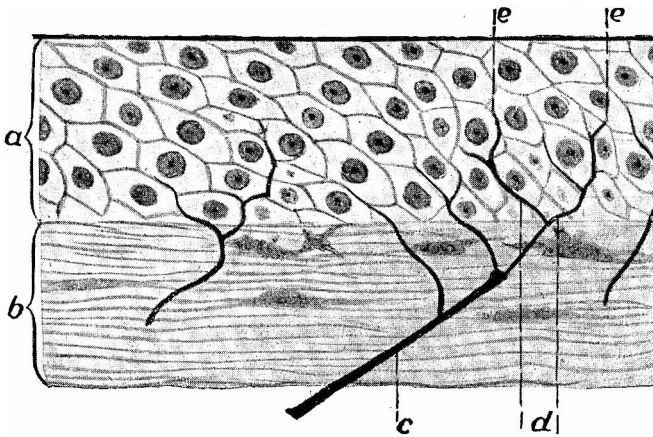


Abb. 99. Nervenendigungen in der Hornhaut.

a Epithel, *b* Hornhaut, *c* Nervenstamm, *d* zu den Epithelien abgehende Äste
e Nervenendigungen im Epithel.

rend den einen Pol einer Induktionsrolle ein feuchter Leiter bildet, der in großer Ausdehnung die Haut berührt, den anderen Pol dagegen eine feine Metallspitze, und man läßt nun diese Spitze an verschiedenen Punkten die Haut berühren, so entsteht an gewissen Stellen ein Wärmegefühl, an anderen ein Kältegefühl, an noch anderen ein Druckgefühl und an wiederum anderen Schmerz. Besonders deutlich sind die Kältepunkte und die Wärmepunkte getrennt, sehr auffallend an den Beinen, wo Lücken von mehreren Quadratcentimetern vorhanden sind, die keine Wärme- oder Kälteempfindung besitzen. Im allgemeinen sind jedoch die Kältepunkte zahlreicher als die Wärmepunkte (s. Abb. 100). Der Nachweis der getrennten Druckpunkte ist bei weitem schwieriger, sie sind offenbar weit dichter gesät, und es kommt hinzu, daß der physikalische Druck niemals

auf einen Punkt der Haut allein ausgeübt werden kann, sondern sich stets auf benachbarte und tiefere Teile überträgt, aber es sind besondere Druckpunkte vorhanden, an denen der geringste Druck am deutlichsten empfunden wird. Diese Punkte fallen nicht mit den Kälte- und Wärmepunkten zusammen. Es gibt auch Punkte, besonders an der Haut des Rückens, wo ein Nadelstich nicht empfunden wird.

Es lassen sich nun auch anatomisch für die vier getrennten Hautsinne verschiedene aufnehmende Endapparate in der Haut und getrennte Nervenleitungen zum Zentralorgan und bis zur Hirnrinde nachweisen. Wir

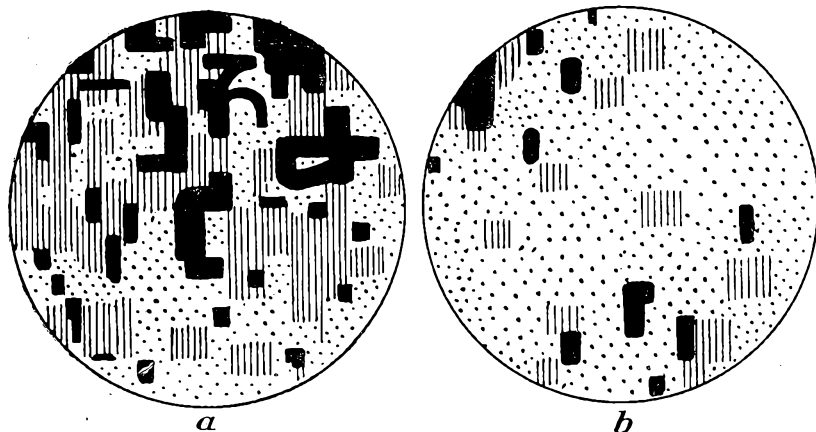


Abb. 100. Topographische Darstellung des Kälte- und Wärmesinnes an einer Stelle des Oberschenkels.

a Kältesinn, *b* Wärmesinn. Die dunklen Stellen geben die stark empfindlichen, die gestrichelten die mittelmäßigen, die punktierten die schwach empfindlichen, die leeren Stellen die ganz unempfindlichen Stellen an.

wollen uns der verschiedenen Nervenendigungen in der Haut und in den Schleimhäuten erinnern, die wir bei der Schilderung des menschlichen Hautorgans eingehend dargelegt haben, der Meißnerschen Tastkörperchen, der Krauseschen Endkolben, der freien Nervenenden zwischen den Epithelzellen des Pacinischen Körperchens (s. Abb. 101) und anderer. Es liegt nun nahe, anzunehmen, daß diese verschiedenen Endigungen auch den verschiedenen Hautsinnen entsprechen, und es ist gewiß, daß, wenn erst die unterschiedliche Ausbildung der einzelnen Sinne in den verschiedenen Hautabschnitten genau festgestellt ist und mit der entsprechenden Verteilung der Nervenendigungen verglichen werden kann, sich eine bejahende Entscheidung dieser Frage ergeben muß.

Eigentlich müßte man den *Schmerz* zu den Gemeingefühlen rechnen, weil er nicht ausschließlich von der Haut ausgelöst wird. Es ist aber nicht leicht, den Begriff der Gemeingefühle zu bestimmen. Viel schwerer noch ist es, in scharfen Umrissen festzustellen, was die Gemeingefühle miteinander gemein haben, und was sie von den Hautsinnen unterscheidet. Schon daß sie nicht wie die Hautsinne von der Körperoberfläche ausgelöst werden, gilt nicht von allen Gemeingefühlen. Kitzel und Schauer nehmen gerade von der Hautoberfläche her ihren Ausgang. Was sie nicht nur von den Hautsinnen, sondern auch von allen übrigen eigentlichen Sinnen unterscheidet, vom Gesicht, Gehör, Geruch und Geschmack, scheint der Umstand zu sein, daß wir die Gemeingefühle nicht wie die eigentlichen Sinnesempfindungen

objektivieren, sie nicht nach außen verlegen. Wir sagen uns, wenn die Netzhaut gereizt wird: dort steht ein Mann, dort liegt ein Buch, dieser Gegenstand ist hell, und der andere ist rot usw. Und wir sagen uns auch, wenn die Hautnerven erregt werden: dort liegt etwas Hartes, oder das Eis ist kalt, oder die Luft ist warm. Wir sagen aber nicht: dort ist

ein Hunger oder eine Müdigkeit oder ein Kitzel, sondern wir sagen: ich fühle Hunger, ich fühle Müdigkeit, ich fühle Kitzel. Auch die Schmerzempfindungen verlegen wir nicht in die Außenwelt, sondern in bestimmte Körperteile, wenngleich diese Lokalisation immer nur eine ungenaue ist. Die Schmerzempfindung liegt also in der Mitte zwischen den Gemeingefühlen und den eigentlichen Sinnesempfindungen. Es ist anzunehmen, daß gewöhnlich nur die in der Haut endigenden Nerven den intensiven großen Schmerz vermitteln. Diese Nerven nämlich sind Wächter, die rechtzeitig bei drohenden und schädlichen Eingriffen aller Art warnen. Unter krankhaften Bedingungen dagegen werden bekanntlich auch von inneren Organen aus die heftigsten Schmerzempfindungen ausgelöst, denn ein krankes Organ erfordert Schonung. Von den Vorgängen im Darm aber haben wir zum Beispiel meist keine

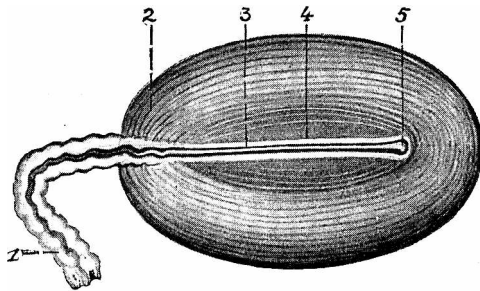


Abb. 101. Vater-Pacinisches Körperchen.

1. Markhaltige Nervenfasern, 2. konzentrische Schichten, 3. Achsenzylinder, 4. Innenkolben, 5. knopfförmige Anschwellung des Achsenzylinders.

Empfindung. Bei der leichtesten Entzündung aber entstehen heftigste Kolikschmerzen. Auch Säbelhiebe und Schußwunden werden häufig anfangs kaum empfunden. Erst wenn die entzündliche Reaktion eintritt, stellen sich die Schmerzen ein. So plausibel aber alle diese Zusammenhänge sind, so wenig konnten sie bisher erklärt werden. Die Tatsache ist vorläufig noch völlig rätselhaft, daß Schmerzempfindungen von Körperteilen ausgelöst werden, die keine Schmerznerve zu besitzen scheinen. Daher muß mit allem Nachdruck betont werden, daß der Schmerz nicht nur ein Feind ist, der um jeden Preis und mit allen Mitteln zu bekämpfen ist, der Schmerz ist auch unser Helfer und Bundesgenosse, und den Befehlen dieses Bundesgenossen fügt sich der Kranke um vieles unbedingter und gehorsamer als allen ärztlichen Anordnungen. Schon Goethe hat gesagt: Schilt mir die Schmerzen nicht, denn sie sind Freunde, Gutes raten sie!

Gegenüber dem Tastsinn ist der *Muskelsinn* ein sehr komplizierter Sinn, der noch kaum des näheren erforscht ist. Er setzt sich zusammen aus dem Bewußtwerden der aktiven sowohl als der passiven Bewegung, der Stellung der Glieder, sowie aus dem Bewußtwerden des Grades der Muskelanstrengung gegenüber Gewichten oder Widerständen und schließlich aus dem Müdigkeitsgefühl. Jedenfalls läßt sich die Existenz von sensiblen Nervenfasern in den aktiven und den passiven Bewegungsorganen, in den Muskeln, den Sehnen und den Knochen zur Vermittlung dieser Empfindungen anatomisch nachweisen. Ebenso wie der Drucksinn und der Tastsinn ist auch der Gesichtssinn mit dem Muskelsinn aufs innigste verknüpft. Wie wir mit der beweglichen Körperoberfläche tastend über unsere Umgebung hinfahren, so tastet auch das Auge in noch weiteren Kreisen über alles dahin, was uns umgibt. Die Augen sind dazu befähigt, durch den sehr komplizierten und vollkommenen Apparat ihrer äußeren Muskeln. Diese äußeren Augenmuskeln gestatten nicht bloß, die Augen auf jeden Gegenstand zu richten, sie unterrichten uns auch durch die gegenseitige Einstellung beider Augen bei der Einstellung auf nahe oder auf ferne Gegenstände über die Entfernung, über den gegenseitigen Abstand und über die Formen der Objekte. Bei jeder Bewegung werden neue Punkte der Netzhaut gereizt oder aber andere Tastnerven, und jeder neue Reiz dieser Nerven kombiniert sich mit neuen Reizen sensibler Muskelnerven. Deshalb sind die Tastempfindungen wie die Lichteindrücke beständig mit Raumvorstellungen verknüpft, und da außer dem Auge und den Tastorganen kein anderes Sinnesorgan in solcher Art mit einem

Muskelapparat verknüpft ist, daß bei jeder Muskelkontraktion immer andere Sinnesnerven gereizt werden, so erklärt es sich, daß keine andere Sinnesempfindung außer der Tastempfindung und Lichtempfindung mit Raumvorstellungen und mit Formvorstellungen sich verknüpft. So sind die Geruchseindrücke mit keinerlei Formvorstellungen verbunden. Das hängt offenbar damit zusammen, daß die Geruchsnerve an den starren und absolut unbeweglichen Wandungen der Nasenhöhle endigen. Jedermann hat von den in früher Jugend nicht bloß erblindeten, sondern auch taub gewordenen Frauen gehört, die mit ihrem Tastsinn Unglaubliches geleistet haben. Laura Bridgman, die taubstumm geboren war, erkrankte im zweiten Lebensjahre an Scharlach und verlor infolgedessen durch Vereiterung außerdem die Augen. Auch der Geschmack und der Geruch wurden beeinträchtigt. Sie wurde im Blindeninstitute zu Boston erzogen und erlangte einen hohen Bildungsgrad. Ihr Tastsinn betrug mit den Zirkelspitzen gemessen das Doppelte bis Dreifache des normalen. Sie konnte sogar starke Tonschwingungen mit den Füßen wahrnehmen und bisweilen sogar die Stimme ihrer Bekannten mit den Füßen erkennen. Helen Keller wurde, als sie neunzehn Monate alt war, infolge einer akuten Krankheit blind und taub. Bis zum zehnten Jahre lernte sie nur Fingersprache, darauf aber sprechen, indem sie ihre Finger zugleich an den Mund und an den Kehlkopf der Sprecher legte und so die Sprachbewegungen ablauschte und genau nachahmte. Sie lernte auch singen und Klavierspielen. Es darf also nicht außer acht gelassen werden, daß der Muskelsinn ganz allein und auch ohne irgendwelche Gesichtseindrücke oder Tasteindrücke Raumvorstellungen vermittelt. Wenn wir die Augen schließen und die Glieder frei in der Luft bewegen, so daß wir keine Tasteindrücke empfangen, so haben wir dennoch in jedem Augenblicke eine klare Vorstellung von der Lage und von der Bewegung aller unserer Glieder.

DRITTES KAPITEL

Der Geschmack

Die *Zunge* stellt einen von der Mundschleimhaut umkleideten und sehr gefäßreichen, weichen und oft nur allzu beweglichen Fleischlappen dar, der am Boden der Mundhöhle liegt und vom Bogen des Unterkiefers umfaßt wird. Es sind an ihr eine obere und eine untere Fläche zu unterscheiden, zwei Seitenränder, die Spitze, der Körper und die Wurzel. Ihre

obere gewölbte Fläche, die bei geschlossenem Munde am harten Gaumen anliegt, ist bis zur Rachenenge hin mit den Geschmackswärzchen so dicht besät, daß sie ein kurzzottiges und geschorenem Samt ähnliches Aussehen erhält. Der hinterste Abschnitt der Zunge, der sich von der Schlundenge bis zum Zungenbein erstreckt, ist die Zungenwurzel. Es heißt, daß dieser Bezirk keine Geschmackswärzchen besitze. Es finden sich jedoch auch hier feine, fadenförmige Papillen vor, deren mikroskopische Kleinheit und unter dem dicken Plattenepithel vergrabene Lage sie leicht übersehen läßt. Auch Schleimdrüsen und große Balgdrüsen kommen an der Zungenwurzel vor. Letztere wölben die Schleimhaut ihres Rückens auf der Zungenwurzel hügelig empor und können an der eigenen Zunge vom tastenden Finger als ebenso viele Erhabenheiten deutlich gefühlt werden. Die untere Fläche des Organs ist bedeutend kleiner als die obere und entbehrt der Geschmackswärzchen vollständig. An ihr setzt sich das vom Boden der Mundhöhle als eine Schleimhautfalte sich erhebende Zungenbändchen an. Es verhindert eine allzu große Rückwärtsbewegung der Zunge und ihr Umschlagen nach hinten, während der weiche Gaumen zu ihren Seitenrändern zwei Bogen herabschickt und die Zungenwurzel mittels des Unterzungenmuskels am Zungenbeine haftet und auch mit dem Kehldeckel durch drei Übergangsfalten der Schleimhaut, durch ein mittleres und zwei seitliche Bänder in Verbindung steht. Von der Spitze bis zur Schlundenge nimmt die Zunge an Dicke zu, von hier aus, vom Isthmus bis zum Zungenbein, aber an Dicke bedeutend ab. Der vor ihm liegende Abschnitt der Zunge liegt horizontal in der Mundhöhle, der dahinter befindliche, die Zungenwurzel, fällt fast senkrecht gegen den Kehldeckel ab. Je mehr die Zunge aus der Mundhöhle herausgestreckt wird, desto mehr wird auch die senkrechte Richtung der Zungenwurzel in die horizontale einbezogen. Durch eine von der Mitte des Zungenbeins entspringende blattförmige und dünne, senkrechte, fibröse Platte wird die fleischige Substanz der Zunge in zwei seitliche Hälften geteilt. Doch ist dieser Faserstreifen nur in der Wurzel der Zunge gut entwickelt, gegen die Spitze zu verschwindet er. Ihr großer Gefäßreichtum und die Weichheit der Zungensubstanz erklärt die enorme Anschwellung, welche die Zunge bei Entzündungen erleiden kann. Am Rücken der Zunge, der durch einen nicht immer deutlichen Längenspalt in zwei gleiche Hälften geteilt wird, finden sich drei Arten von Geschmackswärzchen vor. Die fadenförmigen Wärzchen zunächst geben der Zunge ihr pelziges Ansehen. Diese nehmen in unzähliger Menge den Rücken und die Seitenränder der Zunge ein und

stehen in parallelen Reihen, die von der Mittellinie schief nach vorn und außen gegen die Ränder gerichtet sind. Sie sind dünner und länger als die übrigen Zungenwärtchen und nehmen gegen die Zungenspitze hin nicht an Zahl, wohl aber an Länge ab; nur die wenigsten von ihnen enthalten Nerven. Hierdurch wird ihre Bedeutung als Geschmackswärtchen verdächtig. Denn die Nerven enden schon unterhalb der Basis der Papillen mit kleinen Knöpfchen. Auch ihr dicker und verhornter Zellenüberzug, der aus dachziegelförmig übereinander geschobenen Zellenplatten besteht, stellt ihre lebhaftige Beteiligung an den Geschmacksempfindungen in Zweifel. Doch würde ein Vergleich mit den Hornstacheln auf der Katzenzunge etwas für sich haben,

wenn ihre Richtung nicht nach vorn ginge. Die Hornstacheln auf der Raubtierzunge aber stehen nach hinten. Sodann finden sich die schwammförmigen oder keulenförmigen Wärtchen in veränderlicher Anzahl als rote knopfförmige oder pilzähnliche Höckerchen zwischen den fadenförmigen eingestreut, besonders an den Röhren der Zunge. Ihre Oberfläche zeigt sich unter dem

Mikroskop wieder selbst mit kleineren sekundären Papillen besetzt. Diese Wärtchen sind sehr nervenreich und besitzen wie auch die dritte Gruppe nur einen sehr dünnen Zellenüberzug, der ihre Blutgefäße durchscheinen läßt. Sie erscheinen deshalb an der eigenen Zunge vor dem Spiegel rot. Drittens gibt es die acht bis fünfzehn wallförmigen Wärtchen, die nervenreichsten aller Zungenwärtchen. Sie gehören nur dem hinteren Bezirk des Zungenrückens an, über dem sich die Rachenenge befindet, und sind in zwei Reihen gestellt, die nach hinten zusammenlaufen und sich zu einem „V“ vereinigen, an dessen Spitze gewöhnlich die größte dieser Papillen steht. Eine jede solche Wallwarze (s. Abb. 102) besteht eigentlich aus einer dicken, schwammförmigen Warze, die von einem kreisförmigen Schleimhautwall, über den sie etwas

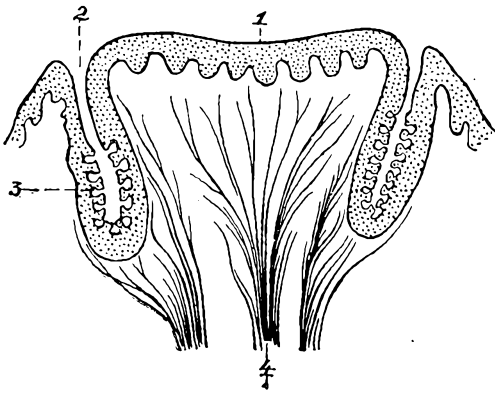


Abb. 102.

Querschnitt durch eine umwallte Papille.

1. Die Papille, 2. ringförmige Spalte um die Papille, 3. Geschmacks-Knospen, 4. Nerven.

hervorragt, umsäumt wird, während zwischen Warze und Wall sich ein Graben befindet, in den kleine Schleimdrüsen einmünden. An oder auch hinter der Spitze des von den gegeneinander gerichteten Linien der wallförmigen Wärzchen gebildeten „V“ liegt das blinde Loch als seichte oder blindsackförmig nach hinten sich verlängernde Grube, in die mehrere der benachbarten Schleimdrüsen des Zungenrückens einmünden.

Das wesentlichste Element des Geschmacksorgans bilden die Geschmacksknospen, auch Geschmacksbecher (s. Abb. 103) und Geschmackszwiebeln, die in abwechselnder, aber immer bedeutender Menge im Zellbelag der keulenförmigen Wärzchen und in dem des Wallgrabens

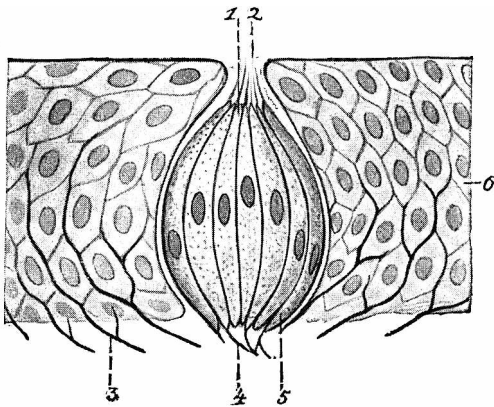


Abb. 103. Geschmacksbecher.

1. Eingang zur Geschmacksknospe, 2. freie Endigungen der Geschmackszellen, 3. Nervenfibrillen,
4. Geschmacksnervenfaser, 5. einzelne Geschmackszellen, 6. Epithel.

der wallförmigen Wärzchen sich finden. Sie sind Komplexe von eigentümlich gestalteten Zellen, von Geschmackszellen. Die äußeren sind glatt und langgestreckt und so gebogen, daß ihre äußere Fläche gewölbt, die innere vertieft erscheint. Durch die konzentrische Über-einanderlagerung dieser äußeren Zellen wird eben das Bild einer aufblühenden Knospe gegeben. Ihre äußeren, gegen die Mundhöhle gerichteten Enden

ragen als kurze und feine Spitzchen etwas hervor und bilden einen Kranz, während ihre inneren oder zentralen Enden durch kurze und etwas zackige Fortsätze an dem Warzenleib durch Einzackung haften. Die inneren Zellen der Knospe sind sämtlich im Verhältnis zu ihrer Länge sehr dünn. Ihr zentrales Ende setzt sich in einen Faden fort, der sich häufig in noch zartere Fädchen mit kolbigen und dem Warzenleib eingezahnten Enden teilt. Eine jede Geschmacksknospe besitzt an ihrem peripheren Ende eine einzige Öffnung, die Geschmackspore, von der ein kurzer, aber nicht immer erkennbarer Kanal in das Innere der Knospe hineinreicht.

Die Endapparate des Geschmacksinnes sind die eben beschriebenen

Geschmacksknospen oder Schmeckbecher, von denen im Alter viele Knospen untergehen sollen. Sie sind in das dicke, geschichtete Plattenepithel der Zunge eingebettet, während gebogene, lanzettförmige und gekernte Deckzellen (s. Abb. 104a) oder Stützzellen, die wie die Dauben eines Fasses die Begrenzung bilden, gegen die freie Fläche hin die erwähnte Öffnung und ein darunter gelegenes Grübchen umgeben. Umgeschlossen von ihnen liegen in der Achse der Knospe ein bis zehn Geschmackszellen (s. Abb. 104b), die, wenn sie nach oben einen freien zarten Fortsatz tragen, Stützzellen heißen, wenn sie ihn entbehren, aber Stabzellen. Nach der Durchschneidung des Zungenschlundnervs gehen die Schmeckbecher schon von der dreißigsten Stunde an zugrunde, wonach sich dann ihre Deckzellen während einer Zeit von zwölf Tagen in gewöhnliche Epithelzellen umwandeln.

Der spezifische *Geschmacksnerv* ist der Zungenschlundnerv. Seine Fasern enden auf dem hinteren Drittel des Zungenrückens, sowie auf dem Zungengaumenbogen und auf einem schmalen Streifen des weichen Gaumens dicht hinter dem harten Gaumen und auf dem Kehldeckel. Man kann sich aber leicht davon überzeugen, daß auch der vordere Teil der Zunge Geschmacksempfindungen aufnimmt. Wahrscheinlich gibt es für eine jede Geschmacksart im Sinne des Gesetzes von den spezifischen Energien eine besondere empfindende Fasergattung. So ließen sich unter den pilzförmigen Papillen solche feststellen, die auf Zucker, aber nicht auf Weinsäure, solche, die auf Chinin, aber nicht auf Weinsäure, und wiederum

solche, die auf Chinin, aber nicht auf Zucker reagieren. Auch konnte durch die elektrische Reizung der einzelnen Papillen unterschiedlich bitterer, salziger oder süßer Geschmack erregt werden, wobei der konstante Strom die reinste Empfindung an der Anode auslöst und bei anhaltenden Geschmacksreizen sich Ermüdungssymptome für einzelne Geschmäcke zeigen. Solche Befunde können nur durch die Annahme spezifischer Endapparate für die verschiedenen Geschmacks-kategorien erklärt werden, die in unverhältnismäßig verschiedener Anzahl auf

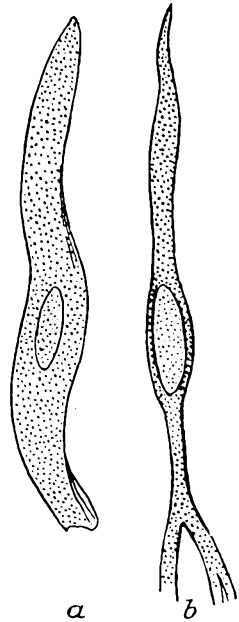


Abb. 104. Isolierte Geschmackszellen.

a Deckzelle,
b Stabzelle.

verschiedenen Papillen vorkommen. Außer dem Geschmackssinn besitzt die Zunge zugleich einen fein ausgebildeten Tastsinn.

Wir unterscheiden in unserer Sprache gewöhnlich nur die vier Geschmackssorten: sauer, süß, salzig und bitter. Es gibt deren aber viel mehr. So ist der zusammengesetzte Geschmack der Gerbstoffe, der vielen organischen Stoffen eigen ist, jedenfalls ein besonderer Geschmack. Nach dem Gesetz der spezifischen Sinnesenergie nun ist zu erwarten, daß diese verschiedenen Eindrücke auch von verschiedenen Nerven mit verschieden abgestimmten oder chemisch verschiedenen Endapparaten aufgenommen werden. So wurde auch gefunden, daß eine jede einzelne Papille nur auf einen bestimmten Geschmackseindruck reagiert, oder immerhin nicht auf alle. Jede Papille und jeder Schmeckbecher enthält ja mehrere Nervenendigungen, die verschieden abgestimmt sein können. In einigen aber dürften auch sämtliche Nervenenden gleich abgestimmt sein. So empfinden die Papillen auf dem hinteren Teile der Zunge hauptsächlich den bitteren Geschmack, die auf der Spitze den sauren. Doch haben andere Untersuchungen wiederum ergeben, daß die süßempfindenden Elemente sich besonders gehäuft an der Zungenspitze finden, die sauerempfindenden an der Mitte der Ränder und die bitterempfindenden im Bezirk der umwallten Geschmackswärzchen.

Zwischen je zwei verschiedenen Arten der vier verschiedenen Geschmacksqualitäten, den Empfindungen des Süßen, Bitteren, Sauren und Salzigen, liegen zahlreiche weitere Geschmacksempfindungen, die in ihren Eigenschaften sowohl an die eine wie an die andere erinnern und so einen Übergang zwischen beiden bilden. Um uns einen Begriff zu machen von der Gesamtheit dieser Geschmacksqualitäten, stellen wir dieselben durch ein regelmäßiges Tetraeder, einen von vier gleichseitigen Dreiecken begrenzten Körper dar. An dessen Spitzen denken wir uns die vier Grundempfindungen des Geschmackes, während dessen Flächen durch die Übergangsgeschmäcke belegt werden. Ein solches Schema veranschaulicht uns am besten die Verschiedenheit der Geschmacksempfindungen.

Schließlich müssen wir noch mit einem Wort des elektrischen Geschmacks gedenken. Der konstante Strom erregt sowohl bei seinem Schluß und bei seiner Öffnung, als auch während der Dauer des Stromes am positiven Pol saure und am negativen eine laugenartige, alkalische und herb brennende Empfindung. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine elektrolytische Wirkung, da bei der Anwendung von Strömen verschiedener Spannung sich die Empfindung des Geschmackes ändert,

und dieser also von den durch den Strom ausgeschiedenen Ionen abhängig ist. Außerdem reizt der konstante Strom als solcher auch die Endorgane der Geschmacksnerven im Augenblicke der Schließung und der Öffnung. Die hierdurch hervorgerufene Empfindung addiert sich zu der chemischen Erregung hinzu. Es scheint, daß je nach den Umständen sämtliche Geschmacksqualitäten durch elektrische Reizung ausgelöst werden können.

VIERTES KAPITEL

Der Geruch

Der Geruchsinn steht dem Geschmacksinn am nächsten, haben doch auch beide Sinne dieselbe Aufgabe zu erfüllen; sie sind die beiden Wächter, die am Eingange in den Organismus aufgestellt sind, um rechtzeitig vor übel-schmeckenden und übelriechenden Stoffen zu warnen, die zudem auch gesundheitsschädlich und gefährlich zu sein pflegen.

Die *äußere Nase* (s. Abb. 105) bildet das Vorhaus des Geruchsorgans und besteht aus einem festen und einem beweglichen Teil. Die obere Partie wird durch die Nasenbeine und die Stirnfortsätze der Oberkiefer gebildet, ihre bewegliche untere Abteilung besteht aus einem unpaaren und wenig beweglichen, sowie aus zwei paarigen, weicheren Knorpeln. Die beiden Teile der äußeren Nase bedingen durch ihre bei den einzelnen Menschen so sehr verschiedene Form die zahllosen individuellen Verschiedenheiten des Nasenvorsprungs und damit des ganzen Gesichts, vom Stumpfnäschen bis zur Hakennase. Als das vorspringendste Gebilde im Gesicht bestimmt die Nase vorwiegend dessen Typus, und ihre Entstellungen fallen immer höchst unangenehm auf. Von ihren Knorpeln ist der unpaare der Nasenscheidewandknorpel (s. Abb. 106). Er bildet den vorderen Teil der Nasenscheidewand, deren hinterer, knöcherner durch das Pflugscharbein und die senkrechte Siebbeinplatte gegeben ist, und besitzt eine ungleich vierseitige Gestalt. Mit seinem hinteren Winkel ist er in den zwischen der senkrechten Siebbeinplatte und dem Pflugscharbein übriggelassenen einspringenden Winkel fest eingelassen. Sein hinterer oberer Rand paßt somit auf den unteren Rand der senkrechten Siebbeinplatte und sein hinterer unterer an den vorderen Rand des Pflugscharbeins. Sein vorderer oberer Rand aber liegt

in der Verlängerung des knöchernen Nasenrückens, während der vordere untere frei ist, aber nicht bis zum unteren Rande, der die beiden Nasenlöcher trennenden und bloß durch die Haut gebildeten Scheidewand herabgeht. Die paarigen, dreieckigen oder die Seitenwand-Knorpel der Nase liegen in der verlängerten Ebene der beiden Nasenbeine. Sie stoßen mit ihren oberen Rändern aneinander und verschmelzen am Nasenrücken

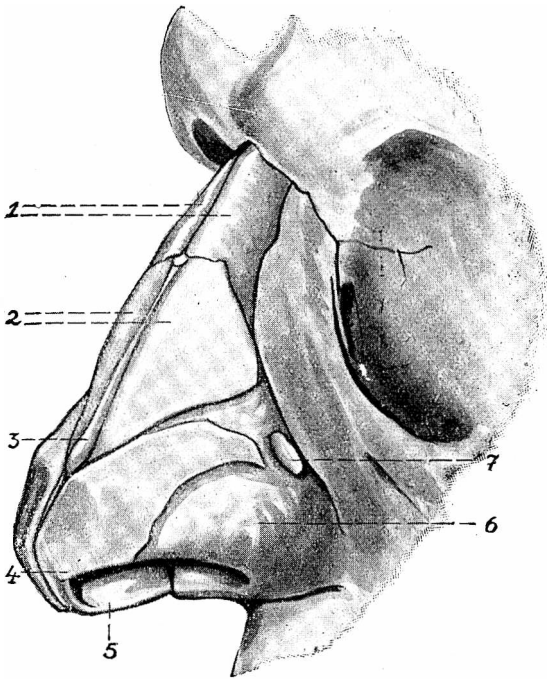


Abb. 105. Die äußere Nase.

1. Nasenknochen, 2. seitliche Nasenknorpel, 3. Scheidewandknorpel, 4. und 5. Nasenspitzenknorpel, 6. Unterhautbindegewebe des Nasenflügels. 7. Kleines Knorpelstückchen im hinteren Abschnitte des Nasenflügels.

Scheidewand, gewöhnlich mit einer mäßigen Verdickung, so daß sie demnach die äußere und den vorderen Teil der inneren Umrandung der Nasenlöcher bilden, die sie offen erhalten. Mit dem unteren Rande der dreieckigen Nasenknorpel hängen sie durch Bandmasse zusammen. Die knorpelige Nase wird auf ihrer äußeren Oberfläche von der allgemeinen Hautdecke überzogen, die durch fettloses Bindegewebe fest an dem Knorpel anhängt und nicht gefaltet werden kann, was doch über der knöchernen

mit dem Nasenscheidewandknorpel so innig, daß sie mit vollem Rechte als dessen wesentlicher Bestandteil angesehen werden können, während die paarigen Nasenflügelknorpel in der Substanz der Nasenflügel liegen, auf deren Form sie Einfluß nehmen, aber nicht bis zum freien, seitlichen Rande der Nasenlöcher herabreichen, der bloß durch die Haut gebildet wird. Wohl aber gehen sie bis zur Nasenspitze hinauf, biegen sich von hier nach einwärts, werden schmaler und enden in der häutigen

Nase sehr leicht geschehen könnte. Die Haut ist hier reich an Talgdrüsen, deren größte Exemplare von mehreren Millimetern Länge in der Furche hinter dem Nasenflügel münden. Die in den Nasenöffnungen sichtbaren Haare sind teils nach abwärts gegen die Oberlippe, teils direkt gegen die Nasenscheidewand hin gerichtet und bilden sich im Alter und außerdem bei Männern länger aus als bei Frauen.

Der gesamte Bau der *Nasenhöhle* (s. Abb. 107) wurde, da sie ja knöchern ist, bereits in den Kapiteln von den Knochen abgehandelt. Es erübrigt sich somit hier nur noch die Betrachtung der sie auskleidenden Nasenschleimhaut, weil in ihr ja der Geruchssinn sitzt. Diese Schleimhaut der Nasenhöhle heißt deshalb auch Riechhaut. Die Nasenschleimhaut erscheint als eine an verschiedenen Stellen der Nasenhöhle verschieden dicke und ebenso nerven- wie auch gefäßreiche, aber papillenlose Membran, die aus Bindegewebsfasern mit eingestreuten, zahlreichen Kernen, jedoch ohne irgendeine Beimischung elastischer Fasern besteht. Sie überzieht die innere oder die freie Oberfläche der die Nasenhöhle bildenden Knochen und

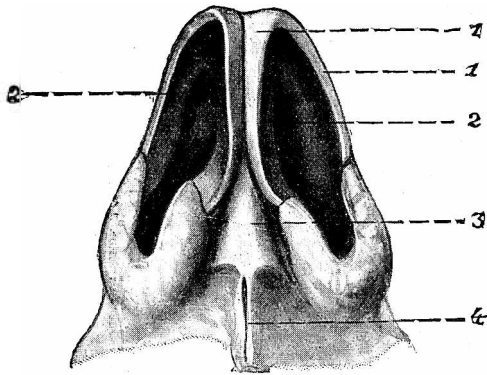


Abb. 106. Frontalschnitt durch die Nasenhöhle. 1. Nasenflügel, 2. Nasenlöcher, 3. Nasenscheidewandknorpel, 4. vorderer Nasenbeinstachel.

Knorpel, steht an den vorderen Nasenlöchern mit der Unterhaut im Zusammenhange, geht durch die hinteren Nasenöffnungen in die Schleimhaut des Rachens über und dringt in alle Nebenhöhlen ein, die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehen. Die in ihr eingetragenen Endigungen der Riechnerven vermitteln die Geruchsempfindungen, während die gleichfalls ihr angehörenden Nasenäste des dreigeteilten Nervs nur Tastgefühle veranlassen. Ihr Reichtum an kleinen, traubenförmigen Drüsen, an Blutgefäßen und an Nerven ist nur in der eigentlichen Nasenhöhle ein bedeutender. In den Nebenhöhlen verdünnt sie sich auffallend und nimmt dort infolge ihrer Verarmung an Blutgefäßen und an Nerven mehr das Aussehen einer serösen Haut an, behält aber noch immer eine gewisse, wenn auch unbedeutende Anzahl kleiner Schleimdrüsen. In den oberen

Regionen der Nasenhöhle, im Siebbeinlabyrinth, und ebenso auch an deren Boden und in den Nasengängen ist sie dünner als auf der mittleren und unteren Nasenmuschel und auf der Nasenscheidewand. Am dicksten findet sie sich am unteren, freien Ende der unteren Nasenmuschel, wo sie sehr oft wie ein weicher und schlotternder Wulst herabhängt. Überhaupt verengt die Nasenschleimhaut durch ihre Dicke stellenweise den Raum der knöchernen Nasenhöhle bedeutend, so daß es geschehen kann, daß bei

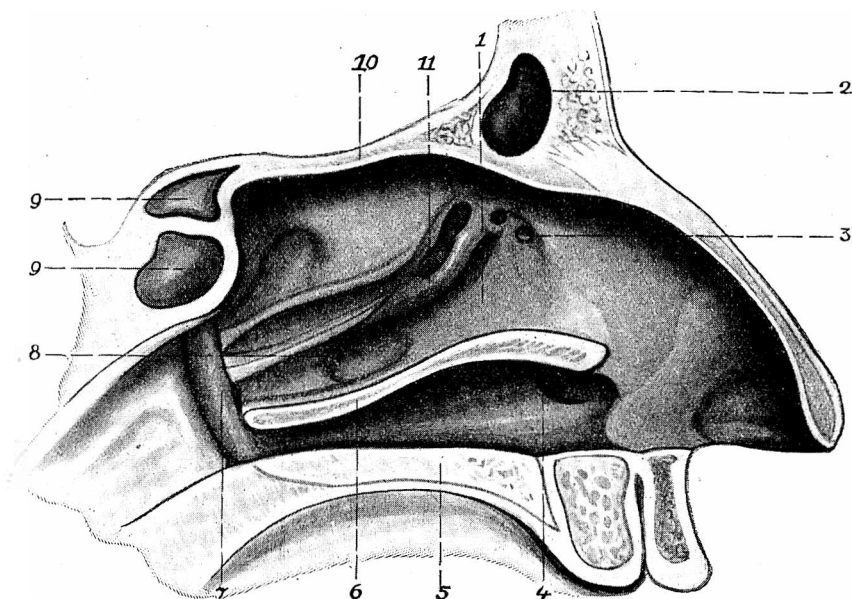


Abb. 107. Äußere Wand der Nasenhöhle.

1. Mittlerer Nasengang, 2. vorderer Hohlraum, 3. Grübchen zwischen dem Ansatz der mittleren Nasenmuschel und dem Siebbeinlabyrinth, 4. Furche für die Mündung des Tränenganges, 5. knöcherner Gaumen, 6. untere Nasenmuschel, 7. Grenzfurche der seitlichen Nasenwand, 8. äußere Nasenwand, 9. Keilbeinhöhle, 10. obere Nasenwand, 11. vordere Siebbeinzelle, die von oben her in den mittleren Nasengang hineinragt.

krankhafter Lockerung und Aufschwellung die Wegsamkeit der Nasenhöhle für die einzuatmende Luft ganz und gar aufgehoben wird. Das Gebiet der Endausbreitung des Geruchsnerfs umfaßt beim Menschen nur den oberen Teil der Nasenscheidewand und die Mitte der oberen Muschel. Versprengte Inseln und Halbinseln liegen in der Umgebung dieses Hauptgeruchsgebietes, während die ganze übrige Partie der Nasenhöhle als Atmungsregion bezeichnet wird. Die Riechregion besitzt eine

dickere Schleimhaut und trägt, während die Atemregion einen mit Becherzellen gemischten, zweischichtigen Flimmerzellenbelag führt, einen einschichtigen Zylinderzellenbelag. Dessen oft wurzelartig verzweigte Fußenden besitzen einen gelblichen bis braunroten Farbstoff und ferner eigentümliche, keulenförmige Schlauchdrüsen, die sogenannten Bowmanschen Drüsen, der luftholende Teil der Nase aber vornehmlich traubenförmige Drüsen. Die Riechregion enthält vor allem die Endapparate des Geruchsnerfs. Zwischen den langen Zylinderzellen der Oberfläche liegen die Riechzellen zerstreut (s. Abb. 108). Sie stellen einen spindelförmigen Zellenleib mit großem, ein Kernkörperchen führenden Kern dar, der aufwärts zwischen die Zylinderzellen ein glattes Stäbchen sendet, von dessen Spitze sechs oder acht feinste Riechhaare hervorstehen, während ein sehr zartes, die Zellenoberfläche bedeckendes, strukturloses Grenzhütchen durch entsprechende Poren die Fortsätze am Rande der Riechzellen hindurchtreten läßt. Ihre Nervenfortsätze verlaufen in der Bahn der Geruchsnerven zur Geruchszwiebel des Gehirns.

Das *Riechen* geht so vor sich, daß die duftenden Substanzen hauptsächlich bei der Einatmung in die Nase gelangen. Sie hängen an der Riechschleimhaut an. Beim Einatmen strömt die Luft hart an der Nasenscheidewand entlang nach aufwärts unter dem Nasenrücken und unter dem Dach der Nasenhöhle einher und fällt dann im Bogen nach hinten und unten herab. Nur wenig Luft geht durch die Nasengänge, zumal durch den obersten, am meisten noch durch den mittleren. Duftende Stoffe, die vom Munde aus aufgenommen und dann durch die Nasenmuskeln ausgeatmet werden, können gleichfalls, wenn auch viel weniger gut, gerochen werden. Alle diejenigen Stoffe, die wir mit dem Geruchsinn erkennen können, die *riechbaren Stoffe* also, müssen bestimmte Eigenschaften miteinander gemeinsam haben. Und in der Tat vermögen wir gasförmige Stoffe zu riechen, von diesen aber nicht diejenigen, die unter normalen Verhältnissen beständig durch unsere Atmungsorgane streichen, wie Sauerstoff, Stickstoff, Wasserdampf und Kohlensäure. Außerdem gehören zu diesen Ausnahmen dann noch der Wasserstoff und das Sumpfgas, die beide

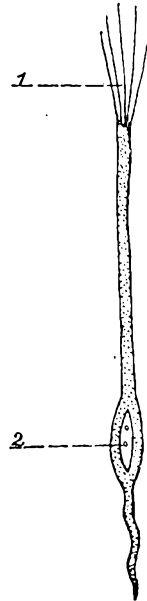


Abb. 108.
Riechzelle an der
Nasenschleim-
haut.
1. Freie Endigun-
gen, 2. Körper
mit Kern.

gleichfalls oft in der Einatemungsluft und wahrscheinlich auch oft in der Ausatemungsluft enthalten sind. Alle übrigen Gase aber sind riechbar mit einer einzigen Ausnahme, die das Kohlenoxyd darstellt. Die giftigen Gase sind im allgemeinen übelriechend, wie etwa der Schwefelwasserstoff. Wir werden durch den Geruchsinn rechtzeitig vor ihnen gewarnt und fliehen sie unwillkürlich, nur daß wir gewöhnlich nicht von den übelriechenden Gasen selbst gewarnt werden, sondern von dem faulenden Stoffe, aus dem die übelriechenden Gase aufsteigen. Die einzige Ausnahme von alledem bildet nur das Kohlenoxyd; vor diesem furchtbaren Gas werden wir nicht gewarnt, es ist gänzlich geruchlos, und diese Ausnahme kann sich nur so erklären, daß in der Natur das Kohlenoxyd niemals vorkommt, und wir deshalb nicht darauf gezüchtet sind. Denn Kohlenoxyd wird nur künstlich durch Menschenhand bei der unvollkommenen Verbrennung hergestellt. Daß unser Geruchsorgan *nur gasförmige Stoffe* aufnehmen kann, wurde durch den Physiologen Ernst Heinrich Weber durch einen berühmt gewordenen Versuch nachgewiesen. Die Versuchsperson legt sich horizontal auf den Rücken mit nach hinten gebeugtem Kopfe, so daß die Nasenlöcher aufwärts gerichtet sind und die Muscheln durch den weichen Gaumen geschlossen werden. Gießt man dann Wasser, das ein zehntel Eau de Cologne enthält, in die Nasenlöcher, so wird auch nicht der geringste Geruchseindruck wahrgenommen. Die Intensität der Geruchsempfindung hängt zunächst von der Größe der berührten Fläche ab. Bei Tieren mit großer Feinheit des Geruchsvermögens, wie beim Seehund, findet man oft erstaunlich faltenreiche, von der Riechhaut überzogene Muscheln. Sodann hängt sie ab von der Häufigkeit der Zuleitung der riechenden Stoffe zu den Riechzellen, die z. B. durch Schnüffeln gesteigert wird, und auch von der Konzentration des Luftgemisches, denn manche Stoffe können in überraschender Verdünnung gerochen werden. Es gibt aber auch andere, die in stärkerer Konzentration schwächer riechen als in geringer.

Die *Empfindlichkeit* unseres Geruchsinneres und seine Feinheit ist eine sehr große. So können wir beispielsweise noch manche Riechstoffe deutlich riechen, wenn auch nur der millionste Teil eines Milligramms davon in einem Kubikzentimeter Luft enthalten ist. Solche Stoffe finden sich in den meisten Fäulnisgasen, und daraus könnte sich die große Empfindlichkeit unseres Geruchsinneres für diesen chemischen Körper erklären. Wie sehr die Nervenendapparate des Nasenraumes schon auf unendlich viel kleinere Mengen ansprechen als die des Mundraumes,

zeigt sich weiter daraus, daß man von Brom ein dreißigtausendstel Milligramm und von Schwefelwasserstoff ein fünfzigtausendstel noch riecht, wenn sie in einem Kubikzentimeter Luft enthalten sind, von Chlorphenol sogar den vierundeinhalbmillionsten Teil eines Milligramms. Es hängt das eben mit der außerordentlichen Empfindlichkeit unseres Geruchsinnens zusammen, der allen chemischen Untersuchungen weit voraus-eilt. Es gibt kein chemisches Reagens, welches sich an Empfindlichkeit auch nur entfernt irgendwie mit unseren Geruchsnerven messen könnte. Ein kleines Stückchen Moschus, das zwischen Kleidern aufbewahrt war und an diese nur absolut unwägbare Mengen hat abgeben können; teilt diesen seinen eigenen Geruch in solcher Intensität mit, daß er wochen-, monate-, ja manchmal jahrelang an ihnen nicht nur in deutlicher, sondern sogar in höchst störender und für manchen geradezu unerträglicher Weise haftet. Was am Geruchsinn aber noch mehr auffallen muß als die große Empfindlichkeit, ist die große Zahl der ihrer Art nach verschiedenen Geruchseindrücke, der *Geruchsqualitäten*. Ihre Zahl ist bei weitem größer als bei allen anderen Sinnen. Sie ist so groß, daß alle Sprachen der Welt völlig darauf verzichtet haben, den verschiedenen Geruchsqualitäten einzelne Namen zu geben. Die große Zahl der Geruchsqualitäten könnte sogar einen Zweifel daran aufkommen lassen, daß das Gesetz der spezifischen Sinnesenergie wirklich auch für den Geruchsinn Geltung habe, daß wirklich für jede Geruchsempfindung eine besondere Nervenleitung bestehe, aber es darf nicht vergessen werden, daß an jeder Geruchszelle mehrere Riechhärchen vorhanden sind, die verschieden abgestimmt sein könnten, die von verschiedenen, vorüberstreichenden Gasmolekülen in Mitschwingungen versetzt oder chemisch beeinflusst werden und die Erregung in getrennten Fibrillen desselben Achsenzylinders dem Zentralorgan zuleiten. Vor allem aber ist die Möglichkeit zu bedenken, daß die große Zahl der Geruchsqualitäten durch die Mischung einer geringeren Zahl von Urqualitäten entsteht, die in wechselndem Stärkeverhältnis zusammenwirken, ganz so wie in der Optik angenommen wird, daß die meisten Farben Mischfarben sind.

Bei aller dieser Feinheit und Mannigfaltigkeit unseres Geruchsinnens erscheint er doch nur sehr schwach entwickelt, wenn er mit demjenigen der meisten anderen *Säugetiere* verglichen wird. Bei diesen ist die Ausbildung des Geruchsnervs und der zugehörigen Zentralorgane eine merkwürdig verschiedene. So nimmt beim Gürteltier der Riechlappen fast die Hälfte des ganzen Vorderhirns ein, beim Walfisch dagegen fehlt der

Riechapparat fast vollständig. Darum können wir uns gar keinen Begriff von der wichtigen Rolle machen, die der Geruchssinn im Seelenleben der meisten Säugetiere spielt. Man denke nur an den Hund, der im Walde die Spur des Wildes aufsucht und die Spur seines Herrn auf einer von zahllosen anderen Personen betretenen Straße herauszufinden vermag. Aber noch viel auffallender als bei Säugern mit ihrem bestentwickelten Geruchsinne ist die Ausbildung dieses Sinnes bei gewissen wirbellosen Tieren. Beispielsweise mögen diejenigen, die sich mit dem Sammeln von Schmetterlingen befassen, an den feinen Geruchssinn denken, mit dem die Männchen einiger Arten, besonders der Gattungen *Orgyia* und *Psyche*, die Weibchen ausfindig machen. Hat man die ungeflügelten Weibchen im geschlossenen Zimmer zum Ausschlüpfen gebracht, so erscheint alsbald eine Anzahl Männchen außen am Fenster, auch wenn nach der Beschaffenheit der Örtlichkeit und der Vegetation sich nachweisen läßt, daß sie auf kilometerweite Entfernung herangeflogen sein müssen. Man mache sich eine Vorstellung davon, welches unmeßbar winzige Quantum der flüssigen Ausscheidungsprodukte eines so kleinen Tieres durch das geschlossene Fenster bis auf eine Entfernung von einem Kilometer fortgeführt worden sein kann, und wie es möglich ist, daß das Männchen diese Spur erkannt hat.

Der *Einfluß der Gerüche*, die Wirkung, welche die kleinste Spur eines flüchtigen Stoffes durch Vermittlung der Riechnerven auf das ganze Nervensystem ausübt, ist eine außerordentliche. Man beobachte nur die plötzliche Erregung, in die ein Hund gerät, wenn er auf die Fährte einer läufigen Hündin oder auf die eines Wolfes trifft. Wie verschwindend winzig kann doch nur die Menge von flüchtiger Substanz sein, die der Fuß eines Birkhuhnes im Moose überhaupt zurückläßt, und um wie vieles geringer noch die Spur davon, die nach Ablauf von Stunden in die Nase des Hundes eindringt, und wie geradezu gewaltig ist die Wirkung. Ein Hühnerhund von edler Rasse bebt am ganzen Körper. Es läßt sich auch nicht etwa annehmen, es seien die Erinnerungen früherer Jagdfreuden, die den Hund erregen, nein, der Affekt wird unmittelbar durch den Geruchseindruck ohne jede gedankliche Vermittlung ausgelöst. Das läßt sich ganz klar an jungen Hunden ersehen, die zum ersten Male auf die Fährte des Wildes kommen. Eine so gewaltige Rolle spielt der Geruchssinn im Leben des Menschen nicht mehr, nur dürfen wir indessen daraus nicht schließen, daß er für uns bereits etwas Unwesentliches geworden sei. Sind es doch gerade die Geruchseindrücke, die bei der Auswahl der

uns zuträglichen Speisen entscheiden. Ihr Duft fördert auch die Verdauung, denn daß die Speichelsekretion durch den Duft der Lieblingsspeisen angeregt wird, hat schon jeder an sich selbst beobachtet. Indirekt wird dadurch die Absonderung auch aller anderen Verdauungsdrüsen angeregt und der Verdauungskanal für die Nahrungsaufnahme vorbereitet.

Wo dieser Zusammenhang bei den Tieren so sehr ausgeprägt ist, fragt es sich, ob beim Menschen von der Beziehung des Geruchsinnens zum *Geschlechtsleben* überhaupt noch etwas übriggeblieben ist. Die meisten Männer werden wohl von einer Erregung des Geschlechtstriebes durch Geruchseindrücke niemals etwas an sich beobachtet haben. Dennoch aber gibt es recht zahlreiche Personen, bei denen dieser atavistische Instinkt nicht nur vorhanden ist, sondern sogar eine wichtige Rolle in ihrem Leben spielt. Es wird bei ihnen nicht nur der generelle Trieb durch den Duft erregt, der vom anderen Geschlecht ausgeht, sondern auch die individuelle Wahl wird durch Geruchseindrücke entschieden. Die Möglichkeit, daß eine jede Persönlichkeit ihren eigenen spezifischen Geruch habe, ist unbedingt zuzugeben, wenn man sich der Tatsache erinnert, daß der Hund die Spur seines Herrn aus allen anderen Spuren herausfindet. Auch wird insbesondere vielfach berichtet, daß der Duft des weiblichen Haupthaars bei vielen Männern plötzlich die wildeste Liebesleidenschaft anfachen und die individuelle Wahl für das ganze Leben entscheiden kann. Das ist so oft in den Dichtungen aller Zeiten und aller Völker geschildert worden, daß ein Zweifel daran nicht bestehen kann.

FÜNFTES KAPITEL

Das Gehör

Das Gehör wird an Bedeutung nur noch von dem Gesicht übertroffen. Sein Verlust ist für jeden noch viel entsetzlicher und verhängnisvoller. Jedenfalls ist das Gehörorgan von äußerster Wichtigkeit für den Menschen. Es ist unter allen Sinneswerkzeugen am weitesten von der Vorderfläche des Antlitzes weggerückt und an die Seiten des Schädels gelegt und besteht, ebenso wie das Sehorgan, aus seinem wesentlichen Teile, dem Gehörnerv. Dieser ist mit einer spezifischen Empfindlichkeit für mechanische Erregungen, die er als Töne wahrnimmt, ausgerüstet. Ferner gehört dazu eine große Zahl von hinzutretenden Gebilden, welche die Schallwellen

aufnehmen, leiten und verdichten oder aber, wenn sie allzu intensiv werden, sie abschwächen und dämpfen. Nur ein kleiner und ziemlich unwesentlicher Teil dieses so sehr kompliziert gebauten Sinnesorgans ragt an der Außenseite des Kopfes als äußeres Ohr hervor. Alles übrige liegt in der knöchernen Schädelwand, und zwar in den Höhlen des Schläfenbeins verborgen. Darum ist ein äußeres und ein inneres Gehörorgan zu unterscheiden. Das innere

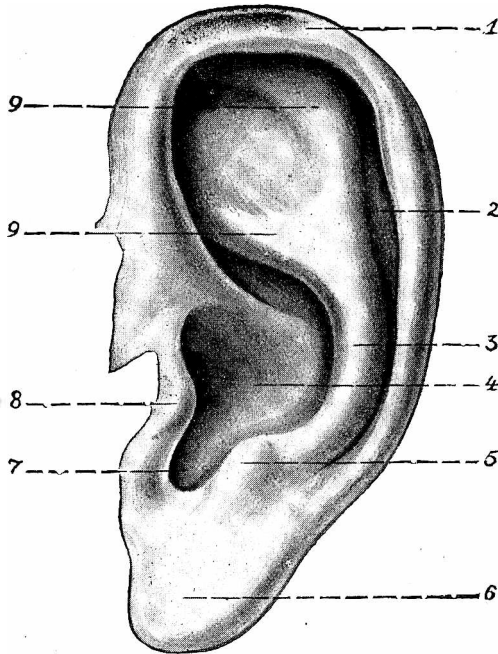


Abb. 109. Die Ohrmuschel.

1. Leiste, 2. Schiff förmige Grube, 3. Gegeneiste, 4. Ohrmuschelhöhle, 5. Gegenecke, 6. Ohrhäppchen, 7. Einschnitt zwischen Ecke und Gegenecke, 8. Ecke, 9. Gegabelter Schenkel.

besteht selbst wieder aus zwei aufeinanderfolgenden und scharf geschiedenen Abteilungen. Das Gehörorgan ist in eine äußere Sphäre, nämlich die Ohrmuschel, und den äußeren Gehörgang, in eine mittlere, die Paukenhöhle, und in eine innere, das Labyrinth, zu gliedern, von denen die mittlere und die innere Sphäre der Beobachtung am lebenden Menschen so gut wie unzugänglich sind.

Was wir im Leben Ohr zu nennen pflegen, ist also nur die äußere *Ohrmuschel* (s. Abb. 109). Sie stellt im Verein mit ihrer nach innen gehenden Fortsetzung, dem knorpeligen Gehörgang, der Form nach ein sogenanntes Hörrohr dar, das die Schallwellen fängt und nach innen leitet, und zwar verdankt sie ihre so charakteristische Form einem sehr elastischen Faserknorpel, der im ganzen die Form eines weiten Trichters hat. Er kehrt seine Höhlung vom Schädel ab und seine Wölbung diesem zu. Sein äußerster, etwas verdickter und leistenförmig aufgekrepelter Rand heißt die Leiste. Diese Leiste entspringt an der vertieften Fläche des Knorpels über dem Anfang des äußeren Gehörganges. Verfolgt man am hinteren

Rande der Ohrmuschel die Leiste des Ohrknorpels mit den Fingern nach abwärts, so fühlt man, daß sie nicht in das Ohrläppchen übergeht, das nur von der Haut allein gebildet wird. Wenn die Leiste am Ohre fehlt, so bedingt das jene unangenehme Ohrform, die häufig in der mongolischen Rasse und als eine unschöne Seltenheit auch bei uns als Stutzohr vorkommt, während bei vielen Menschen die in der Mitte des freien Randes der Leiste sich findende, dreieckige Erhabenheit an das Affenohr erinnert. Mit der Leiste mehr oder weniger parallel und durch die schiff förmige Grube von ihr getrennt verläuft die Gegenleiste, die über dem Leistendorn der Ohrmuschel mit zwei auseinandergehenden Schenkeln beginnt. Vor dem Eingange in den äußeren Gehörgang verdickt sich der Ohrknorpel zum sogenannten Bock oder zur Ecke. Die an diesem sprossenden steifen Haare hielt man früher, wenn sie aus dem Ohre wie Büschel herausstehen und dadurch an die Spitzohren des bocksfüßigen Satyr mahnen, für ein Attribut sinnlicher Menschen und nannte sie deshalb Bockshaare, wodurch der Bock der Ohrmuschel zu seinem sonst nicht zu erklärenden Namen gekommen sein mag. Er überragt wie eine aufstehende Klappe den Anfang des äußeren Gehörganges von vorn her und wird von der ihm gegenüberstehenden Gegenecke, von dem Gegenbock, durch den Einschnitt des Antitragus (Gegenknorpels) der Ohrmuschel getrennt. Die vertiefte Stelle der Ohrmuschel zieht sich als Muschel trichterförmig in den äußeren Gehörgang hinein. Durch elastisch fibröse Bänder, die vom Jochfortsatz und vom Warzenfortsatz entspringen, wird das äußere Ohr in seiner Lage befestigt. Sie erlauben ihm eine gewisse Beweglichkeit, während der mit Wollhaaren und Talgdrüsen besonders innerhalb der Muschel reichlich ausgestattete Hautüberzug der Ohrmuschel an der vertieften Fläche des Knorpels fester hängt als an der gewölbten, und einen mit fettlosem und blutgefäß wie nervenarmen Bindegewebe gefüllten flachen Beutel bildet, das Ohrläppchen. Dieses besitzt, wie die Ohrzierate der Wilden beweisen, eine ungeheure Ausdehnbarkeit und schmerzt und blutet nicht erheblich beim Ohrenstechen, diesem ersten weiblicher Eitelkeit dargebrachten Opfer. Kein Ohr eines Tieres hat ein Ohrläppchen, und kein im Wasser lebendes Säugetier besitzt eine Ohrmuschel. Von Muskeln besitzt der Ohrknorpel außer denjenigen, die ihn als Ganzes bewegen, den Anzieh- und den Rückziehmuskel, auch einige ihm eigentümliche Muskeln, die auf die Veränderung seiner Form berechnet sind und an ihm selbst entspringen und endigen. Auch kommt ein willkürliches Bewegen der Ohrmuschel als Ganzes mittels der Ohrmuskeln,

die am Schädel entspringen und an ihr endigen, gar nicht so selten vor. Übrigens leistet die Ohrmuschel dem Menschen weit weniger für die Aufnahme von Schallwellen als die tütenförmigen Ohren den Tieren, weil sie diese beliebig jeder Schallwelle zuwenden können. Der Verlust der Ohrmuschel schwächt deshalb das Gehör nur sehr unbedeutend ab, und Tiere, die uns an Schärfe des Gehörs bei weitem übertreffen wie die Vögel, haben überhaupt gar kein äußeres Ohr. Bei manchen Tieren wirken die Muskeln als Richtungsgeber für die Muscheln, um die Öffnung der Schallquelle zuzuwenden, was wir Ohrenspitzen zu nennen pflegen, können aber auch den Zweck haben, die Öffnung von der Schallquelle abzuwenden. Sie vermögen ferner den Binnenraum der Muscheln zu erweitern oder zu verengern. Bei manchen tauchenden Tieren kommen sogar klappenartige Verschlüsse des Gehörorgans vor. Jedenfalls muß die Ohrmuschel des Menschen als ein zwar typisch ausgebildetes, aber funktionell durchaus verkümmertes Organ aufgefaßt werden.

Der zwanzig bis fünfundzwanzig Millimeter lange, an seiner äußeren Öffnung keinen vollen Zentimeter hohe und noch weniger breite *äußere Gehörgang* (s. Abb. 110) leitet die Schallwellen zum Trommelfell. Da er eine leicht spiralförmige Windung hat, weshalb, um in ihn hineinzusehen, die Muschel nach rückwärts und aufwärts gezogen werden muß, so fallen fast alle Schallstrahlen zuerst gegen seine Wandung und werden von hier erst gegen das Trommelfell reflektiert. Verstopfungen des Gehörganges, zumal durch verhärtete Pfröpfe eingedickten Ohrenschmalzes, das von den schweißdrüsenähnlichen Ohrenschmalzdrüsen abgesondert wird, können das Hören stark behindern. Andererseits muß auffallen, daß Hindernisse im äußeren Gehörgang, wenn sie ihn nicht geradezu verstopfen, das Hören nur sehr wenig erschweren. Das Ende des äußeren Gehörganges schließt das Trommelfell ab, eine in einem besonderen knöchernen Falz mit verdicktem Saume ziemlich schlaff ausgespannte, unnachgiebige und fast unausdehbare Membran. Seine schiefe Stellung ermöglicht, daß es eine größere Fläche einnehmen kann, als wenn es genau quer gestellt wäre, so daß daher viel mehr Schallwellen auf seine Fläche senkrecht einfallen können. Es fängt die in den äußeren Gehörgang eingedrungenen Schallwellen auf und wird durch sie in Schwingungen versetzt, die nach ihrer Zahl und ihren Ausschlägen den schwingenden Bewegungen der Luft entsprechen. Wird das mit dem Trommelfell in Verbindung stehende Gehörknöchelchen eines geeigneten Tieres mit einer Schreibvorrichtung verbunden, so können beim Erklingen eines Tones die dadurch hervor-

gerufenen Schwingungen der Membran aufgezeichnet werden. Im übrigen zerfällt der äußere Gehörgang in einen knorpeligen und einen knöchernen Anteil. Der knorpelige geht aus dem Knorpel des äußeren Ohres hervor, dessen Fortsetzung er ist, der knöcherne dagegen bildet einen Bestandteil des Schläfenbeins. Die Länge des Ganges, die bei den einzelnen Menschen übrigens verschieden ist, muß an der oberen Wand eine geringere sein als unten, da ja die Ebene des Trommelfells, die den äußeren Gehörgang

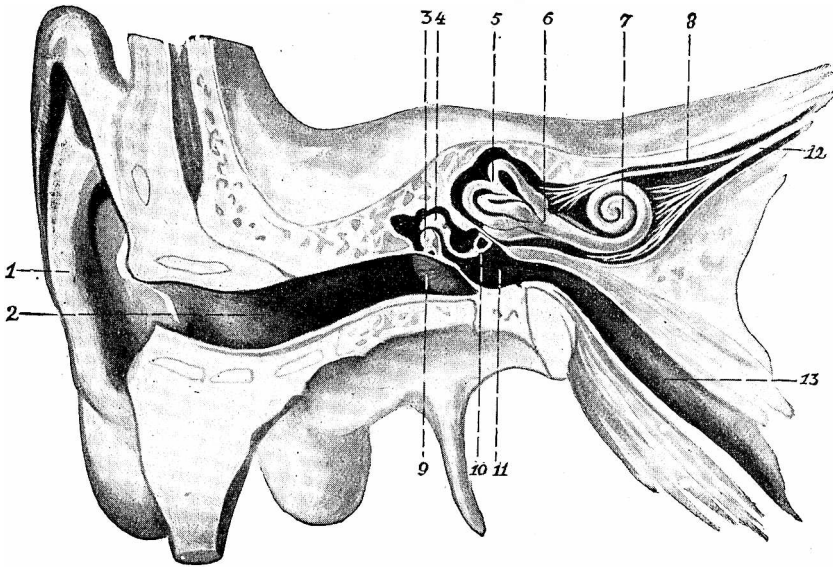


Abb. 110. Das Gehörorgan.

1. Das äußere Ohr, 2. der äußere Gehörgang, 3. Hammer, 4. Amboß, 5. Bogengänge des Labyrinths, 6. Vorhof, 7. Schnecke, 8. Vorhofsnerv, 9. Trommelfell, 10. Steigbügel, 11. Paukenhöhle, 12. Hörnerv, 13. Ohrtrumpete.

nach innen zu abschließt, nicht vertikal steht, sondern mit ihrem unteren Rande nach innen abweicht. Auch die Weite des Ganges bleibt im ferneren Verlaufe nicht der am Eingange gleich. Der Anfang und das Ende sind die weitesten Stellen. Die engste aber gehört dem knorpeligen Anteil des Gehörganges an. Sie liegt der äußeren Mündung nahe genug, um von außen her gesehen werden zu können. Daß der Umfang des äußeren Gehörganges nicht kreisrund erscheint, sondern elliptisch, ergibt sich aus seinen Maßen. Eine Fortsetzung der Hautbedeckung kleidet die innere Oberfläche des äußeren Gehörganges aus, sie verdünnt sich um so mehr,

je näher sie dem Trommelfell kommt und überzieht auch als äußerst dünnes Häutchen dessen äußere Oberfläche. Sie besitzt, soweit sie den knorpeligen Gehörgang auskleidet, nebst wahren Talgdrüsen auch sehr

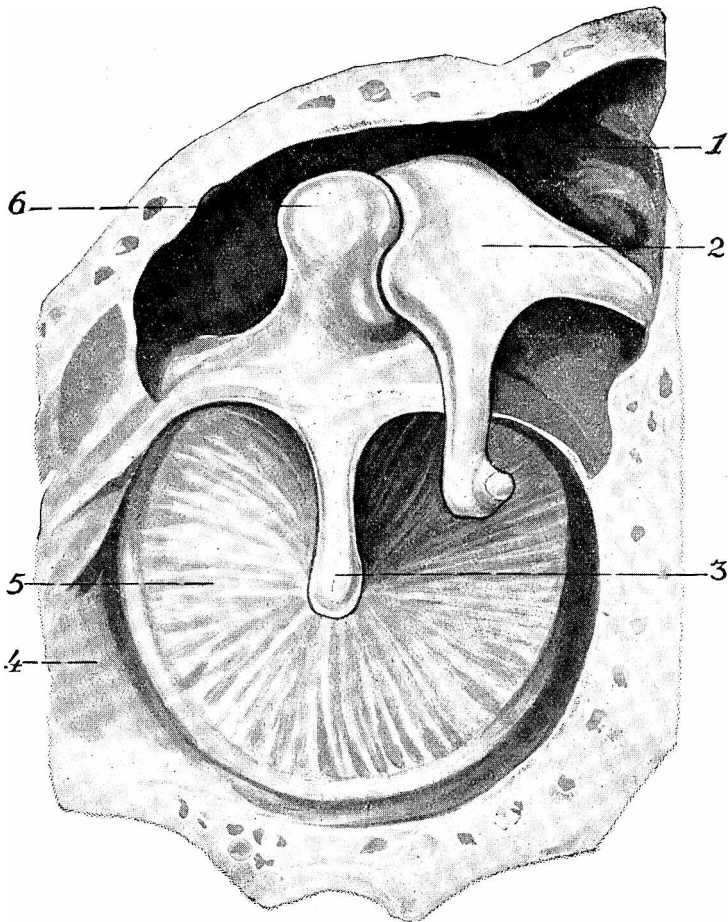


Abb. 111. Trommelfell mit Hammer und Amboß.

1. Paukenhöhle, 2. Amboß, 3. Handgriff des hammerförmigen Gehörknöchelchens,
4. Eustachische Röhre, 5. Trommelfell, 6. Gelenkhöcker des Hammers.

zahlreiche röhrenförmige, den Schweißdrüsen gleich gebaute Drüsen, deren knäueelförmig aufgewundener Schlauch sich in den Knorpel selbst einbettet. Diese Drüsen sondern den als Ohrenschmalz bekannten gelb-

lichen, an der Luft zu Borken erhärtenden und bitter schmeckenden Stoff ab, den wir schon erwähnt haben, und heißen deshalb Ohrenschmalzdrüsen. Ihre Anzahl beträgt über tausend. Auch fehlt es im äußeren Gehörgang an kleinsten Tastwärtchen und Wollhaaren nicht, die besonders am Beginn des äußeren Gehörganges dicht stehen und zuweilen, wenn sie an Länge, Dicke und Steifheit zunehmen, die aus dem Ohre büschelförmig herausragenden und schon erwähnten Bockshaare darstellen.

Es ist nötig, auf das *Trommelfell* noch näher einzugehen, das auch Paukenfell oder Trommelhaut genannt wird (s. Abb. 111). Es gehört weder der äußeren noch der inneren Sphäre des Gehörorgans an, sondern liegt als Scheidewand zwischen beiden. Da jedoch wenigstens ein Teil seiner oberen Kontur bei geschicktem Fassen des Ohres und richtiger Stellung des Kopfes gegen das Licht von außen aus übersehen werden kann, so gehört es in diesem Sinne noch zu dem äußeren Gehörgange. Das Trommelfell übermittelt also die Übertragung der Schallwellen vom äußeren Gehörgange auf die Kette der Gehörknöchelchen und entspricht durch seine Spannung und Elastizität vollkommen dem akustischen Bedürfnis, das für die Erleichterung des Überganges von Luftwellen auf feste Körper der Zwischenschaltung einer gespannten Membran bedarf. Ein am inneren Ende des knöchernen Gehörganges befindlicher Falz nimmt die längsovale Umrandung des Trommelfells wie in einem Rahmen auf. Der in diesem Falz befestigte, verdickte Randumfang des Trommelfells enthält Knorpelzellen. Die nach außen gewandte Fläche des Trommelfells erscheint vertieft, die tiefste Stelle der äußeren Höhlung, die dem Ende des durch die Trommelhaut durchscheinenden Hammergriffes entspricht, heißt Umbo, während nahe ihrem oberen Rande die Trommelhaut durch den kleinen Hammerfortsatz, der sich an sie von innen her anstemmt, etwas hervorgetrieben wird. Trotz ihrer zarten Dünne besteht sie indessen doch aus drei selbständigen Schichten, von denen die äußere der Haut des Gehörganges und ihrer Oberhaut und die innere der Schleimhaut der Trommelhöhle angehört, die mittlere und zugleich mächtigste und wesentlichste aber eine aus bandartigen Bindegewebfasern bestehende und nicht zusammenziehbare Membran ist, an der sich wiederum eine äußere strahlenförmige und eine innere Kreisfaserschicht unterscheiden läßt. Zwei Buchten, eine vordere seichte und eine hintere tiefe, die am oberen Rande durch den Übertritt der Trommelhöhlenschleimhaut auf den Hals des am Trommelfell angehefteten Hammers gebildet werden, führen den Namen Trommelfelltaschen.

Die mittlere Sphäre des Gehörganges wird gebildet von der Paukenhöhle und der Ohrtrompete, einem Raum und einem Gang, die, ihrer Zugehörigkeit zum Gehörgang entsprechend, musikalische Namen tragen. Die *Paukenhöhle*, auch Trommelhöhle genannt, stellt einen kleinen und sehr unregelmäßigen Hohlraum dar, der zwischen dem Trommelfell und dem Felsenteile des Schläfenbeins eingelagert ist. Sie hängt mittels der Eustachischen Ohrtrompete mit der Rachenhöhle zusammen, von der aus sie mit Luft gefüllt wird, und enthält die Gehörknöchelchen (siehe Abb. 112). In der äußeren Wand der Trommelhöhle befindet sich das Trommelfell. Von den übrigen Wänden besitzt die hintere eine geräumige Öffnung, durch die

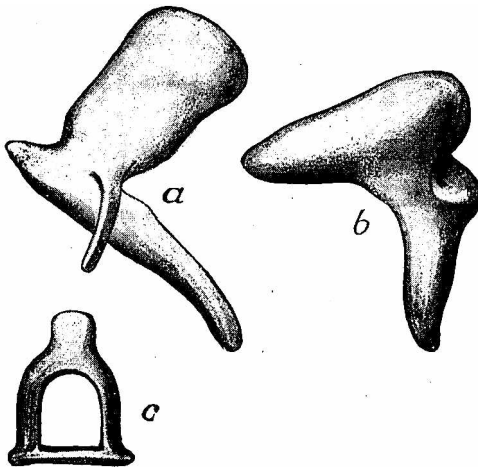


Abb. 112. Die Gehörknöchelchen.
a Der Hammer, b der Amboß,
c der Steigbügel.

man in die Zellen des Warzenfortsatzes des Schläfenbeins gelangt, während die obere und zugleich die größte durch ein dünnes und zuweilen siebartig durchlöchertes Knochenblatt gebildet wird. Die untere, sehr schmale und mit zahlreichen kleinen Knochenbälkchen besetzte Wand entspricht der Drosseladergrube der Schläfenbeinpyramide und wird von dieser nur durch ein ganz dünnes Knochenblatt abgegrenzt. Die vordere und zu-

gleich die kleinste aber führt den Kanal des Tubenmuskels, dessen unterer Abschnitt die knöcherne Eustachische Ohrtrompete bildet, während der obere den Trommelfellspanner enthält. Die innere Wand jedoch besitzt die zahlreichsten Merkwürdigkeiten. Sie enthält das ovale Fenster, das zum Vorhof des Labyrinthes führt und durch die Fußplatte des Steigbügels verschlossen wird, während unter ihm das runde Fenster liegt, das zur Schnecke leitet und durch ein feines Häutchen geschlossen ist. Die Ebene des runden Fensters bildet mit der des ovalen fast einen rechten Winkel, und zwischen beiden Fenstern beginnt ein unebener und rauher Knochenwulst, der das Vorgebirge heißt und einen großen Teil der inneren

Paukenhöhlenwand einnimmt. Er verrät die Lage der Schnecke im Felsenbein. Weiter befindet sich hinter dem ovalen Fenster eine niedrige, schwächliche und hohle Erhabenheit mit einer Öffnung an der Spitze. Sie enthält den Steigbügelmuskel und über dem ovalen Fenster die in die Paukenhöhle vorspringende, dünne, untere Wand des Falloppischen Kanals, der anfangs nach hinten, dann aber nach unten verläuft und mit der Höhle des pyramidenähnlichen Knochenvorsprungs durch eine Öffnung in Verbindung steht, während über dem Vorgebirge ein knöcherner Halbkanal, der Halbkanal des Trommelfellspannmuskels, waagrecht bis zum ovalen Fenster reicht und hier mit einem dünnen und löffelförmig auf gekrümmten Knochenblättchen, dem sogenannten Schnabel der Gehör-schnecke, endigt.

In der Paukenhöhle beginnt die *Eustachische Ohrtrumpete* mit einer engen Öffnung, der Paukenhöhlenöffnung, als ein gegen die Rachenhöhle nach vorn, innen und unten hinziehender Kanal von ungefähr vier Zentimetern Länge, um an der Seitenwand des obersten Raumes des Rachens unmittelbar hinter den Muscheln mit einer länglich ovalen und schräg gestellten, an ihrer hinteren Peripherie stark aufgewulsteten Öffnung, der Schlundöffnung, auszumünden, und zwar so, daß diese Mündung auf gleicher Höhe mit dem hinteren Ende des unteren Nasenganges steht. Es läßt sich darum von diesem aus die Tube mit Instrumenten erreichen. Hinter ihrer Rachenöffnung vertieft sich die Rachenwand zur Rosenmüllerschen Grube. Auch die Ohrtrumpete besteht, wie der äußere Gehörgang, aus einem knöchernen und einem knorpeligen Anteil. Der knöcherne gehört dem Schläfenbein an. Die für das Hören so wertvollen winzigen drei *Gehörknöchelchen* (s. Abb. 112) bilden eine durch das Dazwischentreten von Gelenken gegliederte, knöcherne Kette, durch welche die äußere Wand der Trommelhöhle mit dem Trommelfell zur inneren in leitende Verbindung gebracht und die Schwingungen der Trommelhaut auf das Labyrinth des Ohres fortgepflanzt werden. Das erste und zugleich das größte der winzigen Gehörknöchelchen ist der Hammer. Er wird in Kopf, Hals, Handhabe und in zwei Fortsätze geteilt. Das obere, dicke, aufgetriebene Ende heißt Kopf. An dessen hinterer Fläche befindet sich eine zur Gelenkverbindung mit dem anstoßenden Amboß bestimmte und aus zwei unter einem vorspringenden Winkel vereinigten Teilen bestehende Gelenkfläche. Der Kopf kann von außen durch die Trommelhaut hindurch nicht gesehen werden, da er samt dem Halse, auf dem er aufsitzt, in die Höhlung der oberen Wand der Paukenhöhle

hinaufragt. Griff und Handhabe sind das seitlich zusammengedrückte und an der Spitze etwas abgeflachte Knochenstielchen des Kopfes, das unter Vermittlung einer zarten Lage von Knorpelzellen mit der Trommelhaut fest zusammenhängt, denn es ist zwischen die doppelte Faserlage der mittleren Schicht des Trommelfells hineingewachsen, während die innere und die äußere Schicht der Trommelhöhlenmembran darüber hinweglaufen, wobei der Hammergriff bis über die Mitte der Trommelhaut herabreicht und diese so nach innen zieht, daß er ihre ebene Spannung in eine nach außen vertiefte verändert, deren tiefsten Punkt eben der Umbo bildet. Von den zwei Fortsätzen des Hammers richtet sich der kurze gegen die Trommelhaut und drängt sie an ihrem oberen Umfange kegelförmig hervor. Der lange Fortsatz geht vom Halse nach vorn, ist dünn und abgeplattet und liegt bei Kindern lose in der Glaserschen Spalte, mit deren unterer Wand er bei Erwachsenen dann verwächst. Das zweite Gehörknöchelchen, der Amboß, erinnert an die Gestalt eines zweiwurzeligen Backenzahnes, dessen Wurzeln aber rechtwinklig auseinanderlaufen. Der große Anatom Vesalius hat ihn zuerst *Incus* (Amboß) benannt. Den sonderbaren Namen verdankt dieses Knöchelchen der verkehrten Vorstellung, daß der durch den Schall in Bewegung gesetzte Hammer auf ihn wie auf einen Amboß aufschlägt. Sein Körper, der der Krone des Zahnes entspräche, hat eine nach vorn gekehrte und winklig einspringende Gelenkfläche für die hier eingreifenden, gabelartig vorspringenden Gelenkflächen des Hammerkopfes. Seine beiden Fortsätze zerfallen ebenfalls in einen langen, der wie der Griff des Hammers parallel nach unten und innen gerichtet ist, und in einen kurzen, der direkt nach hinten sieht und an der hinteren Wand der Trommelhöhle durch ein kurzes Bändchen fest anhängt oder auch in einem Grübchen dieser Wand steckt. Der lange Fortsatz trägt dann an seinem gegen das ovale Fenster etwas einwärts gekrümmten Ende das linsenförmige Beinchen. Dieses stellt jedoch kein selbständiges Gehörknöchelchen dar, sondern ist nur ein Ableger dieses Fortsatzes und steht mittels einer schwach gewölbten Gelenkfläche mit dem Kopf des dritten Gehörknöchels, des Steigbügels, in Gelenkverbindung. Die Fußplatte dieses Steigbügels verschließt genau das ovale Fenster der Paukenhöhlenwand, in das sie durch ein fibröses Häutchen, das den ungemein kleinen und geringfügigen Zwischenraum zwischen dem Rande der Fußplatte und dem Rande des Fensters ausfüllt, beweglich und gleichsam schwebend eingepflanzt ist. Die beiden Schenkel des Steigbügels, von denen der vordere

mehr und der hintere weniger gekrümmt erscheinen, vereinigen sich am Köpfchen und lassen zwischen sich einen schwibbogenartigen Raum frei, der durch die fibröse Steigbügelmembran verschlossen wird, der Steigbügel und der lange Fortsatz des Ambosses stehen zueinander im rechten Winkel. Das Köpfchen des Steigbügels ist somit gegen das Trommelfell gerichtet und empfängt alle Stöße, die durch die Schwingungen dieser Membran dem Hammer, von diesem dem Amboß und von diesem dem Steigbügel mitgeteilt werden, um dann von dessen

Fußplatte in das Labyrinthwasser überzugehen. Auch zwei animale Muskeln, die kleinsten im menschlichen Körper, finden sich hier. Sie nehmen auf die Bewegung der Gehörknöchelchen Einfluß. Der Spanner des Trommelfells entspringt in der oberen Etage der Schläfenpyramide und läuft im Halbkanal des Trommelfellspannmuskels nach innen. Er schickt seine rundliche Endsehne um den Schnabel der Gehörschnecke wie um eine Rolle herum zum Halse des Hammers. Seine Funktion ist, den Hammer nach ein-

wärts zu ziehen und dadurch die Höhlung des Trommelfells durch dessen Spannung zu vermehren, während der Steigbügelmuskel die Höhle des pyramidenähnlichen Knochenvorsprungs einnimmt und seine fadenförmige Sehne durch das Löchelchen an der Spitze der Pyramide zum Köpfchen des Steigbügels schickt. Er hat die Wirkung, diesen im ovalen Fenster zu fixieren. Alle beiden Muskeln führen quergestreifte Primitivfasern, obwohl sie der Willkür durchaus nicht gehorchen.

Dienen diese beiden Abteilungen des Gehörgangs der Aufnahme und

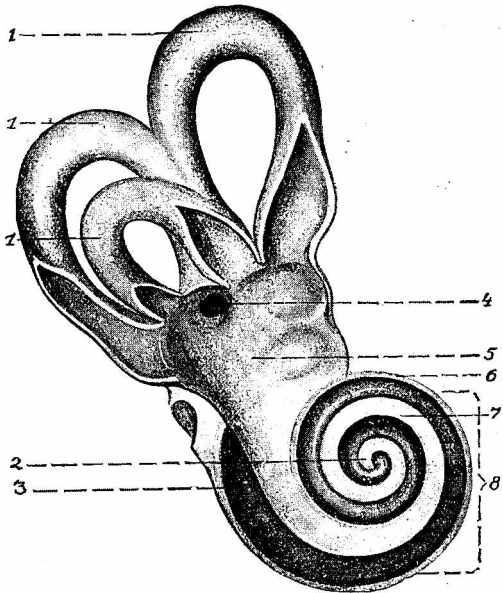


Abb. 113. Das Labyrinth mit senkrechtem Durchschnitt durch die Achse der Schnecke.

1. Bogengänge, 2. Haken, 3. Schneckenwasserleitungskanal, 4. Vorhofwasserleitungskanal, 5. Vorhof, 6. Paukentreppe, 7. Vorhofstreppe, 8. Schnecke.

der Weiterleitung der Tonwellen, so stellt das *innere Ohr*, das einen ausnehmend verwickelten Bau zeigt, die eigentliche Gehörsphäre dar, und zwar besteht diese innere Sphäre oder das *Labyrinth*, wie schon der Name vermuten läßt, aus mehreren Räumen und Gängen von sonderbarer Form, die alle untereinander in Verbindung stehen und in der Felsenmasse der Schläfenbeinpyramide eingeschlossen sind (s. Abb. 113). Sie sind für den Augenschein so schwer darstellbar, daß die an Hilfsmitteln und Untersuchungsmethoden armen Anatomen der Vorzeit sie mit dem Worte *Labyrinth* abfertigten. Erst spät ist dieser komplizierte Bau erforscht worden, den unsere Leser jetzt hier kennenlernen sollen. Die Hauptabteilungen des Labyrinths sind der Vorhof, die drei Bogengänge und die Schnecke. Es darf keineswegs als ein einfach im Felsenbein enthaltener und nur in dessen Knochenmasse eingesprengter Hohlraum angesehen werden. Der Vorhof, die Bogengänge und die Schnecke besitzen vielmehr eine besondere glasartige und sehr dünne Knochenlamelle als nächste Hülle, auf die sich erst später die Knochenmasse des Felsenbeins von außen her ablagert.

Der *Vorhof* oder der *Vorsaal* befindet sich zwischen den Bogengängen und der Schnecke, als deren Vereinigungsstelle oder Ausgangspunkt er angesehen werden kann. Er grenzt nach außen an die Paukenhöhle, nach innen an den Grund des inneren Gehörganges, nach vorn an die Schnecke, nach hinten an die drei Bogengänge, nach oben an den Anfang des im inneren Gehörgang entspringenden Falloppischen Kanals. Zwei Abteilungen von ungleichen Verhältnissen sind an ihm zu unterscheiden. Die vordere mehr sphärische hebt sich als halbkugelförmige Vertiefung von der hinteren länglichovalen Vertiefung ab, in welche die drei Bogengänge mit fünf Öffnungen einmünden, da die eine dieser Öffnungen durch die Verschmelzung zweier entsteht. Sie liegt an der inneren Wand, ist etwas größer als die übrigen vier und hat vor sich die sehr feine Vorhofsöffnung der Vorhofswasserleitung, zu der eine ritzförmige Furche der inneren Wand den Weg zeigt, während sich die Endöffnung dieses Wasserleitungsknochenkanals an der hinteren Fläche der Felsenbeinpyramide befindet. In der halbkugeligen Vertiefung liegt an deren vorderer Wand die Eingangsöffnung zur Vorhofstreppe der Schnecke. Sie ist eingangs so groß wie eine Bogengangsmündung. Außer diesen größeren Öffnungen finden sich an der inneren Wand des Vorhofs noch drei Gruppen von feinen Löcherchen, die sogenannten Siebflecke. Sie geleiten in kurze Röhrchen, die, nachdem sie sich durch Zusammenfließen mehrerer an

Zahl vermindert haben, in den inneren Gehörgängen münden und von diesen aus die Fasern des Vorhofnervs in den Vorsaal leiten.

Die drei *Bogengänge* des Labyrinths, die halbkreisförmigen Kanäle, bestehen aus dem oberen, dem hinteren und dem äußeren Bogengang. Sie sind so gestellt, daß ihre Ebenen senkrecht aufeinanderstehen. Sie besitzen je eine Anfangsmündung und eine Endmündung in der elliptischen Grube des Vorhofs. Gleich hinter der Anfangsmündung erweitert sich jeder Bogengang zu einer ovalen, einer Feldflasche im kleinen ähnlichen Höhlung, die *Ampulla* genannt wird. Indem die Endschenkel des oberen und des hinteren Bogenganges nahe an ihrer Einmündung in den Vorsaal in eine kurze gemeinschaftliche Röhre zusammenkommen, wird die Zahl der sämtlichen Öffnungen der Bogengänge, die sechs sein sollte, wie soeben bemerkt, auf nur fünf vermindert. Die Richtung des oberen Bogenganges kreuzt sich mit der oberen Kante des Felsenbeins, die des hinteren zieht mit der hinteren

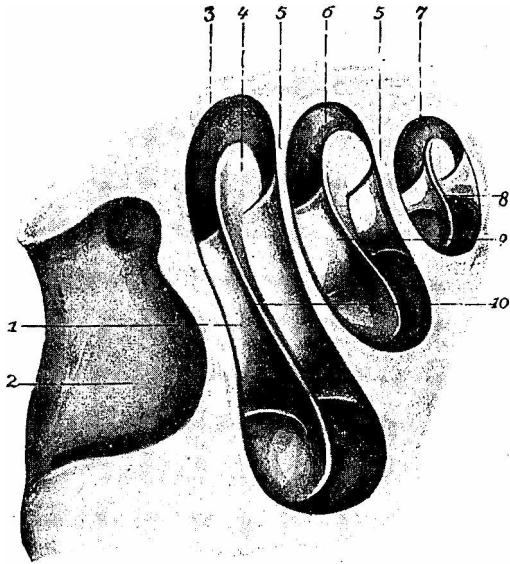


Abb. 114. Die Schnecke. Senkrechter Durchschnitt auf die Achse der Schläfenbeinpyramide. 1. äußere Spiralplatte, 2. innerer Gehörgang, 3. äußerer Bogengang, 4. innere Spiralplatte, an der sich die Endigungen des Gehörnervs ausbreiten, 5. Plättchen, die die Windungen der Schnecke trennen, 6. unterer Bogengang oder Vorhoftrappe, 7. oberer Bogengang der Schnecke, 8. Spindelblatt, 9. Säulchen, 10. Spindel.

Fläche der Felsenpyramide fast parallel, die des äußeren fällt schief nach außen und unten ab und bildet, indem sie die innere Wand der Trommelhöhle hervortreibt, einen über dem Falloppischen Kanal befindlichen Wulst. Der äußere Bogengang ist der kürzeste, der hintere der längste, ihre Querschnitte geben Ovale, und der Bogen ihrer Krümmung beträgt namentlich beim äußeren mehr als hundertundachtzig Grad.

Die *Schnecke* des Ohres gleicht, da sie einen zu einer Kegelschraube

zweiundeinhalbmal aufgewundenen Gang darstellt, ganz dem Gehäuse einer Gartenschnecke (s. Abb. 114 und 115). Die rechte Gehörschnecke ist nach links gewunden, die linke nach rechts, sie liegt vor dem Vorhof und hinter dem Kanal der Kopfschlagader. Indem sie die Knochenmasse des Felsenbeins gegen die Paukenhöhle vordrängt, veranlaßt sie die Erhebung des Vorberges, der also die Lage der Schnecke anzeigt. Nach innen grenzt sie an den Grund des inneren Gehörganges. Die Windungen der Schnecke liegen aber nicht in einer Ebene, denn die zweite Windung erhebt sich über die erste, die dritte halbe dagegen wird von der zweiten so umschlossen, daß nur ihr Dach, welches Kuppel heißt, über die Ebene der zweiten Windung etwas herausragt. Die knöcherne Achse, um die sich die Windungen der Schnecke drehen, wird für die erste und die zweite Windung als Spindel, für die letzte halbe dagegen als Spindelblatt bezeichnet. Die Achse der Schnecke liegt horizontal in der Richtung des Querdurchmessers des Felsenbeins, die knöcherne Zwischenwand der Windungen wird gegen die Kuppel hin immer dünner und dünner und richtet sich während der letzten halben Schraubentour zugleich so auf, daß sie durch ihre der Schneckenspirale entsprechende Einrollung einen kegelförmigen Raum umgreift, der mit einer nicht ganz geschlossenen Papiertüte verglichen wird. Diese Tüte heißt Trichter. Die Höhle des Schneckenganges wird durch das an die Gehörschnecken­spindel befestigte, knöcherne, dünne, ebenfalls spiral gewundene Spiralblatt unvollkommen in zwei Treppen geteilt. Diejenige Treppe, die bei senkrechter Stellung der Schnecke die untere ist, kommuniziert durch das runde Fenster mit der Paukenhöhle, die obere aber mit der halbkugelförmigen Vertiefung des Vorhofes. Die untere heißt deshalb Trommelhöhlentreppe, die obere Vorhoftreppe. In der Trommelhöhlentreppe liegt gleich hinter dem das runde Fenster verschließenden, sekundären Trommelfell die Anfangsöffnung des Schneckenwasserleitungs­knochenkanals, während seine trichterförmig erweiterte Endöffnung an der hinteren Kante des Felsenbeins gelegen ist. Das knöcherne Spiralblatt hört in der letzten halben Windung der Schnecke mit einem zugespitzten und hakenförmig gekrümmten, den freien Rand der Schnecken­spindel umgreifenden Ende, dem Hamulus, auf. Da das knöcherne Spiralblatt nur bis in die Mitte des Schneckenganges hineinreicht, so wird die vollkommene Trennung beider Treppen erst durch das an dieses an­gesetzte und seine Verlängerung bildende, häutige Spiralblatt der Ohren­schnecke bewerkstelligt. Diese setzt sich in der Kuppel der Schnecke

über den Hamulus hinaus fort und umgreift zugleich mit dessen vertieftem Rande eine Öffnung, das Helikotrema, durch die die Trommelhöhrentreppe und die Vorhofstreppe untereinander in Verbindung stehen. Das Spiralblatt der Ohrschnecke stellt jedoch keine einfache Membran

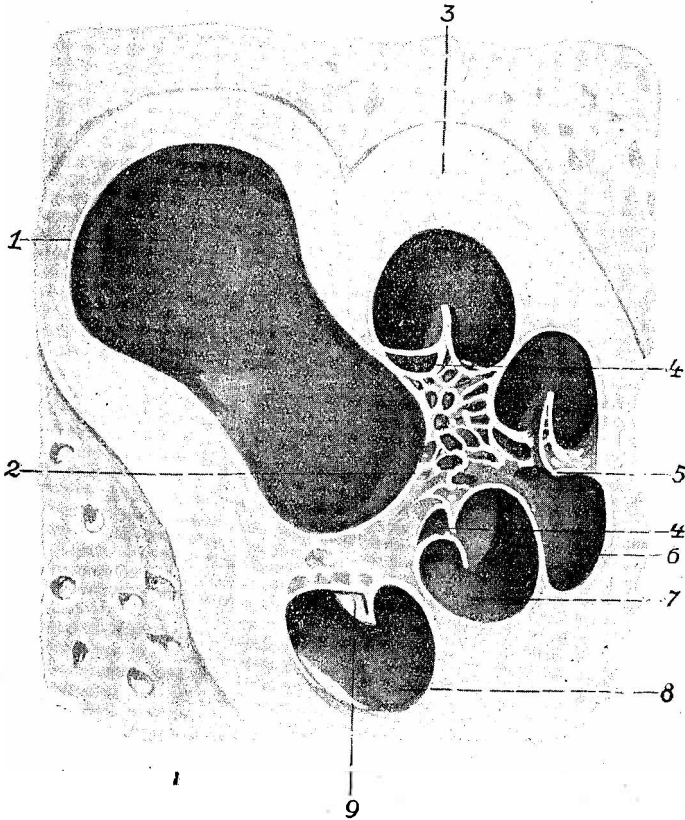


Abb. 115. Vertikalschnitt durch die Schnecke.

1. Innerer Gehörgang, 2. Basis der Gehörschneckenwindung, 3. Knochensubstanz der Labyrinthkapsel, 4. Spiralkanal des kegelförmigen Knochenkernes der Gehörschnecke, 5. freies Ende der Schneckenwindung, 6. Spitzenwindung, 7. Mittelwindung, 8. Basalwindung, 9. knöchernes Spiralblatt der Ohrschnecke.

dar, sondern besteht aus zwei Blättern. Das untere stärkere Blatt, das natürlich die Basis des dreieckigen Gehörschneckenkanals bildet, ist die Grundplatte. Auf ihr ruhen die merkwürdigen, äußerst zarten und höchst komplizierten Apparate auf, die durch die Schallwellen unmittelbar erregt werden und ihre Erregung auf die Enden der Gehörnervenfasern

übertragen, die Endigungen des Gehörnervs. Was über deren so wunderbaren Bau bekannt ist, werden wir im späteren Verlaufe dieses Kapitels schildern. Hier sei nur noch darauf hingewiesen, daß der Gehörnerv sich im Gehörgang in den Vorhofsnerv und den Gehörschneckenerv teilt. Der Vorhofsnerv geht durch die Löcherchen der drei siebartigen Stellen und löst sich somit in ebensoviele Fäden auf, als Löcherchen da sind.

Zwei Kanäle des Felsenbeins, die mit dem Gehörorgan in näherer Beziehung stehen, sind noch zu erwähnen: der innere Gehörgang und der Falloppische Kanal. Der *innere Gehörgang* beginnt an der hinteren Fläche der Felsenpyramide und dringt in schief nach auswärts gehender Richtung so weit in deren Masse ein, daß er vom Vorhof und von der Basis der Schnecke nur durch eine dünne Knochenschuppe getrennt bleibt. Sein blindsackähnliches Ende wird durch eine quer vorspringende Knochenleiste in eine obere und eine untere Grube geteilt. Die obere vertieft sich wieder in zwei kleine Grübchen, von denen das vordere sich zum Falloppischen Kanal verlängert, das hintere aber mehrere feine Öffnungen besitzt, die zum oberen Siebfleck des Vorhofs führen. Der innere Gehörgang enthält den Gehörnerv, den Gesichtsnerv, die dünnere Ohrschlagader und dieser Arterie entsprechende, sehr feine Venen. Der *Falloppische Kanal* geleitet den siebenten Hirnnerv aus der Schädelhöhle heraus. Er läuft von seinem Ursprung im inneren Gehörgang durch die Knochenmasse des Felsenbeins anfangs nach außen, dann über dem ovalen Fenster nach hinten und zuletzt nach unten zum Griffelfortsatzloch und besteht somit aus drei unter Winkeln zusammengestückelten Abschnitten. Diese Winkel heißen kleine Knie. Das erste Knie ist scharf geknickt und fast rechtwinklig, das zweite weist eine mehr als bogenförmige Krümmung auf, von diesem zweiten Knie an steigt der Kanal hinter der Pyramiden-erhöhung herab, mit deren Höhle er durch eine Öffnung zusammenhängt, und auch mit dem Kanal des Warzenfortsatzes des Schläfenbeins hat dieser letzte Abschnitt des Falloppischen Kanals eine Verbindung. Bevor er dann am Griffelwarzenloch endigt, schiebt er noch den kurzen Gehörsaitenkanal zur Paukenhöhle.

Der *Schall* entsteht bekanntlich durch Schwingungen elastischer Körper. Diese erzeugen in dem umgebenden Medium, das meistens Luft ist, abwechselnde Verdichtungen und Verdünnungen, also Wellen, in denen die Teilchen längslaufend, in der Richtung der Fortpflanzung des Schalles schwingen. Um den Ursprungspunkt des Schalles bilden diese Verdichtungen und Verdünnungen konzentrische Kugelschalen, durch welche sich

die Schallschwingungen bis zu unserem Ohr fortpflanzen. Die Schwingungen der tönenden Körper sind sogenannte stehende Schwingungen, das bedeutet, daß alle ihre Teilchen sich stets in derselben Phase der Bewegung befinden, indem sie gleichzeitig in Bewegung geraten, gleichzeitig das Schwingungsmaximum erreichen und gleichzeitig wieder von hier zurückkehren, wie zum Beispiel die Teilchen eines tönenden schwingenden Metallstabes. Die Fortpflanzung der Schwingungen aber in dem umgebenden Medium, in der Luft, erfolgt durch fortschreitende Wellen, das heißt, daß jedes folgende Teilchen dieselbe Bewegung wie das vorhergehende macht. Aber es fängt mit der Bewegung um so später an, je weiter es von dem Ausgangspunkt einer Wellenbewegung entfernt ist. Die Wellenlänge eines Tones, der Abstand von je einem Dichtigkeitsmaximum bis zum nächstfolgenden in der Luft oder der zweier Verdichtungskugelschalen der Luft ist der Schwingungsdauer desjenigen Körpers entsprechend, dessen Schwingungen die Schallwellen erzeugen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft in einer Sekunde ist gleich dreihundertdreiunddreißig Meter, die des Schalles im Wasser gleich tausendvierhundertfünfunddreißig in einer Sekunde, also gegen viermal größer als in der Luft, und in den schwingungsfähigeren unter den festen Körpern pflanzt er sich sogar sieben- bis achtzehnmal schneller als in der Luft fort. Eine *Reflexion* der Schallwellen erfolgt dann, wenn sie gegen ein festes Hindernis stoßen, wobei der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich ist. Da die Schallschwingungen sich nach den Gesetzen der Wellenbewegung fortpflanzen, so müssen sie natürlich auch nach den Gesetzen der Wellenbewegung reflektiert und nach den Gesetzen der Wellenbewegung gebrochen werden. Ein Schallstrahl, der auf eine feste Wand fällt, wird von ihr unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter dem er eingefallen ist, nur nicht mit der ganzen Stärke, weil ein Teil der lebendigen Kraft der Moleküle auf die Wand selbst übertragen wird. Mit einer solchen Zurückwerfung des Schalles unter dem gleichen Winkel hängt bekanntermaßen das Echo zusammen, das dadurch entsteht, daß, wenn wir uns in einer ausreichend weiten Entfernung von einer ausgedehnten festen Wand befinden, der reflektierte Schall erst an unser Ohr gelangt, wenn schon der Eindruck des ursprünglichen Schalles erloschen ist. Ebenso entsteht durch mehrfache Reflexionen ein mehrfaches Echo. Mit solcher Reflexion hängt aber auch diejenige Störung zusammen, die in großen Räumen durch den Widerhall entsteht, und die sich in unzumutlichen Sälen, in nicht akustisch gebauten Kirchen und in

unzweckmäßig angelegten Theatern und Konzertsälen für die Hörer geltend macht, weil hier die reflektierten Wellen und die ursprünglichen für den Hörenden zu weit auseinanderfallen, so daß Unordnung in die Gehörwahrnehmungen kommt. Die Reflexion des Schalles ermöglicht es, auch die lebendige Kraft einer Schallwelle auf einen bestimmten Ort besser zu konzentrieren, als wenn sie sich nach allen Seiten hätte ausbreiten können. Wenn man in eine Röhre hineinspricht, so wird von deren Wänden der Schall reflektiert, und die Schallwellen müssen sich die Röhre entlang bewegen. So wird nahezu die ganze lebendige Kraft auf die Luftschichten von verhältnismäßig geringem Querschnitt übertragen, die diese Röhre einschließt. Hierauf beruhen die Sprachrohre, die zur Verständigung zwischen weit auseinanderliegenden Räumen angebracht werden, und ebenso auch die Hörrohre, die Schwerhörigen zur Verständigung mit ihrer Umgebung dienen. Sie zeigen sehr verschiedene Formen, die ohne eigentliche theoretische Grundlage vielfach geändert werden. Das Wesentliche und allen Gemeinsame aber ist, daß sie ein verengertes Ende tragen, das in das Ohr eingesetzt wird, und ein trichterförmig erweitertes, in das der Sprechende unmittelbar hineinspricht. Auch die Sprachrohre auf den Schiffen beruhen auf diesem Prinzip.

Für den Gehörnerv sind die adäquaten Reize die Schallschwingungen. Diese versetzen die Endapparate des Gehörnervs, des Schneckenervs, die innerhalb der wässrigen Endolympe des Labyrinthes des inneren Ohres auf den membranösen Ausbreitungen der Schnecke angeordnet sind, in Mitbewegung. Die Erregung des Gehörnervs geht also durch mechanische Reizung der Wellenbewegung des Labyrinthwassers vor sich. Dieses *Wasser des Labyrinths* ist ringsum von der außerordentlich festen und harten Knochenmasse des Felsenbeins umgeben. An einer kleinen, dreiseitig rundlichen Stelle des runden Fensters wird die Begrenzung aber durch eine nachgiebige Membran gebildet, an deren anderer Seite sich die Luft der Paukenhöhle befindet, und unfern des runden Fensters liegt das ovale Fenster, in dem die Trittplatte des Steigbügels vermittels eines nachgiebigen häutigen Saumes eingesetzt ist. Auch diese Begrenzung hat an ihrer vorderen Seite die Luft der Paukenhöhle. Da somit das Labyrinthwasser an zwei Stellen von einer nachgiebigen Begrenzung eingeschlossen ist, so ist dadurch eine oszillierende Bewegung des Wassers möglich gemacht. Wäre aber das runde Fenster unnachgiebig verschlossen, so würde die Steigbügelplatte sich überhaupt nicht bewegen können, da das Labyrinthwasser dann nicht ausweichen könnte. Die Schallschwingungen

können das Labyrinthwasser auf zwei verschiedenen Wegen in Wellenbewegungen versetzen. Zunächst geschieht die normale Leitung, die *Luftleitung*, beim gewöhnlichen Hören durch den äußeren Gehörgang in der Weise, daß die Schwingungen der Luft zuerst das Trommelfell in Schwingungen versetzen, dieses den anliegenden Hammer und weiter den Amboß und den Steigbügel, der endlich die Schwingungen seiner Trittplatte auf das Wasser des Labyrinthes überträgt. Dabei schwingen die Ketten der Gehörknöchelchen und das Labyrinthwasser als Ganzes hin und her. Dann aber kann die Leitung auch durch die Kopfknochen erfolgen. Diese *Knochenleitung* geht vor sich, wenn tönende, feste Körper direkt auf Teile des Kopfes aufgestellt werden, so daß eine direkte Knochenleitung erfolgt. Diese können wir zum Beispiel mittels einer Stimmgabel erzielen, wobei sich der Schall am intensivsten in der Richtung des verlängerten Stimmgabelstieles fortpflanzt. Eine Knochenleitung findet ebenfalls statt, wenn der Schall sich durch Flüssigkeiten, so etwa durch Wasser, unter das der Kopf untergetaucht gehalten wird, bis zum Kopfe fortpflanzt, oder wenn Schallwellen aus der Luft auf die Kopfknochen übergehen. Es entsteht dann eine indirekte Knochenleitung; denn die Schädelknochen können von relativ schwachen Schallwellen der Luft in ziemlich erhebliche Schwingungen versetzt werden, so daß dieser Vorgang beim gewöhnlichen Hören neben der Luftleitung regelmäßig mit in Betracht kommen muß. Er tritt am ehesten bei hohen Tönen ein. Die Kopfknochen leiten die Schallwellen entweder unmittelbar zur knöchernen Labyrinthwand, oder sie übertragen die Schwingungen auf die Luft im mittleren Ohr und im Gehörgange und dadurch auf das Trommelfell, so daß von hier aus die Erregung wie normal stattfindet. Wenn sich bei Schwerhörigen die Leitung und das Hören durch die Kopfknochen als normal herausstellt, so ist die Ursache nicht im nervösen Teil des Ohres, sondern in den von außen her den Schall leitenden Apparaten zu suchen.

Gespannte Membranen und ebenso Saiten werden im allgemeinen nur dann in wirklich bedeutende Mitschwingungen versetzt, wenn sie von Tönen getroffen werden, die mit ihrem Eigentone übereinstimmen, oder deren Schwingungszahl die vielfache der Schwingungszahl ihres Eigentones ist. Das Trommelfell würde also in sehr starke Schwingungen versetzt werden, wenn sein Eigenton erklänge, jedoch nur in geringe bei der Angabe anderer Tonlagen, was für das Hören eine starke Ungleichheit mit sich bringen müßte. Dies wird hier dadurch verhindert, daß die

Schwingungen des Trommelfells durch die mit ihm in Verbindung stehende Kette der Gehörknöchelchen gehemmt werden. Durch sie ist eine Dämpfungsvorrichtung gegeben, die bewirkt, daß das Trommelfell für seinen Eigenton nicht übermäßig mitschwingen kann. Die Dämpfung bewirkt aber außerdem, daß auch für alle übrigen Töne die Mitschwingungen geringer ausfallen, so daß also alle Schwingungen des Trommelfells gemäßigt werden. Besonders aber wird die übermäßige Mitschwingung bei Angabe des Eigentones herabgesetzt. Auch verhindert die Dämpfung außerdem sehr wirksam die störenden Nachschwingungen. Das Trommelfell besitzt aber neben der Eigenschaft, alle Schwingungen annähernd gleich gut aufzunehmen, zugleich noch die Eigenschaft eines Resonanzapparates. Es läßt also eine Summierung der Energie aufeinanderfolgender Schwingungen zu, und zwar verdankt es dies seiner trichterförmig eingezogenen Gestalt, sowie dem radiusartig eingefügten, starren Hammergriffe, wie sich an künstlich konstruierten Modellen ersehen läßt. Die *Funktion der Gehörknöchelchen* ist eine doppelte. Sie übertragen einmal durch die von ihnen gebildete Kette die Schwingungen des Trommelfells auf das Labyrinthwasser und bieten Angriffspunkte für die Muskeln des mittleren Ohres dar, die durch sie spannungsverändernd auf das Trommelfell und druckverändernd auf das Labyrinthwasser wirken. Die Gehörknöchelchen bilden insgesamt, und das ist von großer Bedeutung, eine gegliederte Kette, die das Trommelfell durch Hammer, Amboß und Steigbügel mit dem Labyrinthwasser in Verbindung setzt. Der Stiel des Hammers ist, wie wir gesehen haben, mit den Fasern des Trommelfells fest verwachsen. Auch ist der Hammer durch Bänder fixiert, die ihm die Richtung seiner Bewegung vorschreiben. Ein doppeltes Achsenband zieht in der Richtung von hinten nach vorn, also parallel der Fläche des Trommelfells durch die Paukenhöhle. Der Hals des Hammers liegt zwischen den Ansätzen der beiden Bandteile. Während das vereinigte Band für die Bewegung des Hammers die Drehachse abgibt, wird der Handgriff des Hammers nach innen gezogen. So macht natürlich der Kopf die entgegengesetzte Bewegung nach außen. Der Amboß ist durch ein Band in seiner Lage nur teilweise fixiert, ein Band, das seinen kurzen Fortsatz an der Wand der Paukenhöhle vor dem Eingang zu den Warzenfortsatzzellen befestigt. Im wesentlichen aber trägt ihn die nicht sehr straffe Gelenkverbindung mit dem Kopfe des Hammers, der sich mit seiner sattelförmigen Gelenkfläche in die Höhlung des Ambosses legt. Die untere Kante des Amboßrandes wirkt dabei nach Art eines Sperrzahnes. Bei der Bewegung

des Handgriffes des Hammers nach dem Innern der Paukenhöhle zu wird der Amboß, und zwar der parallel mit dem Handgriff des Hammers gerichtete lange Fortsatz, der unter fast rechtem Winkel den Steigbügel durch Vermittlung des Sylvius'schen Knöchelchens trägt, ebenfalls nach innen gedrängt. Wenn jedoch, etwa durch Verdichtung der Luft in der Paukenhöhle, das Trommelfell samt dem Handgriff des Hammers nach auswärts bewegt wird, so braucht der lange Amboßfortsatz diese Bewegung nicht mitzumachen, da sich ja nur der Hammer von der als Sperrzahn wirkenden Kante des Ambosses wegbewegt. Es kann daher dann nicht zu einer Zerrung am Steigbügel und zu einer störenden Erschütterung des Labyrinthwassers kommen. Hammer und Amboß stellen einen Winkelhebel dar, dessen Bewegung um eine gemeinsame Achse geschieht. Bei der Bewegung nach innen folgt der Amboß dem Hammer, als wenn beide ein einheitliches Stück wären. Die Drehung beider Knöchelchen um die gemeinsame Achse findet in einer Ebene statt, die senkrecht auf der Ebene des Trommelfells steht. Entsteht eine Unnachgiebigkeit der Gehörknöchelchen durch schwierige Verklebungen oder Verwachsungen ihrer Gelenke, durch Ankylosen also, so entsteht dadurch entsprechend der verminderten Schwingungsfähigkeit eine Schwächung des Gehörs, was auch ebenso festere Verwachsungen des Steigbügels im ovalen Fenster zustande bringen. Um also nochmals zusammenzufassen: durch die Vorrichtung der Sperrzähne können Trommelfell und Hammer ein Stück nach außen gehen, ohne daß dadurch Amboß oder Steigbügel mitgenommen werden. Gehen sie aber nach innen, so fassen die Sperrzähne an, so daß sich jetzt die Gehörknöchelchen als ein zusammenhängendes Ganzes bewegen und somit eine Einwirkung vom Trommelfell direkt auf das ovale Fenster fortgepflanzt wird. Die Muskeln der Gehörknöchelchen wirken auf ihre Stellung und weiterhin auf die Spannung des Trommelfells sowie auf den Druck im Labyrinthwasser ein.

Die vier Zentimeter lange *Eustachische Ohrtrumpete* ist das Ventilationsrohr der Paukenhöhle. Sie setzt die Luft in deren Innerem mit der äußeren Luft, und zwar zunächst mit der des Rachens in direkte Verbindung. Denn wäre die Paukenhöhle dauernd allseitig abgeschlossen, so würde die Luft der Paukenhöhle von den Blutgefäßen der Schleimhaut allmählich aufgesaugt und also verdünnt werden, das Trommelfell würde dann unter abnormer Spannung nach innen gezogen werden und so Schwerhörigkeit entstehen. Durch die Tuba aber wird die Luft im Innern der Paukenhöhle stets in gleicher Dichtigkeit mit der äußeren Luft

erhalten, und nur unter dieser Voraussetzung ist das normale Schwingen des Trommelfells möglich. Die Tuba dient außerdem auch vermittels der Flimmerhärchen als Abzugskanal der Paukenhöhlenabsonderung.

Bei der Betrachtung des Labyrinths ergibt sich, daß das *häutige Labyrinth* mit seinen einzelnen Abschnitten in den entsprechenden Hohlräumen des knöchernen Labyrinths liegt. Zwischen der Wand der häutigen und seiner knöchernen Umgrenzung befindet sich die dünnflüssige Perilymphe, im Innern des häutigen Labyrinthes aber die dickflüssige Endolymphe, und zwar steht die Perilymphe durch die Schneckenwasserleitung, den Schneckenwasserleitungsknochenkanal, einen engen Gang, der in der Paukenhöhlentreppe dicht vor dem runden Fenster beginnt und neben der Drosseladergrube ausmündet, mit der Spalte zwischen der Spinnwebenhaut und der zarten Haut des Gehirns in direkter Verbindung. Das häutige Labyrinth gliedert sich nun in mehrere Abschnitte, zunächst in die Säckchen, die im Vorhof gelegen sind, und zwar in das runde Säckchen und das elliptische Gehörbläschen, die beide miteinander durch einen Gang in Verbindung stehen. Dieser entspringt mit je einem isolierten Schenkel aus den beiden Säckchen und zieht, nachdem diese sich vereinigt haben, durch die knöcherne Wasserleitung des Vorhofs hindurch, um mit einer Aussackung an der hinteren Seite der Felsenbeinpyramide zu enden. Sodann liegt der Schneckenkanal in dem äußeren Winkel der Vorhofstreppe der Schnecke. Seine untere Begrenzung bildet größtenteils die häutige, spiralförmige Grundplatte, sowie einen Teil der knöchernen, spiralförmigen Platte. Die äußere Begrenzung ist die knöcherne Wand der Schnecke, die innere die Reißnersche Membran, die von dem Raume der Vorhofstreppe den Raum des Schneckenganges abtrennt. Dieser Gang wendet sein unterstes blindes Anfangsstück dem Säckchen zu, mit dem er durch den feinen Vereinigungskanal in Verbindung steht. Die dritten Räume des häutigen Labyrinths bilden die häutigen Bogengänge, die halbkreisförmigen Gänge. Sie liegen natürlich in den halb-zirkelförmigen Kanälen, stehen aber ziemlich weit von ihren knöchernen Wandungen ab. Nur am vertieften Rande sind sie durch Bindegewebe dem Knochen enger angeheftet. Die häutigen Bogengänge stehen mit dem Gehörbläschen in direkter Verbindung.

Und nun erst kommen wir zu der Hauptsache, zu den *Endigungen des Gehörnervs* innerhalb des inneren Ohres. Der Gehörnerv besteht aus zwei Nerven, dem Vorhofsnerv und dem Schneckenerv. Beide entspringen aus am Rande des Ohres gelegenen Zellen des Vorhofsnerven-

knotens und des Spiralnervenknotens. Diese Zellen entsenden den einen Fortsatz zum Gehirn, den anderen zu den Sinnesepithelien der Säckchen, der Ampullen und des Cortischen Organs. Die nervösen Endapparate an diesen drei Stellen stimmen in ihrem Bau im großen überein. Sie enthalten zunächst die eigentlichen Sinnesepithelzellen, die den Reiz aufnehmen und auf den Nerv übertragen. Es sind das zylindrische kernhaltige Zellen mit langen Haaren, die Haarzellen. Sodann unterscheidet man indifferente Stützzellen, die durch das Vorkommen von Stützfäden in ihrem Protoplasma charakterisiert sind, die Fadenzellen. Ihre freien Oberflächen verschmelzen untereinander und mit den Oberflächen der Haarzellen zu einer Grenzhaut. Weiter gibt es hier eigenartige Deckapparate, die, aus einer

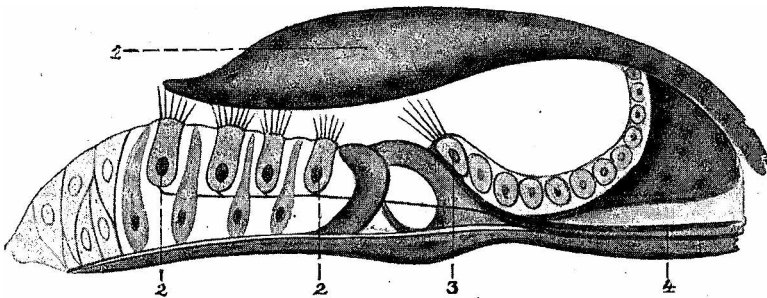


Abb. 116. Das Cortische Organ im Durchschnitt.

1. Cortische Membran oder Deckhaut, 2. äußere Haarzelle, 3. innere Haarzelle, 4. Gehörnervfasern.

gallertartigen Masse bestehend, den Haaren der Haarzellen mehr oder weniger fest anliegen. In den Ampullen liegen die Endapparate auf einer gelblichen, unter der Mittellinie angebrachten und in das Innere hervorspringenden Leiste. Die Haare der Haarzellen sind hier durch eine gallertige Masse, welche die Form einer hohen schmalen Glocke hat, durch die sogenannte Kuppel miteinander verklebt, während in den Säckchen die Stelle, welche die Nervenendapparate trägt, als Gehörstreifen bezeichnet wird. Auf den Haaren der Haarzellen liegt hier ebenfalls eine gallertige Masse ausgebreitet, von ähnlicher Beschaffenheit wie die Kuppel. In der Schnecke endlich bildet der Endapparat des Schneckenervs das *Cortische Organ* (s. Abb. 116), das auf dem Boden des Schneckenganges, dem Spiralband, aufgebaut ist (s. Abb. 117). Die Stützzellen kommen hier in verschiedener Ausbildung vor, als Cortische Pfeiler und als Deiterssche und Hensensche Zellen. Die Pfeiler bilden durch Aneinanderlagerung

die Cortischen Bögen, doch bilden nicht stets je zwei Pfeiler einen Bogen, sondern es kommen auf drei innere zwei äußere, und es gibt gegen viertausendfünfhundert äußere Bogenpfeiler. Der Gehörgang nimmt in den aufsteigenden Windungen der Schnecke gegen die Kuppel hin an Größe zu. Auch die Länge der Pfeiler und die Spannweite der Bögen nimmt zu. Die eigentlichen Endapparate des Schneckenervs sind die bereits von Corti beobachteten zylindrischen Haarzellen, die Cortischen Zellen, deren es an zwanzigtausend Stück gibt. Von diesen Cortischen Zellen ruhen eine Reihe innerer mit ihrer Basis auf einer kleinzelligen Körnerschicht, während die äußeren zwölftausend auf der Grundmembran in drei bis vier und in der Spitzenwindung sogar bis fünf Reihen hintereinander stehen. Sie haben durch faserige Fortsätze mit den Fasern der Grundmembran eine direkte Verbindung, so daß jede Zelle mit zwei oder drei Fasern, mit „Saiten“ der Membran im Zusammenhange steht und also auch durch deren Schwingungen in Mitschwingung geraten muß. Zwischen den äußeren Haarzellen liegen die als Stützzellen zu betrachtenden Deitersschen Zellen, an die sich nach außen die Hensenschen Zellen anschließen. Ihre Oberflächen bilden untereinander und mit denjenigen der Haarzellen eine Membran, die ziemlich dicke und sehr weiche Cortische Membran, durch welche die Haare der Haarzellen herausragen.

Der Innendruck im Labyrinth, unter dem das Labyrinthwasser steht, wird von dem Luftdruck im Mittelohr beeinflußt. Eine jede Luftdruckverminderung im Mittelohr ist auch von einer kurz andauernden Herabsetzung des intralabyrinthären Druckes, eine jede Luftdruckvermehrung von einer kurz dauernden Steigerung daselbst begleitet. Die Perilymphe des inneren Ohres fließt hauptsächlich durch die Wasserleitung der Schnecke in das periphere Lymphsystem, zum geringen Teil auch zur harten Hirnhaut, so daß also die das innere Ohr erfüllende Flüssigkeit in dauerndem Zusammenhang und in stetiger Wechselwirkung mit der Flüssigkeit steht, die Gehirn und Rückenmark umfließt. Bei dem Vorgange der *Schalleitung im Labyrinth* erzeugen die Schwingungen der in dem ovalen Fenster beweglich eingefügten Trittplatte des Steigbügels in dem Labyrinthwasser Wellen, und zwar sogenannte Beugungswellen. Das bedeutet also, daß das Labyrinthwasser als Ganzes vor einem jeden Stoß des Steigbügels ausweicht, und zwar ist das Ausweichen des Wassers nur dadurch ermöglicht, daß an einer Stelle eine nachgiebige Membran, die Membran des runden Fensters, die in der Ruhe in die Paukenhöhlentreppe hineingebuchtet ist, beim Ausweichen des Wassers durch den Stoß gegen

die Paukenhöhle ausgebuchtet werden kann, so daß die Bewegung des Labyrinthwassers also vom Vorhof aus in der Schnecke die Vorhofstreppe hinauf bis zur Schneckenkuppe läuft, hier in die Paukenhöhlentreppe und in dieser dann abwärts bis zur Membran des runden Fensters, die nun die ausweichende Bewegung machen kann. Die Beugungswellen, die nach Zahl und Stärke den Schwingungen der Gehörknöchelchen entsprechen, erregen sodann die im Labyrinthwasser befindlichen Endapparate des Gehörnervs. In ähnlicher Weise findet auch eine Bewegung des Wassers in

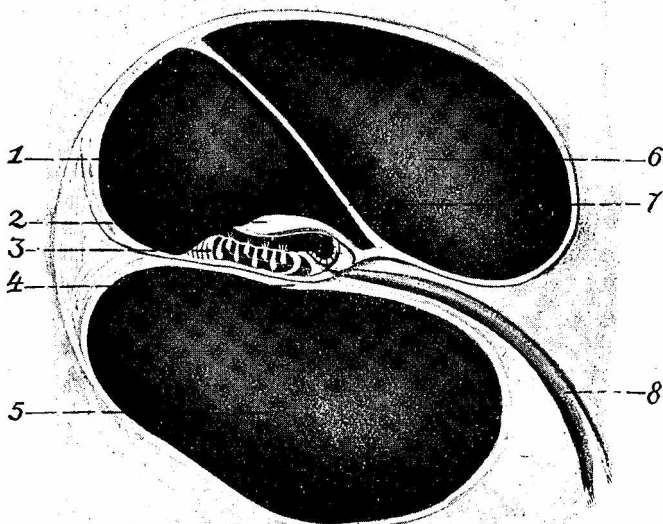


Abb. 117. Halbschematischer Durchschnitt einer Schneckenwindung.

1. Gehörschneckenkanal, 2. Deckhaut, 3. Cortisches Organ, 4. Grundhäutchen, 5. Paukenhöhlentreppe, 6. Vorhofstreppe, 7. Reißnersche Haut, 8. Gehörschneckenerv.

den halbzirkelförmigen Kanälen statt. Bei Zuleitung des Klanges einer Pfeife zum Ohr wird eine Strömung der Perilymphe der Bogengänge, vom Ampullenende aus nach dem glatten Ende des Kanals hin beobachtet. Auch die Otolithen (Gehörsteinchen) werden bei Bewegungen der Steigbügelplatte von ihrer Unterlage gehoben, um beim Aufhören der Bewegung wieder in die Ruhelage zurückzusinken, so daß also nicht nur die Schnecke, sondern auch die Säckchen und die Bogengänge beim Hören beteiligt sind.

Dem so überaus differenzierten Bau des Gehörorgans entsprechen nun die ausnehmend mannigfachen *Qualitäten der Gehörsempfindungen*, die zu vernehmen wir fähig sind. In der Hauptsache unterscheiden wir unter den Gehörsempfindungen, die uns unser Ohr vermittelt, Klänge und Geräusche. Wie die Versuche mit der Sirene zeigen, entsteht die Empfindung eines Klanges, wenn ein schwingender elastischer Körper eine periodische Bewegung vollführt, eine Bewegung also, bei der innerhalb gleicher Zeitabschnitte sich derselbe Bewegungsvorgang wiederholt. Es entsteht aber die Empfindung eines Geräusches, wenn ein schwingender elastischer Körper eine nichtperiodische Bewegung vollführt, eine Bewegung, bei der innerhalb gleicher Zeitabschnitte ungleiche Bewegungen erfolgen. Eine Sirene ist eine runde Scheibe, auf der in konzentrischen Kreisen Durchlochungen angebracht sind. Sie wird von einem Motor in gleichförmig rotierende Bewegung gesetzt, und mittels eines Rohres ein Luftstrom gegen die Öffnungen geblasen. Stehen die Öffnungen in einer Reihe in gleich großen Abständen voneinander, so daß beim Anblasen der Luftstrom in gleichen Zeitintervallen abwechselnd immer wieder hindurchtreten kann und gehemmt wird, daß also in stets gleichen Zeitintervallen Verdünnungen und Verdichtungen der Luft entstehen, so ertönt ein musikalisch wohl charakterisierter Klang. Enthält dagegen eine andere Reihe des Instruments die einzelnen Öffnungen in völlig unregelmäßig wechselnden Zwischenräumen, so entsteht beim Anblasen ein wirres, sausendes Geräusch ohne jeden Klangcharakter. An einem jeden Klange lassen sich drei verschiedene Qualitäten erkennen, und zwar unterscheidet man zunächst die Höhe des Klanges, die von der Zahl der Schwingungen abhängt, die in einer bestimmten Zeiteinheit erfolgen. Auch das läßt sich durch einen Versuch mit der Sirene beweisen. Befinden sich auf derselben Scheibe in der einen Reihe vierzig und in einer zweiten achtzig gleich weit voneinander entfernte Öffnungen, so vernimmt man beim Anblasen der beiden Reihen zwei ungleich hohe Klänge, von denen der eine um eine Oktave höher ist als der andere. Der sinnlichen Wahrnehmung der Tonhöhe entspricht beim Gesichtssinn die Empfindung der Farben. Sodann kommt es außer auf die Höhe des weiteren auf die Stärke des Klanges an. Diese rührt her von der Größe der Schwingungsausschläge des tönenden Körpers. Eine allmählich schwächer und schwächer erklingende Saite zeigt nämlich entsprechend langsam kleiner werdende Schwingungsausschläge. Dieser Klangstärke entspricht bei der Gesichtswahrnehmung der Grad der Helligkeit. Drittens ist es die Klangfarbe, das Timbre,

welche die von verschiedenen musikalischen Instrumenten erzeugten Klänge voneinander unterscheidet. Sie ist, wie später noch auseinander zu setzen ist, bedingt durch die eigentümliche Form der Schwingungen. Für die Gesichtswahrnehmung gibt es hier keine analogen qualitativen Gehörsempfindungen. Die durch Schwingungen von einfachster Form hervorgerufenen bezeichnen wir als Töne, solche, die aus Schwingungen komplizierterer Form entstehen, als Klänge.

Man kann als *Grenze der Wahrnehmbarkeit der Töne* für das menschliche Ohr auf der einen Seite ungefähr sechzehn Schwingungen in einer Sekunde, andererseits siebenundzwanzigtausend in der Sekunde annehmen. Der Gesamtumfang beträgt zehn bis elf Oktaven. Die erwähnten Grenzen hängen sehr von der Intensität des Tones ab. Weniger als sechzehn Schwingungen in einer Sekunde, wie sie Orgelpfeifen noch hervorbringen können, werden nicht mehr als Töne durch das Ohr, sondern als einzelne Luftstöße durch den Drucksinn der Haut wahrgenommen. Auch jenseits der oberen Tongrenze können die Schwingungen ebenfalls nicht mehr als Töne empfunden werden. Sie verursachen vielmehr einen schneidend schmerzhaften Eindruck im Ohr. Die Zahl der Einzelschwingungen, die erfolgen müssen, damit das Ohr den Eindruck eines Tones erhält, ist verschieden für tiefe und für hohe Töne. Auch muß jeder Schall eine gewisse Zeit lang dauern, bis er vom Ohre wahrgenommen werden kann. Der schwächste Schall braucht hierfür bis zu zwei Sekunden, während andererseits, wenn der Schall bereits verklungen ist, das Ohr noch eine Zeit in der Erregung verharret, so daß bei kurzen Schallintervallen die Pausen ausfallen. Sehr schnell aufeinanderfolgende Töne werden noch isoliert wahrgenommen, wenn wenigstens eine zehntel Sekunde zwischen ihnen verstreicht; erfolgen sie schneller nacheinander, so verschwimmen sie leicht. Doch genügt für manche Klänge auch eine kürzere Zwischenzeit. Für Geräusche reicht sogar noch eine Zeitdifferenz von nur sechs-tausendstel Sekunden aus, um den Eindruck einer Spaltung der Schallempfindung hervorzurufen. Unter der Feinheit des Ohres versteht man die Fähigkeit, zwei Töne von annähernd gleichen Schwingungen noch als in ihrer Höhe verschieden beurteilen zu können. Diese Fähigkeit kann durch Übung erstaunlich verschärft werden. Soll die Schallstärke geprüft werden, die hinreicht, um das Ohr zu erregen, so bringt man eine schwache Schallquelle, eine tickende Uhr etwa, in horizontalem Abstände zum Ohr und prüft, während sie dann aus der Entfernung genähert und auch aus der Nähe allmählich entfernt wird, bis wie weit der Klang noch

vernommen wird. Auch läßt man eine Stimmgabel, die mit stets gleicher Schwingungsweite in Schwingungen versetzt ist, ausklingen, oder man bedient sich zur Prüfung der Hörschärfe des Fallphonometers, in dem durch das Herabfallen verschieden großer Kugeln stärkere oder schwächere Schalle erzeugt werden. Ein Korkkugelchen von einem Milligramm Gewicht, das aus der Höhe eines Millimeters auf eine Glasplatte niederfällt, wird noch auf fünf Zentimeter Abstand gehört.

Unter dem Begriff der *Klangfarbe*, des Timbre, wird eine besondere Eigenschaft der Klänge verstanden, durch die sich die Klänge der verschiedenen musikalischen Instrumente, qualitativ ganz unabhängig von der Höhe und von der Stärke, voneinander unterscheiden. So kann eine Flöte oder ein Horn, eine Geige oder eine menschliche Stimme dieselbe Note mit gleicher Stärke angeben, und dennoch sind alle vier Klänge durch das Spezifische ihrer Klangfarbe sofort ihrer Herkunft nach erkennbar. Genaue Untersuchungen, vor allen anderen die von Helmholtz, haben nun gelehrt, daß unter den tonerzeugenden Werkzeugen nur ein hin und her schwingender, an einem Ende eingeklemmter Metallstab und die Stimmgabel einfache pendelartige Kreisbogenschwingungen vollführen. Die Klänge musikalischer Instrumente und der menschlichen Stimme dagegen, von denen einem jeden eine charakteristische Klangfarbe zukommt, sind aus vielen einzelnen einfachen Tönen zusammengesetzt, unter denen ein Ton durch Stärke besonders ausgezeichnet ist, der zugleich die Höhenlage des ganzen Klangbildes bestimmt. Dies ist der Grundton. Die übrigen schwächeren Töne aber, die sich diesem Grundtone anfügen, sind für die verschiedenen Instrumente nach Zahl und Stärke sehr verschieden. Sie heißen die Obertöne. Ihre Schwingungszahl ist stets die zwei- oder drei- oder vierfache des Grundtones. Man nennt sie harmonische Obertöne. Dadurch, daß sich zu dem Grundton eines Klanges die Obertöne gesellen, wird die Form der Schwingung in charakteristischer Weise geändert. Das Resultat solcher Zusammensetzungen ist, daß die den zusammengesetzten Klängen entsprechenden Schwingungskurven von komplizierter Form sind. Alle diese Kurven müssen natürlich verschieden sein, je nach der Zahl und der Höhe der zusammengefügtten Obertönekurven. Das menschliche Stimmorgan stellt ein Blasinstrument mit schwingenden, elastischen Zungen, den Stimmbändern, dar. Bei der Angabe der verschiedenen Vokale nimmt die Mundhöhle eine charakteristische Gestalt an, so daß ihr Binnenraum hierdurch einen bestimmten Eigenton erhält, der beim Anblasen dieser Höhle durch die aus dem

Kehlkopf strömende Luft auftritt. Hierdurch werden nun dem auf eine bestimmte Höhe angegebenen Grundtone des Stimmorgans gewisse Obertöne beigesellt, die dem Stimmklange die vokale Klangfarbe erteilen. Der Vokallaut ist somit die Klangfarbe eines durch das Stimmorgan erzeugten Klanges. Die Klangfarbe rührt von der jeweiligen Zahl, der Stärke und der Höhe der Obertöne her, und diese hängen von der Stellung der Mundhöhle bei der Angabe der verschiedenen Vokale ab.

Die Physik versteht unter Tönen nur die Eindrücke, die durch reine Pendelschwingungen hervorgebracht werden, unter Klängen dagegen die Eindrücke aus Schwingungen, die sich in mehrfache Pendelschwingungen zerlegen lassen. Nahezu einfache Töne sind die der Flöte und der weiten gedeckten Pfeifen, namentlich wenn sie schwach angeblasen werden. Nun lehrt die Erfahrung, daß nur diejenigen Klänge einen angenehmen Eindruck auf unser Ohr machen, die sich aus Tönen zusammensetzen, deren Schwingungszahlen in einem einfachen Verhältnis zueinander stehen, und zwar ist der Eindruck um so angenehmer und harmonischer, je kleiner die Zahl ist, die das Verhältnis der Wellenlängen ausdrückt, je größer es ist, um so unangenehmer die Dissonanz. Wenn eine Saite schwingt, so schwingt einmal die ganze Saite, daneben aber entstehen Schwingungen einer jeden Hälfte, die zweimal so oft in der Zeiteinheit erfolgen, weiter auch Schwingungen eines jeden Drittels, Viertels und anderer Abschnitte, so daß die Schwingungen der ganzen Saite wohl den Grundton hervorbringen, die der halben, der drittel, der viertel Saite aber den ersten, den zweiten, den dritten sogenannten *Oberton*.

Gerade so nun, wie ein Klang in seinen Grundton und in die Obertöne zerlegt werden kann, so vermag auch das Ohr eine Analyse der Klänge vorzunehmen. Bei der *Wahrnehmung der Klänge* zerlegt das Ohr die komplizierten Wellenformen der Klänge in ihre Komponenten und vermag sie bei gehörig geschulter Aufmerksamkeit einzeln zum Bewußtsein zu bringen. Es unterscheidet als verschiedene Klangfarben nur verschiedene Zusammensetzungen aus diesen einfachen Tonempfindungen. Diese Zerlegung der komplizierten Schwingungen der Klänge in einfach pendelartige Schwingungen stellt eine sehr auffallende Eigenschaft des Ohres dar. Zur Erklärung dieser besonderen Fähigkeit des Ohres hat Helmholtz eine Theorie aufgestellt, die als Resonanztheorie bezeichnet wird, weil sie im Ohre das Vorhandensein von Apparaten annimmt, die auf verschiedene Tonhöhen abgestimmt sind und bei Angabe dieser Töne durch Resonanz in Mitschwingung geraten. Singt man kräftig bei gehobener Dämpfung

gegen die Saiten des offenen Klaviers den Vokallaut „a“ auf eine bestimmte Note, so bringt man alle diejenigen, und zwar nur diejenigen Saiten in Mitschwingung, deren Töne in dem Vokalklange sind. Könnten wir nun jede Saite eines Klaviers mit einer Nervenfasern so verbinden, daß die Nervenfasern erregt und empfinden würde, so oft die Saite in Bewegung geriete, so würde in der Tat genau so, wie es im Ohr wirklich der Fall ist, jeder Klang, der das Instrument trifft, eine Reihe von Empfindungen erregen, genau entsprechend den pendelartigen Schwingungen, in welche die ursprüngliche Luftbewegung zu zerlegen wäre. Somit würde die Existenz jedes einzelnen Obertones genau ebenso wahrgenommen werden, wie es vom Ohre wirklich geschieht. Die Empfindungen verschiedenen hoher Töne würden unter solchen Umständen verschiedenen Nervenfasern zufallen und daher ganz getrennt und unabhängig voneinander zustande kommen. Und in der Tat läßt der innere Bau des Ohres die Annahme zu, daß in ihm ähnliche Einrichtungen vorhanden sind; denn es findet sich das Ende einer jeden Nervenfasern der Gehörnerven mit kleinen elastischen Teilen verbunden, von denen wir annehmen müssen, daß sie durch die Schallwellen in Mitschwingung versetzt werden. Anfänglich schien es, daß die Cortischen Bögen diese für die einzelnen Töne abgestimmten und durch ihre Mitschwingung die Nerven erregenden Apparate seien. Da jedoch die Amphibien und Vögel, die sicherlich musikalische Klänge zu empfinden vermögen, keine solche Bögen besitzen, so werden nun die gespannten radiären Fasern der Grundmembran, auf der das Cortische Organ ruht, und die in dem ersten Schneckengang am kürzesten sind und gegen die Schneckenkuppel hin länger werden, als diese mitschwingenden Saiten aufgefaßt. Es entspräche so einem einfachen Tone eine mitschwingende, saitenähnliche Faser der Grundmembran. Die Stimme mancher Vögel umfaßt mehrere Oktaven, woraus zu folgern ist, daß auch ihr Gehörorgan einem solchen Umfange entspricht, denn der Vogel singt, damit ein anderer Vogel ihn hört. Sind doch immer nur die Männchen die guten Sänger, doch wohl, um von den Weibchen gehört zu werden. Daß der Vogel ebensoviele Töne unterscheidet als er singt, geht ganz unzweifelhaft daraus hervor, daß einer die Singweise von einem anderen ablernt. Unter normalen Verhältnissen werden die Nerven, die in der Schnecke endigen, nur durch die Schallwellen der Luft erregt. Diese Wellen versetzen zunächst das Trommelfell in Mitschwingungen. Sie übertragen sich durch die Gehörknöchelchen auf die Membran, die mit dem Fuße des Steigbügels verwachsen ist und das ovale Fenster verschließt.

Die Schwingungen dieser Membran können sich nur durch den ganzen, flüssigen Inhalt der Schnecke fortpflanzen, da die Membran des runden Fensters nachgiebig ist und allen Druckschwankungen folgt. Es pflanzt sich daher die Wellenbewegung von dem ovalen Fenster durch die Vorhof- und Paukenhöhlentreppe zur Kuppe der Schnecke und von da durch die Paukenhöhlentreppe zum runden Fenster fort. Doch ist es wenig wahrscheinlich, daß die Wellen sich durch die Verbindungsöffnung zwischen Vorhof- und Paukentreppe gut fortpflanzen können. Der Widerstand ist zu groß. Wahrscheinlicher erscheint, daß sich die Wellenbewegung der Vorhof- und Paukentreppe durch das häutige Spiralblatt, die Grundmembran, auf die Flüssigkeit der Paukenhöhlentreppe überträgt, und daß auf dem ganzen Wege die auf der Grundmembran endigenden Nerven erregt werden.

Wenn zu gleicher Zeit zwei verschieden hohe Töne zum Ohre gelangen, so verursachen sie je nach ihrer Höhendifferenz verschiedenartige Empfindungen. Verhalten sich die Schwingungszahlen der beiden Töne zueinander wie die Einfachen zur Vielfachen, also wie eins zu zwei zu drei zu vier usw., so entsteht also für unser Ohr der Eindruck vollendeter *Harmonie* oder Konsonanz. Stehen die Schwingungszahlen beider Töne aber in dem Verhältnis der Einfachen zur Vielfachen, so müssen offenbar, wenn beide Schwingungen gleichzeitig erfolgen, Interferenzen entstehen. Es kann nun nicht mehr stets Wellenberg mit Wellenberg und Tal mit Tal zusammenfallen, sondern entsprechend der Größe der Differenz beider Schwingungszahlen muß es an gewissen Stellen zum Zusammentreffen von Wellenberg und Wellental kommen, und hierdurch muß jedesmal, wenn Wellenberg und Wellenberg oder wenn Wellental und Wellental zusammenfallen, eine Verstärkung der Tonwirkung stattfinden, aber wenn Wellenberg und Wellental sich treffen, eine Schwächung. So entsteht der Eindruck von Schwankungen der Tonintensität, die als Stöße oder Schwebungen bezeichnet werden. Die Zahl dieser Schwebungen in einer Sekunde ist gleich der Differenz der Schwingungszahlen der beiden Töne. Zwei Töne von dreiunddreißig und vierunddreißig Schwingungen pro Sekunde geben also in einer Sekunde je einen Stoß. Bei gleicher relativer Höhendifferenz beider Töne sind die Stöße um so seltener, je tiefer die beiden Töne liegen, und um so häufiger, je höher beide sind. Zwei Töne von sechsundsechzig und achtundsechzig Schwingungen geben bei gleicher relativer Höhendifferenz wie im eben angeführten Beispiel zwei Stöße in einer Sekunde. Nun bringen diese Schwingungen oder Stöße auf unser Ohr je nach ihrer Häufigkeit in der Sekunde

einen sehr verschiedenartigen Eindruck hervor. Erfolgen sie in nicht zu kleinen Zeitabständen hintereinander, so lassen sie sich völlig isoliert als einzelne Verstärkungen mit nachfolgenden Schwächungen des Tones wahrnehmen. Sie bewirken somit die Empfindung völlig isolierter Stöße. Wenn sie aber schneller nacheinander erfolgen, so tritt die hierdurch bewirkte Ungleichmäßigkeit des Rauhen und Wirren hervor, die wir als *Disharmonie* bezeichnen. Der höchste Grad solcher Disharmonie entsteht, wenn innerhalb einer Sekunde dreiunddreißig Schwebungen erfolgen. Stellen sich die Schwebungen durch eine Zunahme der Differenz der Schwingungszahlen beider Töne jedoch noch häufiger als zu dreiunddreißig in einer Sekunde ein, so nimmt die Empfindung der Disharmonie allmählich wieder ab, und zwar um so mehr, je häufiger die Schwebungen erfolgen. Die Empfindung schreitet dann von mäßig disharmonischen Tonverhältnissen wieder zu mehr und mehr konsonierenden und endlich selbst bis zu wohl lautenden hinüber.

Obwohl der tiefste, vom Ohr erkennbare Ton durch sechzehn Schwingungen in der Sekunde hervorgebracht wird und der höchste durch siebenundzwanzigtausenddreihundertsechzig, so umfassen die in der Musik verwerteten Töne doch nur acht Oktaven, nämlich die Subkontraoktave, die Kontraoktave, die große Oktave, die ungestrichene Oktave, die eingestrichene Oktave, die zweigestrichene Oktave, die dreigestrichene Oktave und die viergestrichene Oktave. Die Subkontra beginnt mit sechzehn Schwingungen in der Sekunde, die viergestrichene Oktave hört mit dreitausendacht Hundertvierzig auf. Der tiefste Ton der Orchestermusik ist das Kontra-E des Kontrabasses. Neuere Klaviere und Orgeln gehen gewöhnlich nach unten bis zum Contra-C, wohl auch bis A, größere Orgeln bis zum Subkontra-C, während nach oben die Klaviere meist bis zum dreigestrichenen A gehen. Der höchste Ton des Orchesters ist das fünfgestrichene C der Pikkoloflöte mit viertausendeinhundert Schwingungen in der Sekunde, die höheren Töne machen auf das Ohr einen unangenehmen Eindruck und werden deshalb in der Musik nicht verwertet. Der höchste hörbare Ton, dessen Schwingungszahl wir eben angegeben haben, ist das siebengestrichene A. Es liegt fast drei Oktaven höher als der höchste in der Musik angewandte Ton und wird nur von wenigen Menschen gehört. Zu den acht Oktaven der Musik kommen nach oben also noch fast drei hörbare Oktaven hinzu. Nach unten indessen fällt die Grenze der Hörbarkeit mit der musikalischen Grenze nahezu zusammen. Das Subkontra-C, das sechzehn Schwingungen in der Sekunde macht,

wird von vielen Menschen nur noch gehört, wenn es laut von der Orgelpfeife angestimmt wird. Noch tiefere Töne, bis zu elf Schwingungen herab, werden auch nur von wenigen Menschen gehört. Im ganzen kann sich also die Aufnahmefähigkeit des menschlichen Gehörs über höchstens elf Oktaven erstrecken.

Da auch beim Hören mit einem Ohre eine Erkennung der *Schallrichtung* möglich ist, so kann die Frage, welche Momente dafür in Betracht kommen, noch nicht als völlig gelöst gelten. Im übrigen wird die Richtung, aus der mit Geräuschen verknüpfte Klänge kommen, leichter als diejenige erkannt, aus der die Töne herkommen. Ob die Stellung der Ohrmuscheln, die wie Fangtrichter der Schallstrahlen funktionieren, für die Schätzung der Richtung, aus der diese kommen, von Bedeutung ist, dürfte fraglich sein. Man unterscheidet aber viel schwieriger die Schallrichtung, wenn die Muscheln dem Kopfe unmittelbar fest angedrückt gehalten werden, und setzt man die beiden Hohlhände so vor die Muscheln, daß ihre Höhlungen nach hinten offen sind, so wird ein von vorn her erklingender Schall leicht für einen aus rückwärts liegender Richtung herkommenden gehalten. Nach mancher Anschauung ist allerdings die Ohrmuschel für die Beurteilung der Schallrichtung bedeutungslos. Über die Entfernung der Schallquelle vom Standort des Hörenden gibt die Stärke der Schwingungen gewöhnlich einen ausreichenden Anhalt, die ein jeder bei den bekannten Schallarten allmählich durch die Erfahrung kennengelernt hat. Es kommen hierbei jedoch vielfache Täuschungen vor.

Neben den objektiven gibt es auch eine Reihe von *subjektiven Gehörsempfindungen*. Zu ihnen gehören das Nachklingen, zumal intensiver und anhaltender Klänge, und das Ohrensausen, das häufig in einer abnormen Blutbewegung im Ohre begründet ist. Auch abnorme Druckverhältnisse im Labyrinth können subjektive Geräusche veranlassen. Dann gibt es ohne jeden Zweifel auch subjektive Empfindungen rein nervöser Natur. So ist das sogenannte Ohrenklingen auf krampfartige Spannung des Spannmuskels des Trommelfells oder auf Zirkulationsstörungen zurückzuführen. Auch können manche Gifte, wie beispielsweise Chinin, subjektive Geräusche erzeugen. Wahrnehmungen, die von Vorgängen herühren, die innerhalb des Ohres erfolgen, sind das Hören des Pulsschlagens in den umgebenden Arterien und sausende Stromgeräusche des Blutes, die besonders stark hörbar werden bei einer verstärkten Resonanz im Ohre, wie sie ein Verschuß des Gehörganges oder der Paukenhöhle und

auch Flüssigkeitsansammlung in dieser bedingen, aber auch schon bei gesteigerter Herzaktion oder bei Überempfindlichkeit des Gehörnervs in die Erscheinung treten können. Auch das Ohr kann die Erscheinungen der Ermüdung zeigen, und zwar beschränkt sich diese nur auf denjenigen Ton oder diejenige Tongruppe, denen es ausgesetzt war, wogegen seine Aufnahmefähigkeit für andere Töne keine Beeinträchtigung erleidet. Schon nach wenigen Sekunden tritt bereits die vollständige Erholung wieder ein. Bei manchen Menschen ist die Wahrnehmung von Tönen mit dem Auftreten subjektiver Farbeindrücke oder Lichtempfindungen verbunden. So kann besonders der Trompetenton mit der Wahrnehmung von Gelb verknüpft sein. Aber auch andere Kombinationen kommen vor. Mancher wird bei genügender Aufmerksamkeit das schon an sich selbst erfahren haben. So wird nicht selten bei intensivem, scharfem Schall eine Miterregung von Gefühlsnerven herbeigeführt, wie z. B. das Kälteschauern, das manche Leute beim Quietschen eines Schiefersteins oder bei ähnlichen Schrelltönen empfinden. Überhaupt bestehen *zwischen allen Sinnesorganen analoge Wechselbeziehungen*. Die Beschattung der Augen schwächt meist das Hören. Subjektive Gehörsempfindungen werden durch Licht beträchtlich gesteigert. Geschmacksempfindungen werden durch Rot und Grün oftmals verstärkt. Dergleichen gibt es noch mancherlei.

Es wird heute in der Medizin fast allgemein nur die Schnecke als Endorgan des Gehörsinnes angesehen. Die übrigen Teile des Labyrinths, die Säckchen also und die Bogengänge, die auch zusammen als Vorhofsapparat bezeichnet werden, haben nichts mit den akustischen Wahrnehmungen zu tun. Sie vermitteln vielmehr die *Empfindungen der Lage und der Bewegungen des Kopfes* und mittelbar die des ganzen Körpers. Diese Empfindungen werden unter einer nicht sehr treffenden Bezeichnung als statischer Sinn zusammengefaßt. Als das spezifische Endorgan dieses Sinnes ist eben der Vorhofsapparat anzusehen. Vor hundert Jahren schon wurde entdeckt, daß Zerstörung der halbzirkelförmigen Kanäle, der Bogengänge des Labyrinths, bei Tauben auffallende Bewegungsstörungen zur Folge hat. Besonders charakteristisch ist dabei die pendelnde Bewegung des Kopfes in der Richtung der Ebene des verletzten Bogenganges. Wird der horizontale Bogengang durchschnitten, so dreht sich der Kopf der Taube abwechselnd nach rechts und links. Diese Drehungen treten besonders hervor, wenn das Tier Bewegungen macht. In der Ruhe treten sie zurück. Eine solche Erscheinung kann selbst monatelang dauern. Die Verletzung der hinteren vertikalen Gänge verursacht dagegen starke auf-

und niedergehende Nickbewegungen, wobei das Tier nicht selten nach vorn und nach hinten überstürzt. Die Verletzung der oberen vertikalen Bogengänge endlich bewirkt ebenfalls pendelnde Vertikalbewegungen des Kopfes mit öfterem Vornüberfallen. Bei Zerstörung aller Gänge des Vorhofsapparates erfolgen vielfach verschiedene pendelnde Kopfbewegungen, die das Stehen unmöglich machen. Diese Erscheinungen nach der Verletzung der Bogengänge wurden durch die Annahme erklärt, daß diese ein Sinneswerkzeug für das Gleichgewicht des Kopfes darstellen, wobei man unterscheiden muß zwischen den Empfindungen, die durch die Bogengänge, und denjenigen, die durch die Säckchen vermittelt werden. Die Bogengänge stellen das Organ für die Empfindung der Beschleunigung bei Drehbewegungen des Kopfes und damit des Körpers dar. Bei jeder Drehbewegung des Kopfes wird im Anfang der Bewegung infolge der Trägheit die Endolymphe in demjenigen Kanal, in dessen Ebene die Drehung erfolgt, etwas gegen die Wände des Ganges zurückbleiben und also eine Strömung im entgegengesetzten Sinne ausführen müssen. Dadurch aber werden die Haare der Sinneszellen in den Ampullen, die in das Innere des Kanales hineinragen, erregt. Ist die Bewegung dann eine gleichförmige geworden, so bewegen sich nun der endolymphatische Inhalt und die Wand des Kanales mit der gleichen Geschwindigkeit, und die Haare der Sinnesepithelien kehren wieder in ihre Ruhelage zurück. Es findet also keine Erregung mehr statt. Wird dann aber die Drehbewegung schließlich wieder verlangsamt, kommt es also zu einer negativen Beschleunigung und gelangt sie endlich zum Stillstand, so wird die Endolymphe infolge der Trägheit sich noch einen Augenblick im Kanal weiterbewegen und so wiederum zu einer Erregung der Haare der Sinnesepithelien Veranlassung geben. Es findet also nur bei einer positiven und einer negativen Beschleunigung der Drehbewegung eine Erregung der Nervenendigungen in den Ampullen statt, nicht aber bei gleichmäßiger Geschwindigkeit der Bewegung. In der Tat wird eine Drehbewegung, sobald sie eine gleichförmige Geschwindigkeit erlangt hat, nicht mehr als solche empfunden, natürlich bei geschlossenen Augen und bei Vermeidung aller willkürlichen Kopfbewegungen, sondern wir empfinden nur den Anfang und das Ende der Bewegung, solange eine Zunahme oder eine Abnahme der Geschwindigkeit stattfindet. Nach einem plötzlichen Anhalten der Bewegung haben wir das Gefühl einer Drehung im umgekehrten Sinne, den sogenannten Drehschwindel, Beobachtungstatsachen, die mit der Theorie im besten Einklange stehen. Gegenüber den Bogengängen stellen die Säckchen das

Organ für die Empfindung der Lage des Kopfes im Raume dar. Im Gegensatz zu den Vorgängen in den Bogengängen, in denen eine Erregung der Nervenendigungen nur während der Beschleunigung einer Drehbewegung stattfindet, werden in den Säckchen durch die Schwerkraft dauernde Erregungen ausgelöst, indem die Otolithen, jene kleinsten Kristallgebilde, infolge ihrer Schwere bei den verschiedenen Stellungen des Kopfes jedesmal einen andersartigen Druck oder Zug auf die Sinneshaare der Gehörstreifen ausüben. So wird uns die Empfindung der Lage, in der sich in jedem Augenblick unser Kopf zur Senkrechten befindet, vermittelt. Außerdem können die Säckchen aber auch die Empfindung der Beschleunigung bei geradliniger Progressivbewegung vermitteln, die auf die Endolymphe der Bogengänge keine Wirkung ausüben kann, indem die Otolithen infolge der Trägheit im Sinne der Bewegung zurückbleiben und so Verbiegung der Sinneshaare bewirken. Doch ist die Empfindung der Progressivbeschleunigung nur schwach vorhanden. Weiter gehen aber vom Vorhofapparat außer den Erregungen, die uns die bewußte Wahrnehmung der Lage und der Beschleunigung der Bewegungen vermitteln, auch noch reflektorische Erregungen aus, die für die unbewußt vor sich gehende Aufrechterhaltung des Körpergleichgewichts und die Regulierung der Körperbewegungen von grundlegender Bedeutung sind. Das Labyrinth beherrscht auf reflektorischem Wege den Spannungsgrad der gesamten Muskulatur. Man spricht von einer Labyrinthspannung. Nach beiderseitiger Zerstörung des Labyrinths tritt daher auch eine ausgesprochene Schlaffheit der ganzen Muskulatur auf. Bei den verschiedenen Bewegungen des Kopfes und des ganzen Körpers erfolgen reflektorische Bewegungen der Augen oder des Kopfes, durch welche die Augen ihre ursprüngliche Ruhestellung beizubehalten streben. Nach einer Zerstörung der Labyrinththe fallen diese Augenbewegungen fort. Andererseits wird durch Reizungen des Vorhofapparates unwillkürliches Hin- und Herschwanen der Augäpfel ausgelöst, das sich aus einer langsamen Bewegung des Auges in der einen Richtung und einer darauffolgenden ruckartigen Rückbewegung zusammensetzt. Die Richtung dieses Augenzitterns wird nach der schnellen Rückbewegung bezeichnet. Legt man auf die geschlossenen Augenlider je zwei Finger und dreht sich schnell auf den Fersen im Kreise herum, so fühlt man deutlich das Hin- und Herschwanen der Augäpfel.

Die *menschliche Stimme* ist derjenige Klang, der durch die Schwingungen der angespannten wahren Stimmbänder des Kehlkopfes erzeugt wird. Die Einrichtung des Kehlkopfes (s. Abb. 118) entspricht aber

nicht etwa dem Stimmwerk der sogenannten membranösen Zungenpfeifen mit durchschlagender Zunge, sondern dem der Polsterpfeifen oder der Gegenschlagpfeifen. Die Stimmbänder schwingen also nicht in der Längsrichtung des Stimmkanals auf und ab, sondern in der Querrichtung, also gegeneinander. Wird bei einer Pfeife durch ein unter den Zungen angebrachtes Rohr, durch ein Windrohr, Luft gegen die Zungen geblasen, so weichen sie in dem Momente aus, in welchem die Spannung der Luft ihre eigene elastische Spannung übertrifft. Hierdurch entweicht dann plötzlich eine größere Menge von Luft, die Luftspannung nimmt dann sehr schnell ab, und die Zunge kehrt in ihre frühere Lage wieder zurück, um danach aufs neue dieselbe Bewegung zu wiederholen. So entstehen abwechselnd Verdichtungen und Verdünnungen der Luft, und diese erzeugen wie bei der Sirene den Klang, nicht aber etwa die Schwingungen der Zungen selbst. Der oberhalb der Zungen liegende Abschnitt des Luftkanals wird das Ansatzrohr genannt. Beim menschlichen Stimmwerkzeug wird es durch den oberen Teil

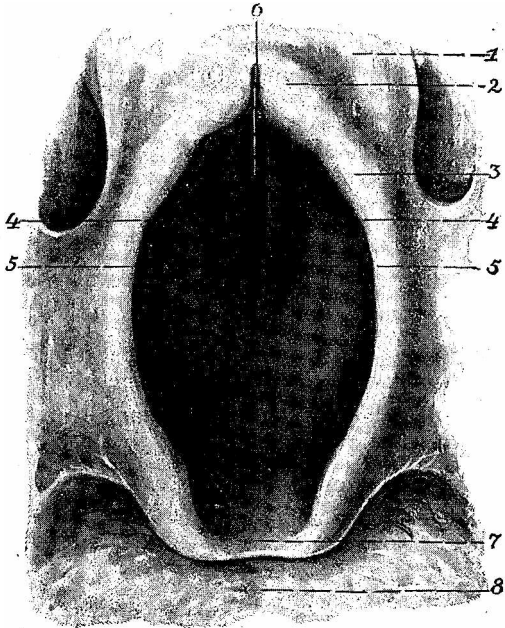


Abb. 118. Kehlkopf von oben.

1. Hintere Wand des Kehldeckels, 2. und 3. Gießbeckenknorpel, 4. Stimmbänder, 5. falsche Stimmbänder, 6. Stimmritze, 7. Kehlkopfwand, 8. Luft-
röhre.

des Kehlkopfes, durch den Rachen, und weiterhin durch die in zwei Etagen übereinanderliegende Mundhöhle und Nasenhöhle gebildet (vgl. Abb. 119). Das Ansatzrohr wird bei der Klangerzeugung mit angeblasen. Es mischt seinen Eigenton dem Klange des Stimmwerks bei und vermag auf diese Weise gewisse von dessen Teiltönen zu verstärken. Von der Gestalt dieses Ansatzrohres hängt wesentlich der individuelle, charakteristische Stimmklang ab. Sehr wichtig dabei ist außerdem, daß die Gestalt des Ansatz-

rohres willkürlich durch gewisse Bewegungen der Mundteile verändert werden kann, wodurch der Stimmklang in bestimmter Weise beeinflusst wird. Wie die Stimmbildung beim Menschen zustande kommt, läßt sich auch auf experimentellem Wege zeigen. Schneidet man aus einer menschlichen Leiche den Kehlkopf mit der Luftröhre heraus und bläst Luft in die Luftröhre, etwa mit Hilfe eines Blasebalgs, so entstehen Töne, die denen der menschlichen Stimme sehr nahekommen. Es läßt sich auch zeigen, daß diese Töne in der unteren Stimmritze entstehen, denn wird unterhalb dieser eine Öffnung in der Luftröhre angebracht, so hört die Stimme sofort auf und kehrt erst wieder, sobald die Öffnung geschlossen wird. Eine Öffnung oberhalb der unteren Stimmritze dagegen hebt die Stimmbildung nicht auf. Es lassen sich alle Teile oberhalb von ihr abtragen, ohne daß die Stimme verschwindet. An einem solchen Präparat hört man dann nicht nur die Stimme, man sieht auch die Vibrationen der Stimmbänder. Wie wir soeben erwähnten, lag es nahe, zu vermuten, daß die Stimmbänder ihre Schwingungen auf die Luft übertragen und so die Töne der menschlichen Stimme in ähnlicher Weise hervorbringen, wie das bei der Äolsharfe geschieht. Dies ist aber nicht der Fall, sondern die Stimmbänder verschließen und öffnen bei ihren Schwingungen die Stimmritze abwechselnd. Bei jeder Öffnung dringt verdichtete Luft in den oberen Teil des Kehlkopfes ein, und durch die Zerlegung des Luftstromes in eine Reihe einzelner Stöße entstehen die Luftwellen in analoger Weise, wie bei den Sirenen und bei den Zungenpfeifen. Hiervon kann man sich übrigens auch am lebendigen Kehlkopf überzeugen, indem einem singenden Menschen ein schräger Spiegel, ein Kehlkopfspiegel, in die Rachenhöhle hineingehalten wird (s. Abb. 120 und 121). Man sieht dann in diesem die Stimmbänder sehr ausgiebige Schwingungen machen, wobei die Stimmritze ganz eng geschlossen wird (s. Abb. 122). Die Zahl der Öffnungen und Schließungen der Stimmritze richtet sich also nach der Schwingungsdauer der Stimmbänder und diese nach den bekannten allgemeinen Gesetzen schwingender Saiten. Eine Saite schwingt um so rascher, je geringer ihre Masse ist und je größer die Kraft, die sie in ihre Gleichgewichtslage zurücktreibt. Die Stimmbänder schwingen also um so rascher, und der Ton der Stimme ist um so höher, je stärker sie gespannt sind. Bei gleicher Spannung aber schwingen sie um so langsamer, je länger und je dicker sie sind.

Die Höhe des Stimmtones hängt zunächst von der Länge der Stimmbänder ab. Kinder und Frauen mit kürzeren Stimmbändern erzeugen

höhere Töne. Die Stimme der Frau liegt ungefähr eine Oktave höher als die des Mannes. Verschiedenheiten in der Höhe der Stimme beruhen auf einer verschiedenen Länge und Dicke der Stimmbänder. Die längsten und die dicksten Stimmbänder haben die ausgewachsenen Männer, die kürzesten dagegen die kleinen Kinder. Die Stimmbänder wachsen bekanntlich allmählich bis zur Geschlechtsreife. Dann nehmen sie bei der Frau

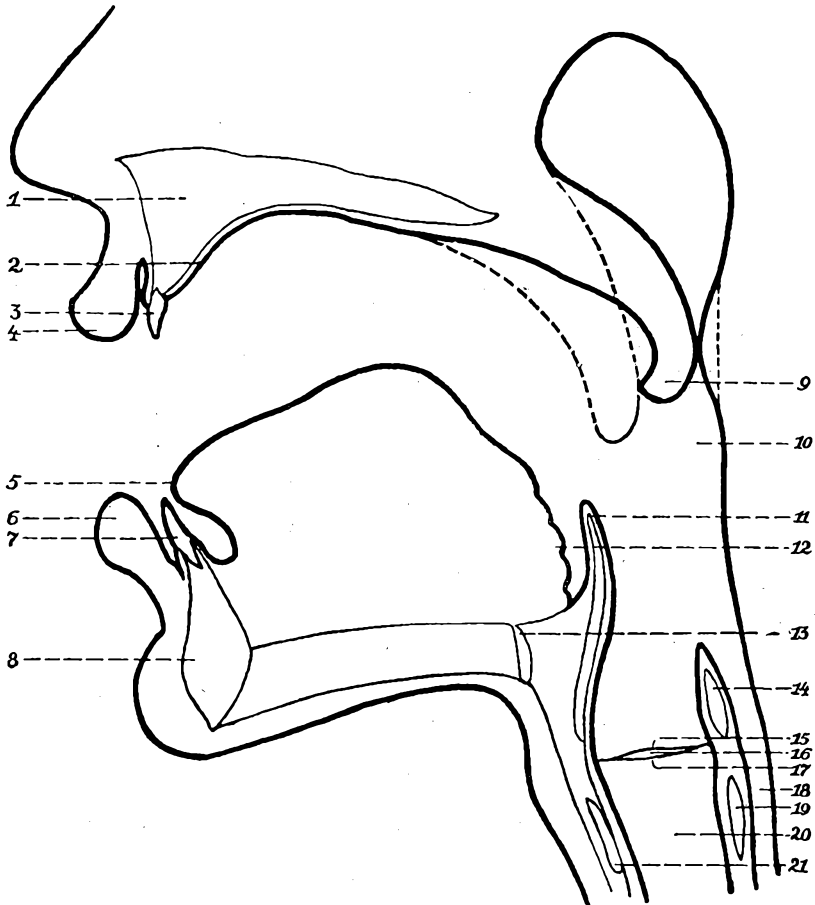


Abb. 119. Durchschnitt durch die Sprachorgane. Die punktierten Linien deuten die Öffnung der Nasenhöhle bei herabhängendem Gaumensegel an.

1. Oberkieferbein, 2. Alveolen, 3. Schneidezahn, 4. Oberlippe, 5. Zungenspitze,
6. Unterlippe, 7. Schneidezahn, 8. Unterkieferbein, 9. Zäpfchen, 10. Rachenhöhle,
11. Kehldeckel, 12. Zungenwurzel, 13. Zungenbein, 14. Stellknorpelmuskel,
15. Taschenband, 16. Stimmritze, 17. Stimmband, 18. Speiseröhre, 19. Ringknorpel,
20. Luftröhre, 21. Schildknorpel.

nur noch wenig zu, sie behält die Sopranstimme oder die Altstimme der Kinder für ihre Lebenszeit. Beim Manne aber wachsen zur Zeit des sogenannten Mutierens die Stimmbänder plötzlich stark weiter, die Stimme geht je nach der Entwicklung des Kehlkopfes in den Tenor oder den Baß

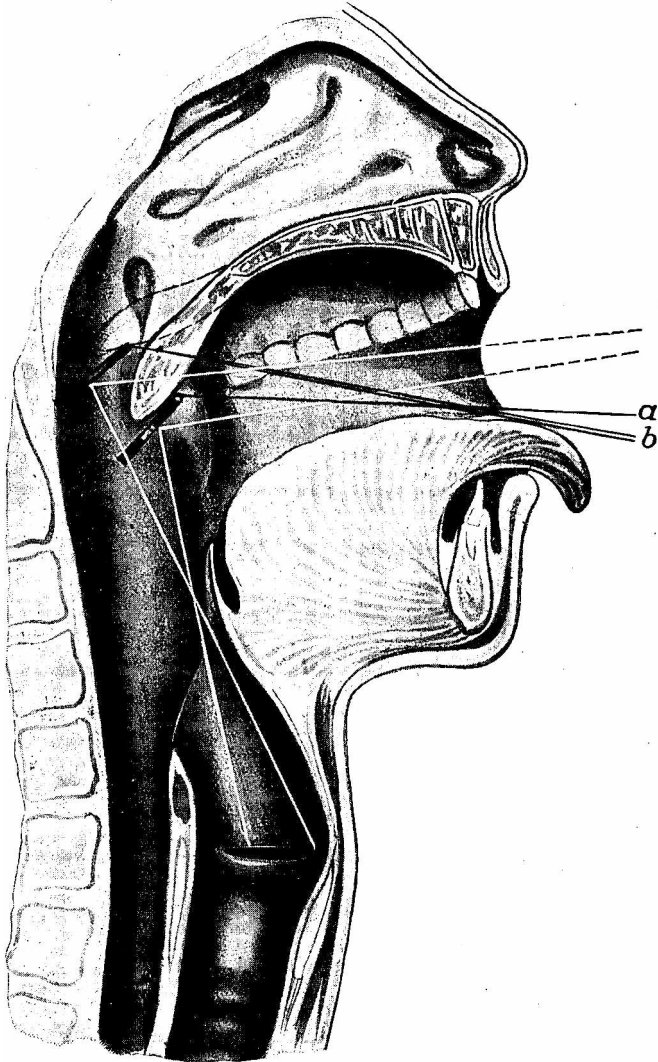


Abb. 120. Senkrechter Durchschnitt durch den Kopf und Hals, um die Anwendung des Kehlkopfspiegels zu zeigen. Man sieht mittels des Kehlkopfspiegels *a* den hinteren Teil, *b* den vorderen Teil der Stimmritze.

über. Werden Knaben vor der Zeit des Mutierens kastriert, so behalten auch sie die Kinderstimme bei. Werden die Gießbeckenknorpel durch die Wirkung der queren und schiefen Gießbeckenmuskeln straff gegeneinander gepreßt, so daß nur die Stimmbänder selbst schwingen können, nicht jedoch die Zwischenknorpelteile zwischen den Stimmfortsätzen, so ist der Ton erhöht. Beim Angeben tiefer Töne müssen die Stimmbänder zusammen mit dem Gießbeckenknorpel schwingen. Man unterscheidet an der Stimme das Kopfregister, bei dem sie anscheinend aus der Kehle hervordringt, und das Brustregister, wobei der Brustkorb erschüttert wird, und die Stimme gewissermaßen aus der Tiefe der Brust zu dringen scheint. Das Kopfregister mit seinem weichen Timbre und der fehlenden Resonanz im Windrohre nennt man auch Falsett oder Fistelstimme. Es wird angenommen, daß bei der Falsettstimme die Stimmbänder durch Knotenlinien, die parallel dem Stimmbandrande verlaufen, sich in Abteilungen teilen, die getrennt voneinander schwingen. Ein derartiger Mechanismus ist aber bei der Falsettstimme sicher nicht vorhanden. Tatsächlich finden hierbei die Schwingungen nur in einer ziemlich abgegrenzten Randzone statt, während der übrige Teil des Stimmbandes fast stillsteht. Auch bleibt beim Falsett die Stimmritze dauernd offen und wird während der Schwingungen nur erweitert und verengt.

Der *Umfang der menschlichen Stimme* umfaßt ungefähr zwei Oktaven, und zwar reicht der Baß vom großen E bis zum eingestrichenen E, der Bariton vom großen G bis zum eingestrichenen G, der Tenor vom großen H bis zum eingestrichenen H, der Kontraalt vom ungestrichenen E bis zum zweigestrichenen E, der Alt vom ungestrichenen G bis zum zweigestrichenen G, der Sopran vom ungestrichenen H bis zum zweigestrichenen H. Jedes Individuum hat sein charakteristisches Stimmtimbre, das von der Stellung aller zum Stimmorgan gehörigen Hohlräume abhängt.

Die *Bewegungsvorgänge*, die der Sprache zugrunde liegen, vollziehen sich im Ansatzrohre, in der Rachenhöhle, in der Mundhöhle und der Nasenhöhle. Sie bestehen also in der Erzeugung von Klängen und

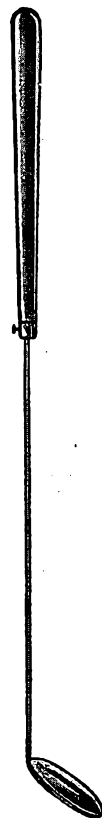


Abb. 121.
Kehlkopfspiegel.

Geräuschen. Entstehen diese für sich allein, während das Stimmwerk ruht, so wird Flüstersprache gebildet, schwingen jedoch gleichzeitig die Stimmbänder mit, so entsteht die laute Sprache. Die Flüstersprache kann aber auch in bedeutender Stärke angegehen werden, alsdann erfordert sie in dessen ein sehr starkes Anblasen, weshalb sie so sehr ermüdet. Sie kann sowohl bei der Einatmung wie bei der Ausatmung ausgeführt werden, im Gegensatz zur lauten Sprache, die beim Einatmen nur vorübergehend und undeutlich erklingt. Beim Sprechen findet stets eine Beteiligung des weichen Gaumens statt, der sich bei jedem Worte hebt.

Die Sprache setzt sich, wie bekannt, aus Vokalen und aus Konsonanten

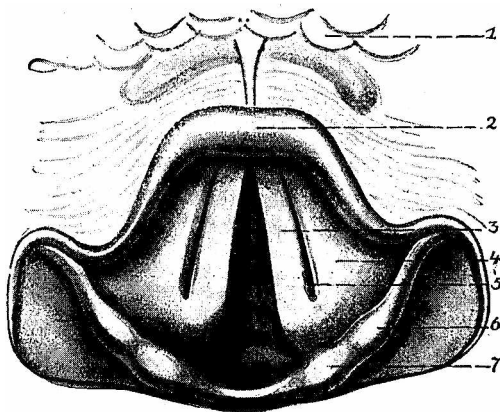


Abb. 122. Das Innere des Kehlkopfes, mittels des Kehlkopfspiegels gesehen.

1. Zungenwurzel, 2. Kehldeckel, 3. Stimmband,
4. Taschenband, 5. Morgagnische Tasche, 6. Wrisbergsches Knorpelchen, 7. Santorinisches Knorpelchen.

zusammen. Bei der Flüstersprache ist der *Vokal* der Klang der angeblasenen, charakteristisch gestalteten Mundhöhle, dem nicht allein eine bestimmte Tonhöhe, sondern auch ein charakteristisches Timbre eigentümlich ist. Die charakteristisch gestaltete Mundhöhle läßt sich daher auch als Vokalhöhle bezeichnen. Die Vokale entstehen also nicht im Kehlkopf, sondern in der Mundhöhle und in der Rachenhöhle, in dem Ansatzrohr, das

an das Stimmwerk angesetzt ist; und zwar entstehen sie durch Reflexionen, welche die Schallwellen, die aus dem Kehlkopfe herauskommen, in diesem Ansatzrohre erleiden. Durch sie werden verschiedene Arten von Nervenfasern in unserem Ohr erregt und dadurch in uns qualitativ verschiedene Tonempfindungen erzeugt, die wir mit dem Namen der verschiedenen Färbungen der Stimme belegen, und unter die Kategorie dieser verschiedenen Färbungen fallen auch die Vokale. Sie werden alle dadurch hervorgebracht, daß man dem Ansatzrohre verschiedene Dimensionen und verschiedene Gestalt gibt. Die reinen Vokale werden hervorgebracht bei geschlossener Gaumenklappe. Wird diese geöffnet, so entstehen Nasal-

laute. Man kann zwar mit zugehaltener Nase nasalieren, doch entsteht das Nasalieren nicht dadurch, daß die Luft aus der Nase ausströmt, sondern vielmehr dadurch, daß die Luft in der Nase in Mitschwingungen gerät. Wenn man sich die Nase zuhält, wird lediglich das offene Ansatzrohr in ein geschlossenes verwandelt, in dem die Luft nun im allgemeinen noch besser mitschwingt als in einem offenen. Daß wirklich bei den reinen Vokalen die Gaumenklappe geschlossen und beim Nasalieren offen ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die Flamme eines Wachsstockes derart der Nase nähert, daß sie von der ausströmenden Luft getroffen wird, nicht aber von der, die aus der Mundhöhle entweicht. Solange ein reiner Vokal gesprochen oder gesungen wird, bleibt die Flamme ruhig, sowie man nasaliert, flackert sie.

Das Anlauten der Vokale kann in zweifacher Weise erfolgen. Entweder werden sie aus der bisher geschlossenen Stimmritze angegeben, wie wir im Deutschen alle am Anfang der Wörter stehenden Vokale aussprechen. Es wird im Momente des Anlautens die bisher geschlossene Stimmritze zugleich mit der Intonierung gesprengt. Wird aber der Vokal angegeben, nachdem bereits vorher durch die geöffnete Stimmritze ein Anhauchen stattgefunden hat, dem der Vokalklang sich anschließt, dann entsteht der gehauchte Vokal. Denn auch der einfache Verschuß des Kehlkopfes, das einfache Aneinanderdrücken der Stimmbänder, ist ein Sprachelement. Werden die Vokale laut angegeben, also bei zugleich ertönendem Stimmklange, so verstärkt der Eigenton der Vokalhöhle von feststehender absoluter Höhe in charakteristischer Weise den entsprechenden, im Stimmklange vorhandenen, anteiligen Ton. Musikalisch lassen sich dementsprechend die Vokale am reinsten in der Tonhöhe angeben, in der der Stimmton Obertöne enthält, die mit dem Eigenton der angeblasenen Vokalhöhe harmonisch stimmen. Die für die Vokale charakteristischen Mundhöhlentöne brauchen keine harmonischen Obertöne des Stimmtons zu sein.

Von den *Konsonanten* beruhen nur die Laute wie m, n und ng nebst den Vokalen lediglich auf Resonanz. Sie unterscheiden sich von den Vokalen dadurch, daß bei ihnen die Mundhöhle irgendwo geschlossen wird, entweder mit den Lippen oder mit dem vorderen Teil der Zunge oder mit deren mittlerem oder hinterem Teile, während bei den Vokalen der Mundkanal in seiner ganzen Länge offen ist. Weil so diese Konsonanten ebenfalls auf Resonanz beruhen, so sind sie auch als Halbvokale bezeichnet worden. Die übrigen Konsonanten dagegen werden alle bei geschlossener Gaumenplatte gebildet, und es tritt entweder ein Verschuß

im Mundkanal ein wie bei b, p, d, t, g und k, oder es wird irgendwo ein von der Stimme unabhängiges Nebengeräusch gebildet, das für sich allein den Konsonanten repräsentiert, wie dies bei den tonlosen Konsonanten der Fall ist, oder das neben dem Tone der Stimme erscheint wie bei den tönenden Konsonanten. Die Konsonanten sind demnach Geräusche, welche die durchstreichende Exspirationsluft in der Mundhöhle in dem Moment hervorbringt, wo der Kanal an einem Punkte geschlossen oder geöffnet wird, oder wo an einer verengten Stelle eine Reibung der Luft statthat, oder wo schließlich an einer solchen verengten Stelle Schwingungen der verengenden Wand entstehen. Je nach dem Ort des Verschlusses oder der Verengung unterscheidet man die Lippen-Konsonanten b, p, w, f, m, die Zahnkonsonanten d, t, s, sz, l, r, n, und wenn der hintere Teil der Zunge und der weiche Gaumen den Verschuß bilden, die Kehllaute g, k, j, ch und ng. Eine Ausnahmestellung nimmt der Konsonant h ein. Er entsteht nicht in der Mundhöhle, sondern in der Kehle und im Rachen, wenn die Luft hindurchstreicht, ohne daß die Stimmbänder so weit geschlossen wären, daß ein Klang hervorgebracht wird. Deshalb wird er auch nicht allgemein zu den Konsonanten gerechnet. Das h hat mit diesen zwar gemeinsam, daß es gleichfalls ein Geräusch ist und kein Klang wie die Vokale, unterscheidet sich aber von den Konsonanten dadurch, daß es nicht in der Mundhöhle entsteht und nicht durch die Bildung oder die Aufhebung eines Verschlusses oder einer Verengung. Lassen sich so die Konsonanten als Geräusche, die an bestimmten Stellen des Ansatzrohres hervorgebracht werden, einteilen, so kann dies auch nach ihren akustischen Eigenschaften geschehen, nach denen sie in tönende zerfallen, in solche also, die auch ohne Vokal vernehmbar sind, wie m, n, l und r, und in stumme, zu denen alle übrigen gehören, die demnach ohne die gleichzeitige Angabe eines Vokals nicht deutlich vernommen werden können. Aber auch die Mechanik ihrer Bildung kann das Einteilungsprinzip abgeben. Man unterscheidet demnach Verschußlaute, in denen ein Verschuß durch die hindurchgepreßte Luft unter stärkerem oder schwächerem Geräusche gesprengt oder umgekehrt plötzlich der Luftstrom angebrochen wird, und Reibungs-laute, wo eine Stelle des Kanals verengt wird, so daß die Luft sich nur unter saugendem Geräusche hindurchzwängen kann. Die l-Laute stehen diesen Reibungsgeräuschen nahe, unterscheiden sich aber von ihnen, indem die enge Passage, durch welche die Luft durchgezwängt wird, nicht in der Mitte, sondern zu beiden Seiten der verschlossenen Mitte liegt. Ferner unterscheidet man Zitterlaute, wobei

die durch eine enge Stelle des Kanals hindurchgepreßte Luft die Ränder der Enge in Schwingungen versetzt, und schließlich Resonanten, die auch Nasenlaute oder Halbvokale genannt werden, und bei deren Bildung die Nasenhöhle, die bei den übrigen Lauten durch Erhebung des weichen Gaumens abgesperrt wird, völlig frei, der Mundkanal jedoch nach vorn hin an einer Stelle fest verschlossen ist, so daß die Luft durch die Nase entweicht, und je nach der Stelle des Mundverschlusses die Luft in einem größeren oder kleineren Teile der Mundhöhle in Mitschwingungen versetzt werden kann.

Lähmungen des motorischen Kehlkopfners durch Verletzungen oder Geschwulstdruck haben *Stimmlosigkeit* zur Folge. Bei einer Erweiterung des Aortenbogens wird oft der linke, rückläufige Nerv durch zu starke Dehnung gelähmt. Sind hauptsächlich die Muskeln, welche als Spanner wirken, gelähmt, so entsteht Monotonie der Stimme. Atemstörungen können bei Kehlkopflähmungen, solange die Respiration ruhig bleibt, fehlen. Sobald jedoch lebhafter geatmet werden soll, tritt wegen des Unvermögens, die Stimmritze zu erweitern, oft hochgradige Atemnot ein. Wenn nur ein einzelnes Stimmband gelähmt ist, so wird die Stimme unrein und fistelartig. Wird bei dem Versuche der Stimmangabe plötzlich die Stimmritze durch Muskelkrampf geschlossen, so entsteht die immerhin seltene, gespannte Tonlosigkeit. Schleimauflagerungen aber auf den Stimmbändern oder Rauigkeiten und Schwellungen und Lockerungen haben Heiserkeit zur Folge. Entstehen beim Sprechen bei sehr genäherten Bändern plötzlich Berührungen zwischen ihnen, so schnappt wegen der Bildung von Knotenpunkten die Stimme über, wie man zu sagen pflegt. Selbst bei gänzlicher Ausrottung des Kehlkopfes, nach welcher der Kranke durch eine Kanüle atmet, und keine Luft mehr durch die Mundhöhle entweichen kann, wird die Wiedererlangung einer ganz gut wahrnehmbaren Stimme und auch Sprache beobachtet. Der durch die Wegnahme des Kehlkopfes erzeugte Hohlraum wird hier mit Luft gefüllt, und diese durch eine verengte Stelle in die Mundhöhle hineingepreßt, wodurch ein zwar monotones, aber auffallend stimmähnliches Geräusch entsteht. Eine Lähmung des Gaumensegels bewirkt ebenso wie seine Durchlöcherung oder seine angeborene Spaltung eine nasale Klangfarbe aller Vokale, dazu die Erschwerung der normalen Bildung derjenigen Konsonanten, für die das Gaumensegel notwendig ist. Die Resonanten treten dann sehr stark hervor, während die Verschußlaute wegen des Entweichens der Luft durch die Nase geschwächt sind. Lähmungen der Zunge

erschweren das *i* und auch das *s* und *a* und sind weniger leicht ausführbar. Auch die Bildung derjenigen Konsonanten, die unter Mitwirkung der Zunge vor sich geht, ist gestört. Doch können Menschen selbst mit bedeutenden Zungendefekten wieder eine verständliche Sprache erwerben. Die Lähmung der Lippen, des Gesichtsnervs also, beeinträchtigt die Bildung der betreffenden Konsonanten. Auch die Hasenscharte wirkt hier ähnlich. Bei einer Verstopfung der Nase nimmt die Sprache einen eigenartigen Ton an. Die Bildung der Resonanten auf normalem Wege hört hier natürlich auf.

SECHSTES KAPITEL

Das Gesicht

Wir gelangen nun zu dem wunderbaren und über alles Maß erhabenen Bau des *Auges*, dieses herrlichen Organs, das wie kein anderes dazu beiträgt, uns über unsere Umwelt zu berichten, und dessen Verlust der fürchterlichste ist, der den Menschen treffen kann (s. Abb. 123). Darum hat die Natur ihm auch einen besonderen Schutz angedeihen lassen, nicht allein durch seine Lage tief im knöchernen Schädel, sondern auch anderweitig noch durch besondere Schutzorgane, die es einhüllen und Schädliches von ihm abhalten (s. Abb. 124). Wenn auch natürlich das Wesentliche am Sehapparat die beiden Augäpfel sind, die beim Sehen wie ein einziges Organ zusammenwirken, so sind diese eben zur Aufrechterhaltung ihrer so oft von äußeren Zufällen bedrohten Existenz mit Schutzvorrichtungen und Hilfsapparaten umgeben, die sie gegen äußere mechanische Beleidigungen bis auf einen gewissen Grad hin schützen können und auch ihrer durch allzu grelles Licht bewirkten Überreizung vorzubeugen vermögen, wie dies die Augenlider und die Augenbrauen tun, oder die ihre der Außenwelt zugewendete, durchsichtige Vorderseite andauernd abwaschen und reinigen, was die Aufgabe der Tränenorgane bildet, oder die sie in die zum Fixieren äußerer Gegenstände zweckmäßige Stellung bringen, wie das die Augenmuskeln besorgen.

Zum steten Abfegen und zum immer wieder erneuten Reinigen der Augen dienen die *Augenlider* (s. Abb. 126). Sie sind zwei bewegliche, durch Falten der äußeren Hautdecke gebildete und durch einen eingelagerten Knorpel gestützte Deckel oder Klappen, die sich vor dem Auge bis zum Schluß der Lidspalte einander nähern (s. Abb. 125) und wieder voneinander entfernen können. Dabei streifen sie durch diese

Bewegung an dem Auge vorüber und fegen dadurch zufällige, mechanische Behinderungen des Sehens von ihm fort, breiten aber auch die für den Glanz und für die Durchsichtigkeit des Auges notwendige Feuchtigkeit, die von den Tränendrüsen und von der Bindehaut abgesondert wird, gleichmäßig über das Auge aus. Ihre von der Willkür abhängige Bewegung setzt das Sehen unter den Einfluß des Willens. Die zwischen ihren freien glatten Rändern offene Querspalte bildet

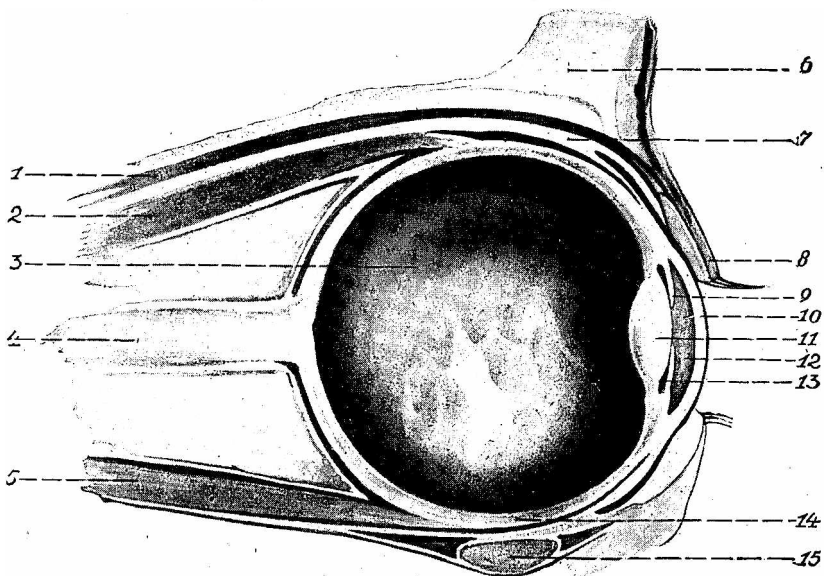


Abb. 123. Senkrechter Durchschnitt des Auges und der Augenhöhle

1. Oberlidheber, 2. gerader Augenmuskel, 3. Glaskörper, 4. Sehnerv, 5. gerader unterer Augenmuskel, 6. Fettgewebe, 7. Sehne des Oberlidhebers, 8. Lidrand mit Wimpern, 9. Iris, 10. Hornhaut, 11. Linse, 12. vordere Augenkammer, 13. hintere Augenkammer, 14. Lederhaut, 15. schräger unterer Augenmuskel.

mit ihren beiden Enden die Augenwinkel, von denen der äußere spitz zuläuft, während der innere abgerundet oder gebuchtet erscheint. Dieser freie Rand der beiden Augenlider verfügt über eine gewisse Breite und zeigt deshalb auch eine vordere scharfe Kante dort, wo die Wimperhaare stehen, und eine hintere mehr abgerundete, an der die Öffnungen der Meibomschen Drüsen sichtbar werden. Die Wimperhaare sind kurze und steife, im oberen Augenlide nach oben und im unteren nach unten gekrümmte Haare, die am oberen Augenlide länger sind als am unteren

und an beiden wieder in der Mitte der Ränder länger als gegen die Enden zu. An der Bucht des inneren Augenwinkels fehlen sie, sie unterliegen wie alle Haare einem gewissen Wechsel durch Ausfallen und Wiedererzeugung, und es findet sich in dem Haarbalge eines alten Wimperhaares das junge schon bereit, dessen Stelle einzunehmen, sobald es durch Ausfall erledigt sein wird. Auch entleeren sich in die Wurzelbälge der Wimperhaare kleine Talgdrüsen, wie in alle Haarbälge überhaupt. Die Grund-

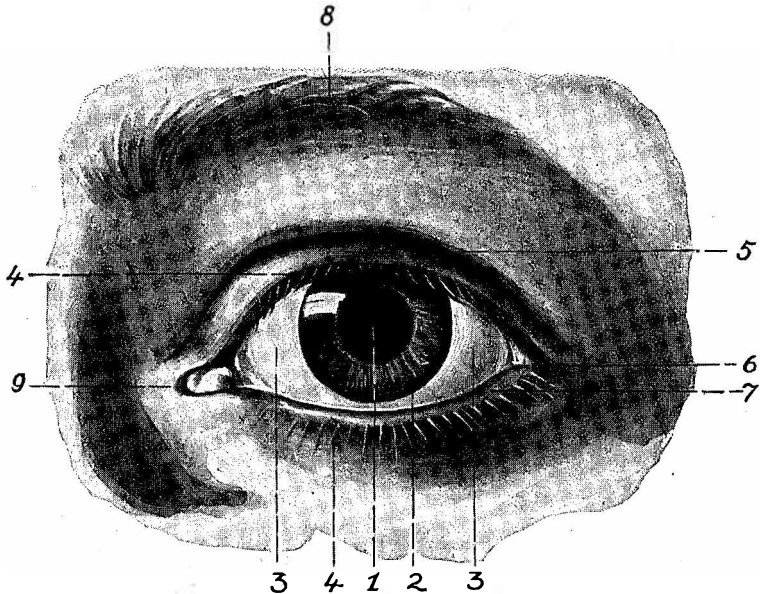


Abb. 124. Das offene Auge mit seinen Schutzmitteln.

1. Pupille, 2. Iris, 3. Vorderfläche des Auges, 4. Wimperhaare (Cilien), 5. oberes Augenlid, 6. spitzer Augenwinkel, 7. unteres Augenlid, 8. Augenbrauen, 9. innerer Augenwinkel.

lage jedes Augenlides selber bildet ein zellenarmer Faserknorpel. Er ist der vorderen Augapfelhälfte entsprechend gewölbt und verdickt sich gegen den freien Rand des Augenlides hin. Während der des oberen Augenlides den unteren an Breite und an Steifigkeit übertrifft, werden die Lidknorpel in ihrer ganzen Breite an den oberen und unteren Augenlidrand des knöchernen Schädels durch starke bindegewebige Bänder befestigt, durch das obere und das untere Augenlidknorpelband. Der innere Augenwinkel wird durch das kurze und starke Band des inneren Augenwinkels an den Stirnfortsatz des Oberkiefers, sowie der äußere Augen-

winkel durch das viel schwächere, aber breitere Band des äußeren Augenwinkels an die Augenhöhlenfläche desselben angeheftet. Auf der vorderen gewölbten Fläche der Lidknorpel liegt, nur durch eine dünne Bindegewebschicht von ihr selbst getrennt, der kreisförmige Augenlidmuskel als der eigentliche Schließer der Augenlider. Auf der hinteren vertieften Fläche der Augenlidknorpel zeigen sich die sogenannten Meibomschen Drüsen, eine Art von Talgdrüsen, deren Talg im lebenden Auge den Lidrand dauernd beölt, um das Überfließen der ständig

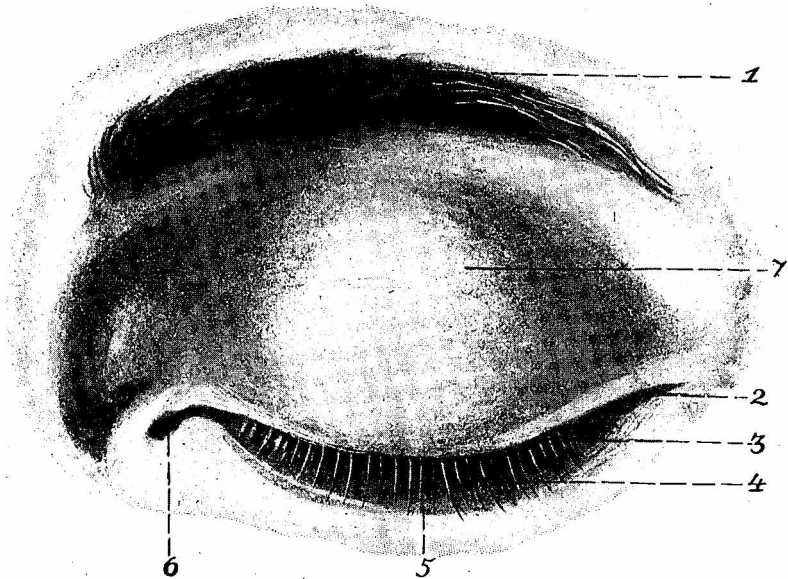


Abb. 125. Das geschlossene Auge.

1. Augenbrauen, 2. spitzer Augenwinkel, 3. Augenlidspalte, 4. Wimperhaare, 5. unteres Augenlid, 6. innerer Augenwinkel, 7. oberes Augenlid.

abgesonderten Tränenflüssigkeit zu verhindern. Die *Augenbrauen* bilden als mehr oder weniger buschige oder nach oben gewölbte Haarbogen die Grenze zwischen der Stirnpartie und der Augengegend. Zwischen ihren inneren Enden liegt die haarlose Glabella, die Stirnglatze oder die Kahlstirn. Gehen aber die Augenbrauen mit ihren inneren Enden ineinander über, so fehlt diese Glabella, nach des Philosophen Aristoteles Meinung das Zeichen eines strengen und herben Menschen. Die Augenbrauen streichen längs des oberen Augenhöhlenrandes des knöchernen Schädels hin und bestehen aus dicken und kurzen, schräg nach außen gerichteten

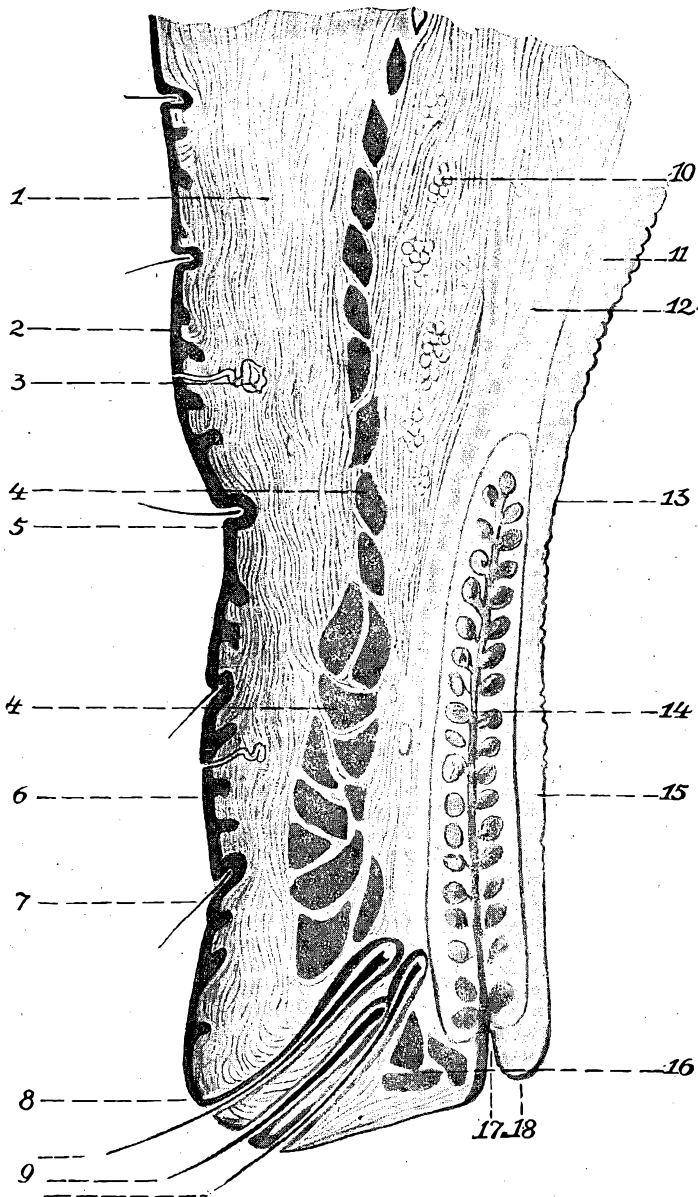


Abb. 126. Querschnitt durch das Augenlid.
 Erläuterungen siehe nebenstehend.

Haaren, die zuletzt zu ergrauen pflegen. Sie beschatten das Auge und setzen dem von der Stirne heiß herniederrinnenden Schweiß einen Damm entgegen. Die durch die Lidspalte eingedrungene Fortsetzung der äußeren Haut heißt hier *Bindehaut*, deren einer Abschnitt, soweit er die Lider überzieht, die Augenlidbindehaut bildet, während der über den Augapfel hinwegziehende die Augapfelbindehaut genannt wird. Die Umschlagstelle der Bindehaut, von dem einen zum anderen Teil, nennt man den Bindehautsack, von dem ein jedes Augenlid, das obere wie das untere, seinen eigenen besitzt. Die Bindehaut des Augapfels hängt bei weitem nicht so innig mit diesem zusammen wie die der Augenlider mit ihnen. Die Schleimdrüsen und Papillen schwinden, und auf der Hornhaut bleibt nur noch der Zellenbelag der Bindehaut übrig. Am inneren Augenwinkel faltet sie sich zu einer senkrecht gestellten, mit ihrer Aushöhlung nach außen gerichteten Verdoppelung, die halbmondförmige Falte genannt wird. Auf ihrer vorderen Fläche liegt und ragt in die Bucht des inneren Augenwinkels hinein ein pyramidales Häufchen von Talgdrüsen. Die Tastwärtchen der Lidbindehaut vermitteln das Tastgefühl der Lider, das durch die kleinsten Staubteilchen, die zwischen Auge und Augenlid geraten, so schmerzvoll aufgeregt wird und die bekannten krampfhaften Zusammenziehungen des Schließmuskels als Reflexbewegung mit vermehrter Tränenabsonderung hervorzurufen pflegt. Dieser *Tränenapparat* (s. Abb. 127) besteht aus den Tränendrüsen (s. Abb. 128), sowie aus den komplizierten Ableitungen der Tränen in die Nasenhöhle hinab. Es finden sich in jeder Augenhöhle zwei Tränendrüsen, die obere überragt den Augenhöhlenrand gar nicht, die untere nur sehr wenig. Die Ausführungsgänge der beiden, zehn an der Zahl, ziehen schräg nach innen und abwärts und durchbohren über dem äußeren Augenwinkel die Umbeugungsstelle der Bindehaut des oberen Lides, den oberen Bindehautsack also, wo ihre feinen Öffnungen in einer nach innen vertieften Bogenlinie stehen, und ergießen ihren Inhalt bei den Bewegungen des Lides an die vordere Fläche des Augapfels. Die Bucht des inneren Augenwinkels, die die Halbmondfalte und das Tränenwärtchen enthält,

-
1. Unterhautgewebe aus glatten Muskeln bestehend, 2. Haut, 3. Schweißdrüse, 4. Augenringmuskel, 5. obere Augenlidfurche, 6. vordere Fläche des Augenlides, 7. Wollhaar, 8. vorderer Augenlidsaum, 9. Augenwimpern, 10. Fettläppchen, 11. oberer Augenlidmuskel, 12. vordere Ausbreitung des Augenlidmuskels, 13. hintere Fläche des Augenlides, 14. Meibomsche Drüse, 15. Augenlidbindehaut, 16. Augenlidmuskeln, 17. Mündung der Meibomschen Drüse, 18. hinterer Augenlidsaum.

heißt der Tränensee. In ihm sammeln sich die durch die Tränenbäche hierher geleiteten Tränen, und nur, wenn sie im Überschuß zuströmen, kann er sie nicht halten und läßt sie über die Wange ablaufen. Bei gewöhnlichen Absonderungsmengen aber werden sie durch die am inneren Ende der hinteren Kante des Randes beider Lider liegenden

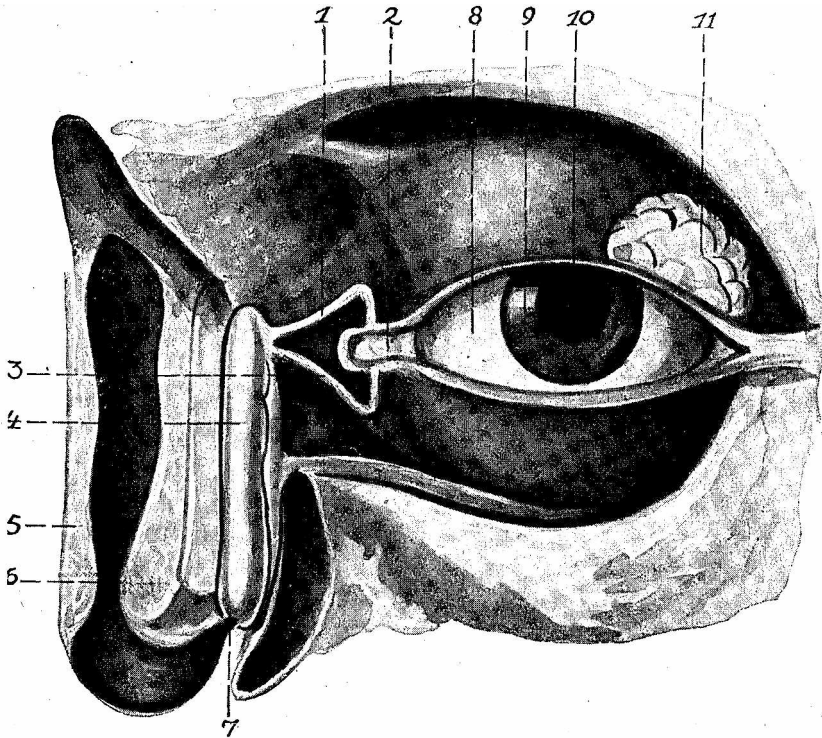


Abb. 127. Abführwege der Tränenflüssigkeit.

1. Oberes Tränenröhrchen, 2. Karunkel, 3. unteres Tränenröhrchen, 4. Tränensack, 5. Nasenscheidewand, 6. unterer Nasengang, 7. Sonde im Tränennasengang, 8. Lederhaut des Augapfels, 9. Iris, 10. Pupille, 11. Tränendrüse.

kleinen und etwa kraterförmig aufgeworfenen Öffnungen, die Tränenpunkte, aufgesaugt, oder richtiger durch den Schließmuskel der Augenlider bei jedem Lidschluß in sie hineingepreßt. Ein jedes Augenlid hat nur einen Tränenpunkt, den unteren kann man am eigenen Auge im Spiegel leicht sehen, wenn das untere Augenlid mit dem Finger etwas herabgedrückt und dadurch sein freier Rand ein wenig vom Augapfel abstehend gemacht wird. Er ist ein wenig größer als der obere. Diese Tränenpunkte

geleiten in die Tränenröhrchen, in die Tränenkanälchen, ziemlich dickhäutige Kanälchen, die in ihrem Anfang noch die Weite der Tränenpunkte besitzen, dann aber sich sogleich zur sogenannten Ampulle erweitern. Sie verengern sich neuerdings dann wieder und ziehen in flachen Bogen, deren Mittelpunkt in dem Tränenwärtchen liegt, gegen den inneren Augenwinkel, wo sie in der Regel zu einem sehr kurzen gemeinschaftlichen Röhrchen verschmelzen, das sich in die äußere Wand des Tränensacks

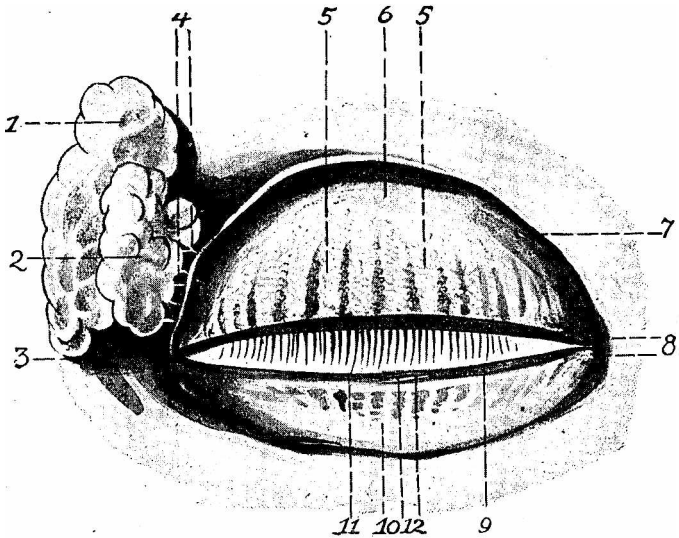


Abb. 128. Lider des linken Auges mit den Tränenrüsen, von innen gesehen.

1. Obere Tränenrüse, 2. untere Tränenrüse, 3. seitlicher Augenwinkel, 4. Drüsenabsonderungskanäle, 5. Meibomsche Augenlidrüsen, 6. oberes Augenlid, 7. Tasche, die die Bindehaut beim Übergang vom Augapfel zu den Augenlidern bildet, 8. Tränenpunkte, 9. hinterer Augenlidsaum, 10. unteres Augenlid, 11. vorderer Augenlidsaum, 12. Mündungen der Meibomschen Drüsen.

einsenkt. Dieser Tränensack liegt in der Tränenrube. Drei Millimeter unter seinem oberen blindsackförmigen Ende münden die zu einem sehr kurzen Stämmchen vereinigten Tränenkanälchen ein. Nach abwärts geht er in den häutigen Tränennasengang über, der kaum merklich enger als der Tränensack ist und an der Seitenwand des unteren Nasenganges unter dem vorderen zugespitzten Ende der unteren Nasenmuschel ausmündet.

In der Augenhöhle finden sich sieben *Augenmuskeln*. Sechs davon bewegen den Augapfel und einer das obere Augenlid (s. Abb. 129 und 130). Diese sechs Muskeln des Augapfels genügen, um dem Auge die

Möglichkeit zu schaffen, sich auf jeden Punkt des äußeren Gesichtskreises richten zu können, da je zwei einander gegenüberliegende Augenmuskeln das Auge um eine Achse bewegen und es solcher Achsen somit drei gibt, die senkrecht aufeinander stehen. Da aber, wie die Mechanik lehrt, ein um drei aufeinander senkrechte Achsen drehbarer Körper nach jeder Richtung gedreht werden kann, so ist hier die allseitige Beweglichkeit des Augapfels, die zur Beherrschung des ausgedehntesten

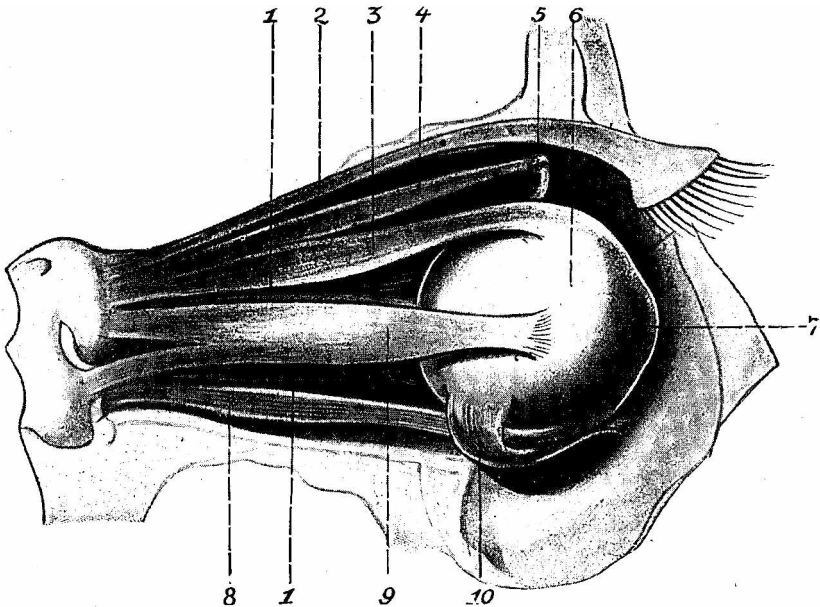


Abb. 129. Die Muskeln des rechten Auges von außen.

1. Sehnerv, 2. Heber des oberen Lides, 3. oberer gerader Augenmuskel, 4. oberer schiefer Augenmuskel, 5. Trochlea, Rolle zum Durchtritt der Sehne des oberen schiefen Augenmuskels, 6. Faserhaut des Augapfels, 7. Hornhaut, 8. unterer gerader Augenmuskel, 9. äußerer gerader Augenmuskel, 10. unterer schiefer Augenmuskel.

Gesichtsfeldes unerlässlich wird, durch die einfachsten Mittel erreicht. Unter der die Augenhöhle auskleidenden, dünnen Knochenhaut findet sich zunächst der Aufheber des oberen Augenlids, der von der oberen Peripherie der Scheide des Sehnervs dicht vor dem Augenloch entspringt und, gerade nach vorn ziehend, unter dem oberen Augenhöhlenrand und hinter dem oberen Augenlidknorpelband aus der Augenhöhle tritt, um sich mit einer platten und fächerförmig immer breiter werdenden Sehne an den oberen Rand des oberen Lidknorpels anzusetzen.

Dieser Aufheber des Augenlids sowie das in der Augenhöhle immer vorhandene Fett bedecken fünf weitere Muskeln, die rings um die Eintrittsstelle des Sehnervs in die Augenhöhle von der Scheide des Sehnervs entspringen. Vier davon verlaufen geradlinig, aber auseinanderweichend, zum oberen, unteren, äußeren und inneren Umfange des Augapfels, sie

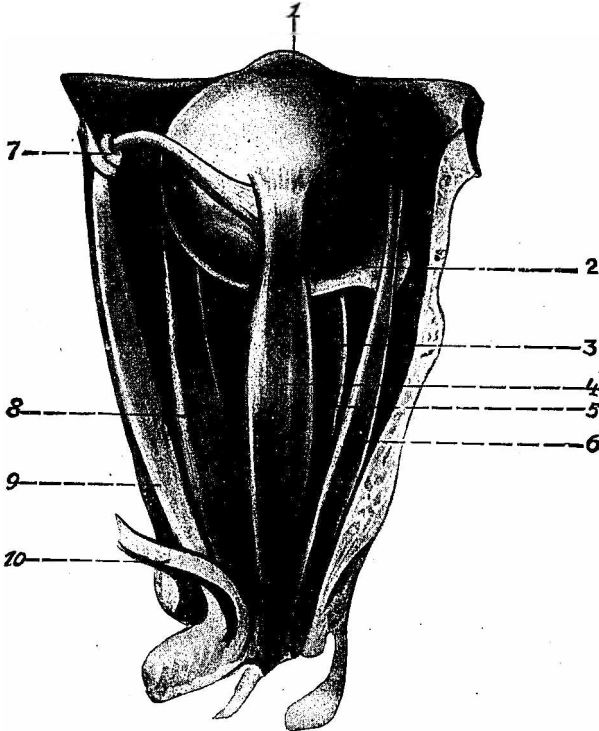


Abb. 130. Die Augenmuskeln von oben gesehen.

1. Hornhaut, 2. unterer schiefer Augenmuskel, 3. unterer gerader Augenmuskel,
4. oberer gerader Augenmuskel, 5. Sehnerv, 6. äußerer gerader Augenmuskel,
7. Trochlea, Rolle zum Durchtritt der Sehne des oberen schiefen Augenmuskels,
8. innerer gerader Augenmuskel, 9. oberer schiefer Augenmuskel, 10. Heber des oberen Lides.

werden ihrer Richtung wegen die geraden Muskeln genannt. So gibt es einen inneren, äußeren, oberen und unteren. Die vier geraden Augenmuskeln haben die Richtung von Tangenten zur Augenkugel, endigen aber nicht an ihrem größten Umfange, sondern verlängern sich über diesen hinaus gegen die Hornhaut hin, indem sie sich der Wölbung des vorderen Augapfelabschnittes genau anschmiegen und sich zuletzt mit

Größe und die Form des Augapfels und zählt zu den Faserhäuten. An ihrer hinteren Wölbung besitzt sie eine kleine Öffnung für den Eintritt des Sehnervs in den Augapfel und an ihrer vorderen eine ungleich größere, in welche die durchsichtige Hornhaut eingepflanzt ist. Die Sehnervöffnung liegt nicht im Mittelpunkte des hinteren Augenhautsegments,

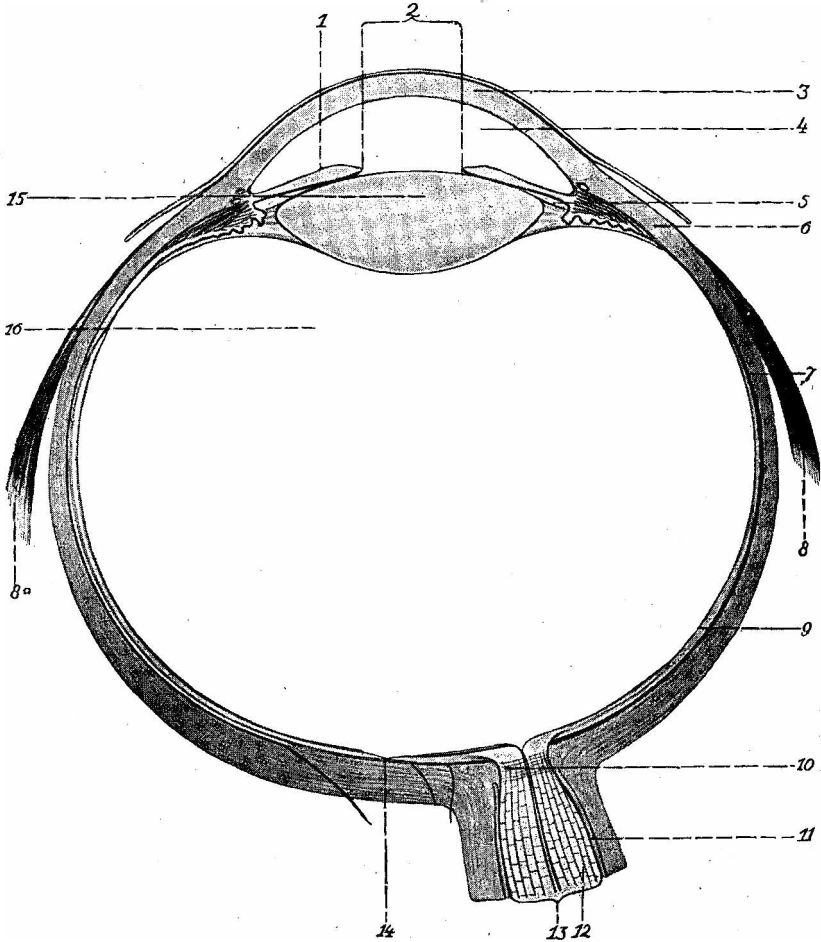


Abb. 132. Horizontalschnitt durch den linken Augapfel.

1. Iris (Regenbogenhaut), 2. Pupille (Sehloch), 3. Hornhaut, 4. vordere Augenkammer, 5. hintere Augenkammer, 6. Lederhaut, 7. Aderhaut, 8. innerer gerader Augenmuskel, 8a. äußerer gerader Augenmuskel, 9. Netzhaut, 10. Siebplatte, 11. Nervenscheide, 12. Nervenfasern, 13. Sehnerv, 14. Grube in der Mitte des gelben Flecks, 15. Linse, 16. Glaskörper.

sondern einwärts davon, und der Sehnerv gibt, bevor er in den Augapfel eintritt, seine Nervenscheide an die harte Augenhaut ab. Schneidet man ihn in der Höhe der Augenhaut quer durch, so läßt sich mit einem Vergrößerungsglase erkennen, wie sein Mark durch ein feines Fasersieb in die Höhle des Augapfels vordringt. Wird diese durch Aufweichung zerstört, so bleibt das feine Sieb zurück. Die *durchsichtige Hornhaut*, deren vollkommen glatte Oberfläche dem Augenstern seinen spiegelnden Glanz verleiht, dient der Dunkelkammer des Auges gleichsam als Objektivglas. Sie bildet eine Art von Aufsatz auf die Vorderseite des Augapfels mit einem etwa zentimeterlangen Querdurchmesser an der Basis und einem kleineren Krümmungshalbmesser als der Augapfel. Ihr größter Umfang kann keine Kreislinie sein, sondern erscheint vielmehr bei vorderer Ansicht als ein quergestelltes Oval, indem harte Augenhaut sich oben und unten weiter über die Hornhaut hin vorschiebt als außen und innen. Bei hinterer Ansicht aber erscheint die Peripherie der Hornhaut kreisrund, weil dieses Vorschieben der harten Augenhaut über sie dort nicht stattfindet. Die Grundsubstanz der Hornhaut besteht aus Fasern, die den Bindegewebsfasern sehr nahestehen, sich aber von ihnen dadurch unterscheiden, daß sie beim Kochen keinen Leim, sondern Chondrin, chemischen Bestandteil des Knorpels, geben. Ihre vordere Fläche wird vom geschichteten Pflasterepithel, die hintere von der elastischen, aber strukturlosen Descemetischen Membran überzogen. Die tiefste Schicht dieses Epithels besteht aus Zylinderzellen, die mittels einer breiteren vieleckigen und feingezackten Basis, der Fußplatte, in die Substanz der nächst unterliegenden Hornhautschicht eingezahnt sind.

Die zweite Augenschicht bilden zwei sehr gefäßreiche Membranen, die Aderhaut und die von der Pupille durchbohrte Regenbogenhaut, die Iris. Die Aderhaut ist eine mit der harten Augenhaut konzentrische, sehr gefäßreiche Membran, an der sich drei Schichten unterscheiden lassen, die äußere ist die Pigmentschicht der harten Augenhaut, die mittlere Schicht schließt in einer fast homogenen Grundlage die Blutgefäße der Aderhaut ein. Die innere oder die dritte Schicht der Aderhaut besteht nur aus einer zusammenhängenden Lage eckiger Pigmentzellen. An ihrer hinteren Peripherie führt die Augenhaut eine Öffnung für den Eintritt des Sehnervmarks (s. Abb. 134). Bevor die Aderhaut den vorderen Rand der harten Augenhaut erreicht, geht sie in den Strahlenkörper über, der aus zwei einander deckenden Lagen besteht, von denen die oberflächliche einen graulichweißen, zwei Millimeter breiten Ring bildet, das sogenannte

Strahlenband, das aber kein Band, sondern ein Muskel ist, der Strahlenmuskel, der aus glatten Muskelfasern besteht, zwischen denen namentlich in den tieferen Schichten Kreisfasern eingeschaltet liegen. Die tiefe Lage des Strahlenkörpers erscheint als ein Kranz von siebenzig bis achtzig Falten, die ihre freien Ränder gegen die Achse des Auges kehren. Jede einzelne

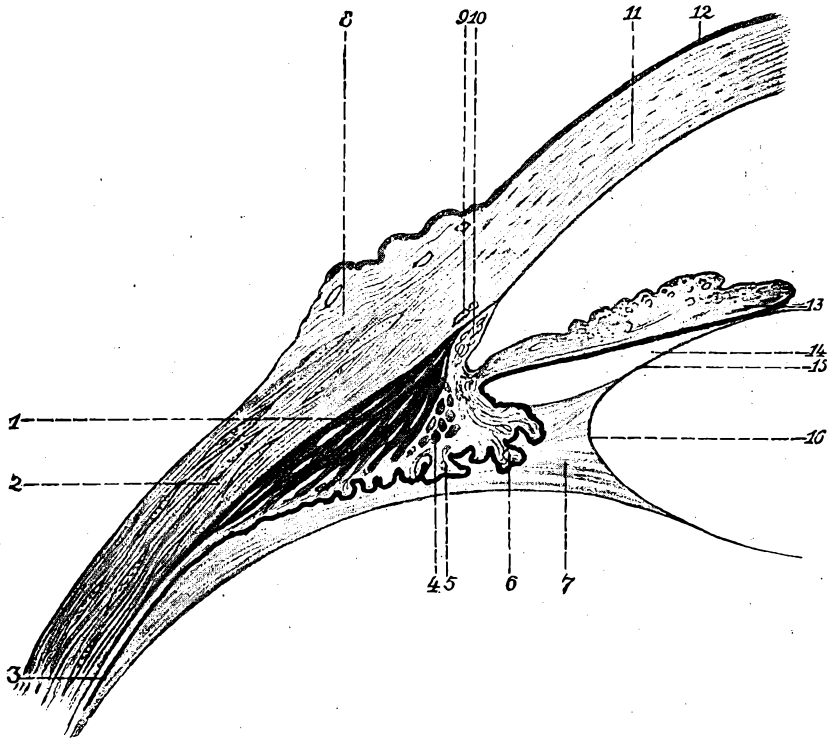


Abb. 133. Durchschnitt an der Übergangsstelle der Hornhaut in die Lederhaut.

1. Radiärer Muskel (Erweiterer) der Iris, 2. Lederhaut, 3. Aderhaut, 4. Akkommodationsmuskel, 5. Strahlenkörper, 6. Strahlenkörperfortsatz, 7. Fasern, die die Linse spannen, 8. Lederhautbindehaut, 9. Schlemmscher Kanal, 10. Kammband der Regenbogenhaut, 11. Hornhaut, 12. Hornhautepithel, 13. Ringmuskel (Verlängerer) der Iris, 14. Epithel der Linse, 15. Linsenkapsel, 16. Linsenrand.

Falte heißt Strahlfortsatz, ihre vorderen Enden liegen hinter dem äußeren Rande der Iris. Der zackige Saum, durch den dieser gefaltete Teil sich als Strahlenkörper absetzt, heißt gezackter Saum. Auch die Pigmentepithelschicht der Netzhaut überzieht, und zwar in mehrfachen Zellenlagern, die Falten des Strahlenkörpers und die hintere Fläche der Iris,

und erfüllt denselben Zweck wie die Schwärzung an der inneren Oberfläche aller optischen Instrumente. Das Pigment dient zur Aufsaugung desjenigen Lichtes, das bereits die Netzhaut passiert hat. Die Zellen des Pigments sind wie die Stücke eines Mosaikbodens in der Fläche nebeneinander gelagert. Die andere dieser Schicht zugehörige Membran, die Regenbogenhaut oder Blendung, die *Iris*, ist eine ringförmige und

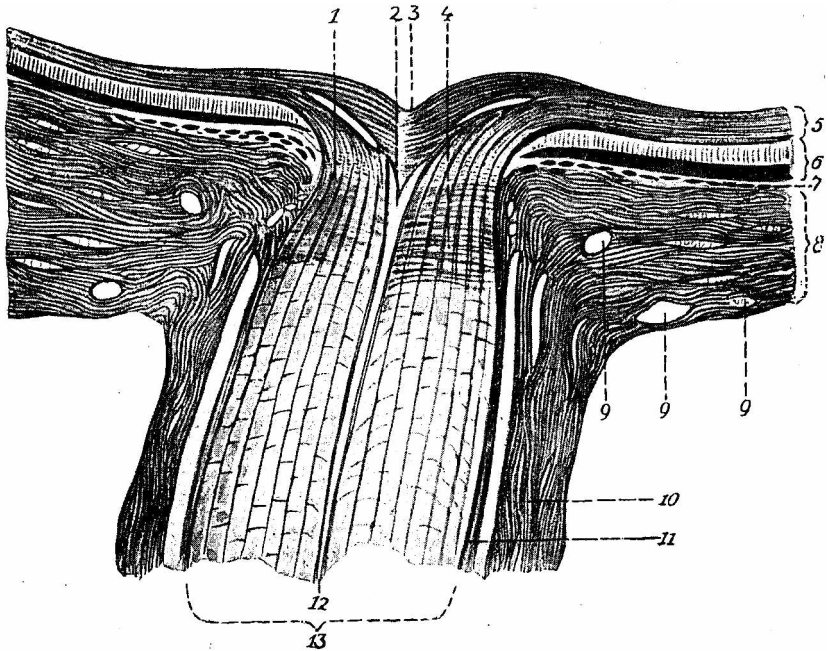


Abb. 134. Längsschnitt durch den Sehnerveneintritt.

1. Siebplatte, 2. Gabelungsstelle, 3. Sehnervhügel (Eintrittsstelle des Sehnervs), 4. Durchtrittsstelle des Sehnervs durch Lederhaut und Aderhaut, 5. innere Netzhautschicht, 6. äußere Netzhautschicht, 7. Aderhaut, 8. Lederhaut, 9. Gefäßdurchschnitte, 10. äußere Sehnervscheide, 11. innere Sehnervscheide, 12. Sehnervarterie (mittlere Netzhautarterie), 13. Faserbündel des Sehnervs.

sehr gefäßreiche Haut, deren Ebene senkrecht auf der Augenachse steht. Sie wird nicht ganz genau in ihrer Mitte von dem Sehloch durchbrochen. Dieses Loch erscheint nur des dunklen Hintergrundes wegen schwarz. In ihrer bindegewebigen Grundlage sind zweierlei organische Muskelfasern enthalten, strahlen- und kreisförmige, wodurch sie zu einer eminent zusammenziehbaren Membran wird. Die Iris vertritt im Auge die Stelle des in allen lichtbrechenden Instrumenten zur Abhaltung der

Randstrahlen angebrachten Diaphragmas. Die mit der Abnahme und der Zunahme des Lichtes unwillkürlich erfolgende Erweiterung und Verengerung der Pupille läßt immer nur die gerade zum deutlichen Sehen nötige Lichtmenge in den hinteren dunklen Raum der Dunkelkammer des Auges eindringen. Vor sich hat die Iris die Hornhaut, hinter sich die Kristalllinse (s. Abb. 137) mit ihrer Kapsel. Zwischen Hornhaut und Iris befindet sich die vordere Augenkammer, zwischen Iris und Linsenkapsel die hintere, beide enthalten eine wasserklare Flüssigkeit, das sogenannte Kammerwasser. Ihre verschiedene Färbung erhält die Iris

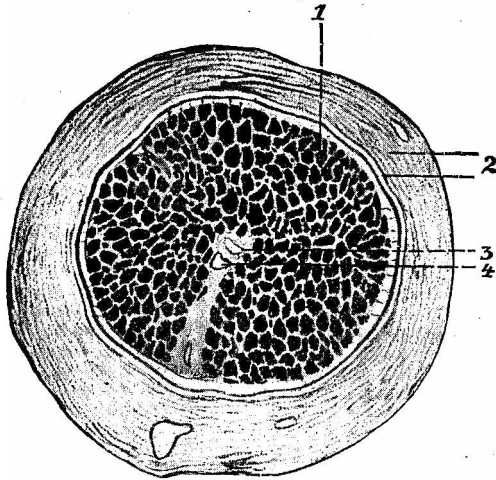


Abb. 135. Querschnitt des Sehnervs.

1. Faserbündel, 2. Augennervscheiden, die am Augapfel in die Lederhaut übergehen, 3. zentrale Netzhautvene, 4. zentrale Netzhautarterie.

durch eingestreute Pigmentzellen, sowie durch freie Pigmentmoleküle, ihre hintere Fläche überlagert eine Schicht schwarzer Pigmentzellen als Fortsetzung der Pigmentepithelschicht der Netzhaut. Das im Bindegewebe der Iris befindliche doppelte System glatter Muskelfasern funktioniert als Öffner und Schließer. Die Wirkung beider Muskeln erfolgt viel rascher, als es sonst bei glatten Muskelfasern zu geschehen pflegt, der Schließer umgibt in Form eines schmalen, nur einen halben Milli-

meter breiten Ringes den Pupillenrand der Iris. Der Öffner liegt auf der hinteren Fläche der Iris, unmittelbar unter der Pigmentscheibe, die Kreisfasern verengern die Pupille, die geraden erweitern sie (vgl. Abb. 133).

Die wichtigste aller Membranen des Auges ist die *Netzhaut*. Sie stellt das Gehirn des Auges dar. Zunächst wird von ihr der durchsichtige Glaskörper umhüllt. Ihr Bereich erstreckt sich mit der Mehrzahl ihrer Schichten von der Eintrittsstelle des Sehnervs bis zu derjenigen Stelle, wo die Hornhaut ihren Strahlenkörperfortsatz zu bilden beginnt. Im lebenden Zustande, mit dem Augenspiegel gesehen, erscheint sie hell mit einem schwachen, rötlichen Schein. Der Sehnerv (s. Abb. 135) ragt,

nachdem er die harte Augenhaut und die Hornhaut durchbohrt hat, als ein flacher und in der Mitte etwas vertiefter Markhügel in den Hohlraum des Auges ein wenig vor und entfaltet sich hierauf zur becherförmigen Netzhaut. In der Vertiefung des Markhügels taucht die in der Achse des Sehnervs verlaufende Ernährungsschlagader der Netzhaut, die zentrale Netzhautschlagader, mit der begleitenden Ader auf. Die Unfähigkeit dieses Markhügels zur Vermittlung von Gesichtswahrnehmungen bezeichnet sein

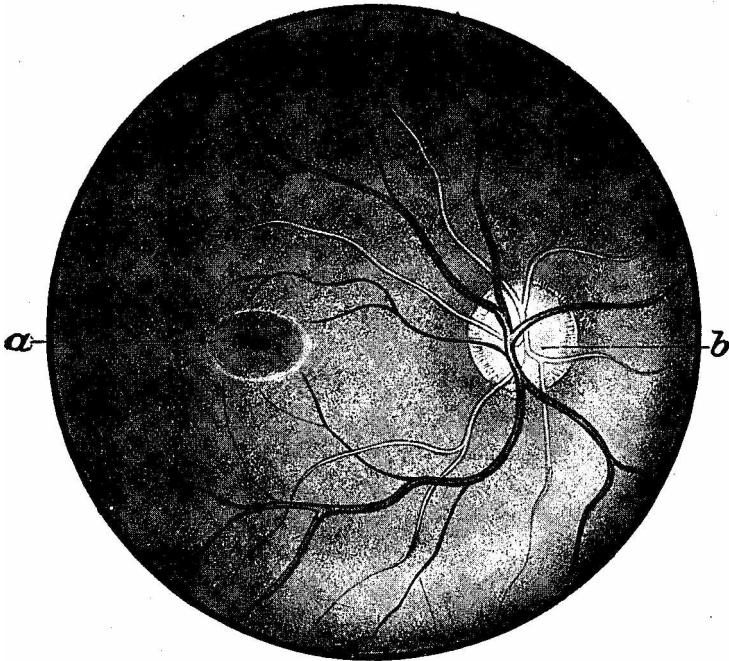


Abb. 136. Der Augenhintergrund von vorn gesehen (Augenspiegelbild).
a Der gelbe Fleck (die Stelle des deutlichen Sehens), *b* der blinde Fleck (Eintritt des Sehnervs mit Blutgefäßen von vorn).

Name, der blinde Fleck der Netzhaut (s. Abb. 136), während neben dem Markhügel nach außen eine durchsichtige, rundliche und vertiefte Stelle liegt, die das schwarze Pigment der Hornhaut durchscheinen läßt und deshalb für ein Loch gehalten wurde. Die Ränder der Falten und ihre nächste Umgebung sind mit einem gelben Pigment gefärbt, das sich durch Wasser ausziehen läßt. Diese Stelle führt deshalb den Namen „gelber Fleck“ (s. Abb. 136). So gleichartig die Netzhaut dem unbewaffneten

Auge zu sein scheint, so kompliziert gestaltet sich ihr Bau unter dem Mikroskop (s. Abb. 138). Sie besteht aus mehreren Schichten, von denen nur eine, die Faserschicht, die gleichen mikroskopischen Elemente wie der Sehnerv führt. Ihre Schichten sind von außen nach innen zunächst die Stabschicht, sodann die äußere und die innere Körnerschicht und schließlich die strukturlose Grenzsicht. Die Stabschicht erscheint unter dem Mikroskop aus doppelten Elementen zusammengesetzt. Es sind dies die Stäbchen und die Zapfen (s. Abb. 139). Die Stäbchen stellen solide, längliche, zylindrische oder prismatische Körper dar, die auf der Außenfläche der Netzhaut wie Palisaden senkrecht stehen und an ihrem inneren Ende in einen zarten Faden sich verlängern. Ihre Substanz ist gleichartig. Sie besitzen einen matten Fettglanz. Auch die Zapfen

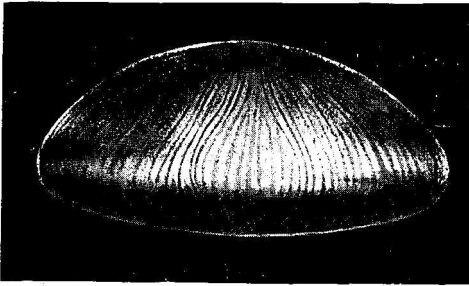


Abb. 137. Die Linse des Auges, von oben gesehen.

sind Stäbchen, aber nicht so hell wie diese. In dem gelben Fleck finden sich nur Zapfen, in den entfernteren Zonen dagegen überwiegen die Stäbchen. Die Körnerschicht besteht aus runden Körnern, die zweierlei Fortsätze aussenden, einmal seitliche, die mit den gleichen Fortsätzen der Nachbarzellen sich zu Netzen mit punktförmigen und mit größeren Maschen verbinden, so daß dieser Maschen oder Löcher wegen die Körnerschicht auch Fenstermembran heißt, während die zweite Art von Fortsätzen durch zwei fadenförmige Auswüchse entsteht, deren einer nach innen, der andere nach außen gerichtet ist. Diese Körner stellen Zellen dar, deren Kerne die Zellenmembran vollkommen ausfüllen. Die nächste, die Zellschicht, bildet eine Lage runder, birnförmiger oder eckiger Zellen, die im ganz frischen Zustande durchscheinend sind, bald aber einen Kern mit Kernkörperchen erkennen lassen. Sie sind wahre Ganglienzellen, wie sie sich in der grauen Substanz des Gehirns finden. An ihnen kommen drei bis sechs blasse Ausläufer oder Fortsätze vor, die sich wiederholt teilen und dadurch aufs äußerste verjüngen. Die Fortsätze mehrerer Zellen verbinden sich untereinander oder mit den nach innen gerichteten Fortsätzen der Körner der zweiten Schicht, oder sie gehen auch in die Elemente der nächstfolgenden Faserschicht ununter-

brochen über. Diese Faserschicht, die vierte von außen, wird durch die Ausbreitung der Sehnervfasern in die Fläche gegeben. Diese Fasern des Sehnervs sind marklos, sie haben die Feinheit der zartesten Gehirnfasern und laufen in flachen Bündeln gegen den gezackten Rand zu. Wegen des allmählich vorschreitenden Ablenkens der Fasern in die nächst äußeren Schichten der Netzhaut wird die Faserschicht nach vorn zu immer dünner, an ihrer inneren Oberfläche befindet sich das Haargefäßnetz der Netzhaut, das in die übrigen Schichten keine Ausläufer entsendet. Es wird nur von der zentralen Netzhautschlagader gespeist, die mit keiner anderen Schlagader im Augapfel irgendwelche Verbindungen eingeht, die letzte Schicht der Netzhaut nach innen ist dann die strukturlose Begrenzungsschicht, in der keine geformten Elemente zu finden sind. Die charakteristischen Formelemente der anderen vier Schichten liegen in einem gemeinsamen Gerüst feinsten und unmeßbarer Stützfasern eingetragen. Die Fasern dieses Gerüsts gehen in Menge von der fünften Schicht aus und durchsetzen unter unzähligen Begegnungen und Kreuzungen die übrigen Schichten bis zur Stabschicht hin, wo sie in die strukturlose äußere Begrenzungsschicht übergehen.

Der Kern des Auges, um den sich alle diese Häute wie Schalen herumlegen, besteht aus zwei vollkommen durchsichtigen und das Licht stark brechenden Organen. Sie sind der Glaskörper und die Kristalllinse. Der *Glaskörper* füllt die ganze becherförmige Höhlung der Netzhaut aus und stellt eine Kugel von strukturloser, wasserklarer, gallertartiger Masse dar, deren verdichtete äußerste Grenzschicht, die hie und da Kerne enthält, Glashaut benannt wird, obwohl sie sich als selbständige Membran nicht vom Glaskörper ablösen läßt. Die Kugel hat vorn eine tellerförmige Vertiefung, die von der Kristalllinse eingenommen wird. Sein stärkeres, lichtbrechendes optisches Medium besitzt das Auge in der *Kristalllinse* (s. Abb. 137). Ihre Gestalt und ihre Durchsichtigkeit sind allgemein bekannt. Sie wird von einer vollkommen durchsichtigen und strukturlosen, häutigen Kapsel eingeschlossen und liegt mit dieser Umhüllung in der tellerförmigen Grube des Glaskörpers. Die vordere Wand der Kapsel ist doppelt so dick wie die hintere. Die Linse selbst hat eine vordere elliptische und hintere, viel stärker gekrümmte, parabolische Fläche. Die Mittelpunkte der vorderen und der hinteren Linsenfläche heißen die Pole, der größte Umfang der Linse ist der Äquator. Die Dichtigkeit des Linsenmaterials nimmt von der Peripherie gegen das Zentrum hin zu. Bei alten Leuten wird die Linse ohne Beeinträchtigung

des Sehvermögens fast regelmäßig bernsteingelb. Übrigens hat erst zu Anfang des siebzehnten Jahrhunderts ein deutscher Wundarzt, Laurentius Heister, entdeckt, daß der graue Star auf einer Trübung der Kristalllinse beruht. Er lehrte als erster den grauen Star durch die Entfernung, die Extraktion, der undurchsichtig gewordenen Linse zu heilen und wurde durch dieses einfache und nur selten mißlingende Verfahren einer der größten Wohltäter des Menschengeschlechts. Das Gewebe der Linse bilden sehr feine, sechsseitig prismatisch abgeplattete Fasern, an

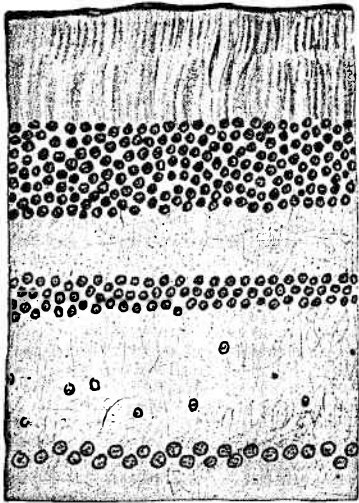


Abb. 138. Die Netzhaut.

1. Pigmentepithel, 2. Stäbchen- und Zapfenschicht, 3. äußere Körnerschicht, 4. äußere netzförmige Schicht, 5. innere Körnerschicht, 6. innere netzförmige Schicht, 7. Nervenzellenschicht, 8. Nervenfaserschicht.

denen zwei gegenüberliegende Seiten doppelt so breit sind wie die übrigen. Sie legen sich mit zackigen Rändern aneinander und bilden dadurch Blätter, die in Form von Schalenstückchen abgelöst werden können. Wird die Linse durchschnitten, so sieht man, daß die Schichten sich, je mehr man nach innen kommt, der Kugelgestalt nähern.

Die beiden *Augenkammern*, die also nicht, wie man meinen könnte, den Innenraum des Augapfels einnehmen, sondern nur einen bescheidenen Teil derselben, der vorn gelegen ist, enthalten die wässrige Feuchtigkeit des Kammerwassers. Die größere Menge dieser Feuchtigkeit befindet sich zwischen Hornhaut und Iris in der vorderen Augenkammer, und nur ein kleinerer Anteil nimmt den kreisförmigen

Raum zwischen der Iris und der Linse ein, den Raum also, der als die hintere Augenkammer gilt.

Die Flüssigkeit im Innern des Augapfels, das *Kammerwasser*, steht während des Lebens unter einem gewissen Druck, der zwischen zwanzig und dreißig Millimeter Quecksilber beträgt. Er geht dem Blutdruck parallel, zeigt pulsatorische Schwankungen. Auch ist er von dem Füllungszustand der Augapfelgefäße abhängig.

Wie wir schon angedeutet haben, ist die Netzhaut von alledem das

wichtigste. Sie ist die vordere peripherische Ausbreitung des Sehnervs, ist aber nicht mit der peripherischen Ausbreitung eines gewöhnlichen sensiblen Nervs zu vergleichen, sondern man muß sie als einen Teil des Zentralnervensystems selbst ansehen, der in ein Sinnesorgan, in das Auge hinein, vorgeschoben ist und demgemäß entsprechen auch die Nervenfasern des Sehnervs nicht den gewöhnlichen peripherischen Nervenfasern, sondern ihrer Beschaffenheit nach denen der weißen Substanz des Gehirns und des Rückenmarks. Es hat sich gezeigt, daß der Angriffspunkt für das Licht nicht auf der vorderen Seite der Netzhaut, sondern an deren anderer Seite nahe der Faserhaut in der Stäbchenzapfenschicht liegen muß. Hier müssen wieder bei der Frage, ob die Stäbchen oder die Zapfen zunächst erregt werden, mit größter Wahrscheinlichkeit die Zapfen hierfür in Anspruch zu nehmen sein, was sich ja in der Grube in der Mitte des gelben Flecks am deutlichsten ersehen läßt, wo auf einem kleinen Raume die größte Anzahl von lokalen Zeichen sich aufs feinste unterscheiden läßt und doch sich hier gar keine Stäbchen befinden, sondern nur Zapfen. Je weiter man nach den Seitenteilen der Netzhaut hin fortschreitet, je mehr wir also ins indirekte Sehen hineinkommen, um so mehr finden wir stets Stäbchen zwischen die Zapfen eingelagert, und das Unterscheidungsvermögen wird entsprechend geringer. Nun kommt das deutliche Sehen dadurch zustande, daß ein Lichtkegel von einer bestimmten Farbe ein einzelnes Nervelement erregt. Die Netzhaut aber ist durchsichtig. Somit geht er durch das Nervelement hindurch und gelangt zur Hornhaut, wo er zum großen Teil durch das Hornhautpigment absorbiert wird.

Das, was wir im Sprachgebrauch *Sehen* nennen, ist das zum

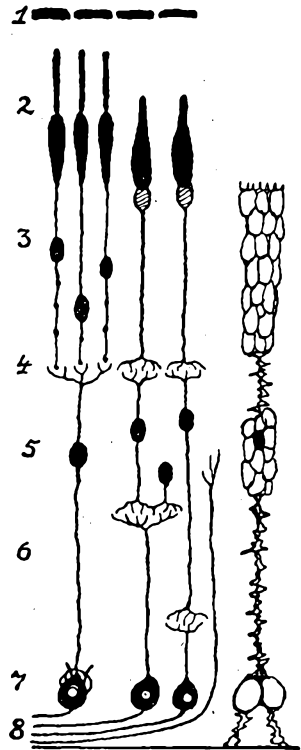


Abb. 139. Schema der Netzhaut.

1. Pigmentepithel, 2. Stäbchen- und Zapfenschicht, 3. äußere Körnerschicht, 4. äußere netzförmige Schicht, 5. innere Körnerschicht, 6. innere netzförmige Schicht, 7. Nervenzellschicht, 8. Nervenfaserschicht.

Bewußtseinkommen der Erregungszustände unseres Sehnervs. Alle Erregungszustände des Sehnervs kommen uns als Lichtempfindungen zum Bewußtsein, auch die durch mechanische, elektrische oder andere Reize erzeugten. In der Hauptsache sind es die, welche das Licht hervorruft.

Der gewöhnliche äußere Reiz ist das Licht, das entweder als weißes Licht auf das Auge einwirkt oder als gefärbtes. Es ist bekannt, daß das gewöhnliche Sonnenlicht sich aus einer ganzen Reihe von *Farben* zusammensetzt, die, wenn sie alle miteinander auf die Netzhaut wirken, den Eindruck von Weiß erzeugen. Bei der Einwirkung aber von nur einer dieser Farben entsteht ein farbiger Eindruck, dem dann eine bestimmte Wellenlänge des Lichts entspricht. Die größte Wellenlänge der sichtbaren Strahlen ruft den Eindruck von Rot hervor, dann folgt Orange und bei weiter abnehmender Wellenlänge Gelb, dann kommen Gelbgrün, Grün, Blaugrün und Blau. Dieses Blau ist ein sogenanntes Türkisblau, ein Blau also, das dem Grün noch einigermaßen nahesteht. Das Blau nimmt die Farbe des Ultramarin und des Indigo an und weiterhin geht es in Violett über. Jenseits von diesem nimmt die Lichtintensität allmählich ab, und es folgen dann die sogenannten ultravioletten, kaum mehr sichtbaren Strahlen.

Die *Zeitdauer des Erregungszustandes* im Sehnerv überdauert jedesmal den Akt der Erregung, die Wirkung überdauert die Ursache. Wenn daher mehrere Eindrücke aufeinander folgen, so kann es geschehen, daß die späteren eintreffen, ehe die Wirkung der ersten aufgehört hat, so daß ein zusammenhängender Eindruck aus einer unterbrochenen Reizung entsteht. Hierauf beruht es, daß ein feuriger Kreis gesehen wird, wenn man eine glühende Kohle im Dunkeln im Kreise herumschwingt. Werden auf eine Scheibe zwei Farben gebracht, und bringt man diese in schnelldrehende Bewegung, so fallen auch hier die Reize übereinander, und es entsteht eine Mischfarbe. Auch über eine weitere Eigenschaft der Farben, über ihre Intensität, kann man sich in ähnlicher Art unterrichten. Die Helligkeit der Farbe hängt von der Menge des Lichtes ab, das sie überhaupt zurückstrahlt, die Intensität der Farbe aber von der Menge des Lichtes ihrer eigenen, ihrer spezifischen Farbe, das sie zurückstrahlt.

Hat nun ein Lichteindruck eine Zeitlang gedauert, so verschwindet er wieder, und es entsteht die Frage, ob danach die Netzhaut sofort in Ruhe kommt oder ob sich etwas anderes an seine Stelle setzt. Es ist das verschieden, je nach der Stärke des Lichteindruckes, der eingewirkt hat, und diese hängt wiederum von der Stärke des objektiven Lichtes ab und von

der Zeit, während welcher das objektive Licht zur Einwirkung gekommen ist. Nur nach stärkeren Reizen erfolgen *Nachbilder*, die gleichgefärbte sein können oder komplementär gefärbte, solche also von derselben Farbe wie das Objekt und solche von der entgegengesetzten, der komplementären. Sie unterscheiden sich aber auch als positive und als negative. Diese Bezeichnungen haben hier denselben Sinn wie in der Photographie. Positive Nachbilder sind solche, in denen das hell ist, was im Objekt hell war, und negative sind dort dunkel, wo das Objekt hell gewesen ist. Das erste Nachbild, das zur Erscheinung kommt, ist das positive, komplementär gefärbte. Wenn man eine glühende Kohle langsam herumschwingt, so sieht man hinter ihr einen roten Streifen, die direkte Verlängerung des Lichteindruckes, dann kommt ein kurzes, dunkles Intervall und hierauf ein grünes Bogenstück, ein grünes Nachbild, das sich weniger im Raume ausbreitet als der rote Streifen des verlängerten, direkten Lichteindruckes. Dieses Grün setzt sich hell auf dunklem Grunde ab. Manche sehen dieses Nachbild etwas anders; das dunkle Intervall fehlt, und das Rot geht durch eine Art von Grau in das Grün des positiven, komplementär gefärbten Nachbildes über. Dieses positive, komplementär gefärbte Nachbild kann man auch sehen, wenn man längere Zeit durch ein farbiges, durch ein rotes Glas in eine Kerzenflamme hineinstarrt. Wenn man dann plötzlich, ohne den Augapfel durch die Augenlider zu drücken, die Augen schließt, so sieht man eine grüne Flamme, in der das hell ist, was in der Flamme selbst hell ist, und das dunkel, was in ihr selbst dunkel ist. Man sieht also ein positives, komplementär gefärbtes Nachbild.

Die nach Young und Helmholtz benannte *Theorie der Farbenwahrnehmung* beruht darauf, daß sich im Sehnerv dreierlei Arten von Nervenfasern befinden, von denen die einen, wenn sie erregt werden, die Empfindung Rot verursachen, die anderen Grün und die dritten Violett, daß alle drei Arten von Nervenfasern zwar durch alle Strahlen erregt werden können, die uns überhaupt als Licht erscheinen, daß aber diejenigen, die uns die Empfindung Rot verursachen, am stärksten nur von den langwelligen Strahlen erregt werden, daß die, durch deren Reizung uns die Empfindung Violett entsteht, nur durch die kurzwelligen Strahlen, und diejenigen Fasern des Nerven, die uns die Empfindung Grün übermitteln, wiederum am stärksten gerade durch die Strahlen mittlerer Wellenlänge gereizt werden. Wenn auf unser Auge rotes Licht fällt, so reizt dieses zwar alle Nervenfasern, aber die rotempfindenden am stärksten. Wir sehen also Rot. Trifft grünes Licht unser Auge, so erregt

auch dieses alle Arten von Nervenfasern, doch nur die grünempfindenden am stärksten, so daß wir Grün sehen müssen, und bei dem Auftreffen von violettem Licht, das ebenfalls alle Arten von Nervenfasern erregt, aber die violetttempfindenden am stärksten, muß darum Violett gesehen werden. Kommt nun eine andere als diese drei Grundfarben ins Auge, fällt etwa gelbes Licht in das Organ ein, so wird es sowohl die rot- wie auch grünempfindenden Fasern verhältnismäßig stark erregen und dadurch einen gemischten Eindruck hervorrufen, den wir Gelb zu nennen pflegen, und ist dabei die Wellenlänge größer, so muß das Rot darin vorherrschen, und wir sehen dann Orange, während bei geringerer Wellenlänge die Erregung der grünempfindenden Fasern überwiegt, und Gelbgrün in Erscheinung tritt. Wirkt aber blaues Licht auf die Netzhaut, so werden dadurch sowohl die grün- als die violetttempfindenden Fasern erregt. Auch hier entsteht dann ein gemischter Eindruck, den wir Blau nennen, auch hier zieht sich, ist die Wellenlänge der Strahlen etwas größer, der Eindruck zum Grün hin, weil dann die grünempfindenden Fasern stärker in Erregung gebracht werden, während bei kürzerer Wellenlänge er mehr zu Indigo und Ultramarin hinneigt, da es nun die violetttempfindenden Fasern sind, die stärker erregt werden.

Die Helmholtzsche Theorie erklärt auch die *Farbenblindheit* in neuer und befriedigender Weise. Bekanntlich gibt es Personen, die Farben fast gar nicht zu unterscheiden vermögen, doch sind diese verhältnismäßig selten. Wohl aber gibt es eine große Anzahl von Menschen, die zwar die Farben unterscheiden, beim Angeben ihrer Namen aber die auffälligsten Mißgriffe machen und sich mit ihrer Umgebung niemals über die Bezeichnung einer Farbe einigen können. Die erste Gruppe, die Farben überhaupt nur sehr wenig unterscheiden kann, ist, wie gesagt, sehr selten, die übrigen aber, die zwar Farben unterscheiden, sie aber falsch benennen, sind sämtlich Personen, bei denen eine Farbe fehlt oder doch nur äußerst schwach empfunden wird, bei denen also angenommen werden muß, daß die eine der drei Sorten von Fasern entweder gänzlich gelähmt oder doch in sehr hohem Grade unterempfindlich ist. Die meisten dieser Mängel lassen sich darauf zurückführen, daß diese Leute kein Rot empfinden. Der älteste Fall, durch den man überhaupt erst auf diese Form der Farbenblindheit aufmerksam wurde, betraf einen Schneider zu Plymouth, dem fortwährend Widerwärtigkeiten beim Aussuchen des Tuches passierten, weil er dabei die seltsamsten Irrtümer beging. Man wußte nicht, woran das lag, man sah nur, daß er die meisten Farben falsch

benannte, bis er eines Tages ein schwarzes Beinkleid zu flicken bekam und es mit einem roten Lappen, den er eingesetzt hatte, zurückbrachte. Der Fehler seines Gesichtes war also der, daß er kein Rot sah. Überall, wo eine solche Unterempfindlichkeit für eine der Grundfarben besteht, können die Farben überhaupt nicht in der normalen Weise unterschieden und benannt werden.

Da in der Netzhaut nur eine bestimmte Summe von Sehnervfasern ihre Endigung findet, so kann auch jedesmal nur eine bestimmte Summe von Lokalzeichen an das Gehirn überliefert werden, und dieses kann also von einem begrenzten Raume des Sehfeldes aus auch nur immer eine bestimmte Summe von Lokalzeichen erhalten. Demnach muß es eine gewisse *Grenze unseres Unterscheidungsvermögens* geben, und wenn wir diese Grenze überschreiten, so müssen die Farbeindrücke zusammenfließen. Befindet sich etwa eine Fläche vor unserem Auge, die aus miteinander abwechselnden, sehr kleinen blauen und gelben Feldern sich zusammensetzt, so werden diese Felder uns so lange als Blau und Gelb erscheinen, wie wir sie in der Nähe vor uns haben. Entfernen sie sich aber weiter und wird dadurch der Sehwinkel immer kleiner und kleiner, so kommt endlich der Augenblick, wo sie zusammenfließen, wo die Farben sich aufheben, und wo, wenn die Felder gegeneinander richtig abgepaßt sind, nun ein neutrales Grau entsteht. Die Maler benützen das, um bei umfangreichen Gemälden, die für einen weiten Abstand bestimmt sind, ihre Farben erst durch Addition auf der Netzhaut des Beschauers zu mischen. So war ein berühmter Landschafter dafür bekannt, daß er häufig den Kunstgriff anwandte, Zinnober und Grün nebeneinander zu setzen, um Gelb zu erzeugen. Nun kommt es darauf an, welches die Grenze unseres Unterscheidungsvermögens ist, und wie diese sich zu der Größe der Netzhautelemente verhält. Anderweitige Gründe zwingen dazu, die Zapfen als die ersten Angriffspunkte für das Licht anzusehen. Es ist daher von vornherein anzunehmen, daß nur solche zwei Punkte nebeneinander auch tatsächlich als zwei einzelne Punkte angesehen werden können, die sich auf zwei verschiedenen Zapfen abbilden, nicht aber zwei, die so nahe beieinander liegen, daß sie beide auf einen und denselben Zapfen kommen. Diese können dann auch nur einen einzigen Eindruck ergeben, und eine solche Voraussetzung bestätigt sich auch. Wird mittels stark belichteter Linien die Gesichtsschärfe untersucht, wobei man zusieht, wie weit man sich von ihnen entfernen und sie doch noch als getrennt sehen kann, um daraus die Abstände der Netzhautbilder

voneinander zu berechnen, so zeigt sich, daß diese Abstände mit der Breite der Zapfen übereinstimmen. Aber die Sehschärfe bewährt sich nicht immer und namentlich nicht an punktförmigen Bildern bis zu solchem Grade. Zwei Sterne, deren Winkelabstand dreißig Linien oder weniger beträgt, erscheinen auch nichtkurzsichtigen Augen meistens als nur ein Stern. Helmholtz hat sogar bei seinen bahnbrechenden Beobachtungen die merkwürdige Wahrnehmung gemacht, daß die schwarzen und die weißen Striche zuletzt nicht mehr gerade bleiben, sondern daß die schwarzen sich etwas im Zickzack biegen, und die dazwischenliegenden weißen kleine Anschwellungen zeigen und leitet dies von dem Mosaik der Zapfen in der Grube in der Mitte des gelben Fleckes ab und von der Art und Weise, wie die weißen Striche, die ja das Erregende sind, die in sechs Ecken nebeneinander gestellten Basen der Zapfen beleuchten.

So ergibt sich aus diesem direkten Versuche also, daß wir so scharf sehen, wie dies theoretisch nur möglich ist, daß unser Auge als optischer Apparat scheinbar alles das leistet, was nur von ihm erwartet werden kann. Aber tatsächlich ist das Auge als optischer Apparat keineswegs im höchsten Grade vollkommen. Es leistet durchaus nicht das, was ein idealer optischer Apparat sollte, nämlich alle Strahlen von einem deutlich gesehenen Punkte aus wieder auf einen Punkt der Netzhaut zu vereinigen. Hierfür kommt aber etwas anderes in Betracht. Wir tasten mit den Augen ganz ähnlich auf dem Gesichtsbjekt herum wie ein Blinder mit seinen Fingerspitzen auf irgendeinem Gegenstande, um sich eine klare Vorstellung von dessen Oberfläche zu verschaffen. Wenn wir so mit den Augen auf dem Sehfelde herumgleiten, lassen wir die Bilder der kleinsten Objekte von einem Zapfen der Netzhaut auf den anderen übergehen und erwirken uns damit deutlichere Vorstellungen, als sie uns ein einmaliger Eindruck schaffen könnte. Daß dem wirklich so ist, erweist sich, wenn der Lichteindruck so kurz gestaltet wird, daß es unmöglich wird, während dieses Augenblicks eine merkliche Augenbewegung auszuführen. Wird ein rotierender Farbenkreisel vom Lichte eines elektrischen Funkens beleuchtet, so mischen sich die Farben in unserem Auge nicht mehr, sondern wir sehen die einzelnen, verschieden gefärbten Sektoren nebeneinander stehen, denn der elektrische Funke hält nur eine so kurze Zeit vor, daß der Kreisel, während dieser bloß einen sehr winzigen Bruchteil seiner Umdrehung ausführen kann, so daß er sich bei weitem noch nicht um die Breite eines Sektors gedreht hat, denn sonst müßten die Farben gemischt sein. Nun läßt sich diese Beleuchtung durch einen

elektrischen Funken so stark herstellen, daß die Gegenstände völlig hell sichtbar werden. Es wird aber niemals gelingen, sie so deutlich zu sehen, wie bei ruhigem Anschauen und bei dauernder Beleuchtung. Wenn des Nachts ein kräftiger Blitz die Landschaft erhellt, so sieht man alles hell beleuchtet, aber nicht einmal auch nur mit derjenigen Deutlichkeit, in der es in der Dämmerung gesehen wird, weil der Eindruck eben ein so kurzer ist, daß es nicht möglich wird, sich in den Gesichtobjekten mit Sicherheit zu orientieren. Vollkommene Schärfe des Unterscheidungsvermögens gibt es aber nur in der Grube der Mitte des gelben Fleckes. Je mehr man sich von dieser entfernt, je mehr man in das sogenannte indirekte Sehen kommt, um so schwächer wird auch das Unterscheidungsvermögen. Einen Punkt in der Netzhaut gibt es, mit dem wir gar nichts sehen. Es ist, wie oben erwähnt, die Eintrittsstelle des Sehnervs. Mariotte



Abb. 140. Figur zur Erweiterung des blinden Flecks

war es, der zuerst bemerkte, daß man diesen *blinden Fleck* im Sehfelde sich subjektiv bemerklich machen kann. Man macht im Abstände von sieben bis acht Zentimetern zwei Zeichen auf ein Papier, eine schwarze Kreisscheibe von etwa zwei Zentimetern Durchmesser und ein kleines Kreuz, schließt ein Auge und fixiert dasjenige Zeichen, das nach der Nasenseite hin liegt, wobei man das betreffende Papier nähert und entfernt (s. Abb. 140). Dann kommt man auf eine Stelle, wo bei fester Fixation das äußere Bild, das an der Schläfenseite, verschwindet. Nähert man das Bild wieder oder entfernt es, so kommt es wieder zum Vorschein. Dieser blinde Fleck liegt etwa fünfzehn Grad nach auswärts vom Zentrum des Sehfeldes, auf der Netzhaut also um ebensoviel nach innen von dem Zentrum der Netzhaut und besitzt einen Durchmesser von beiläufig sechs Grad und darüber. Helmholtz hat in seinem eigenen Auge den blinden Fleck abgetastet und in seinem weltberühmten Handbuch der physiologischen Optik eine Abbildung

davon gegeben, in der nicht nur die Eintrittsstelle der Sehnerven deutlich wiederzuerkennen ist, sondern auch der Anfang der großen Blutgefäße der Netzhaut.

Bisher haben wir nur geschildert, wie sich die Netzhaut gegen äußere Einflüsse verhält; für ein Verständnis des menschlichen Sehens ist nun nicht minder wesentlich, wie ihr die Gesichtseindrücke zugeführt werden. Diese Vorgänge umfassen die *Dioptrik, die Lichtbrechungslehre des Auges*. Es heißt immer, das Auge sei gebaut nach dem Prinzip der Dunkelkammer, weil durch einen Apparat, der in der Hauptsache eine Sammellinse ist, und also dem Objektiv der Dunkelkammer entspricht, auf dem aufnehmenden Schirme der Netzhaut ein umgekehrtes Bild ent-

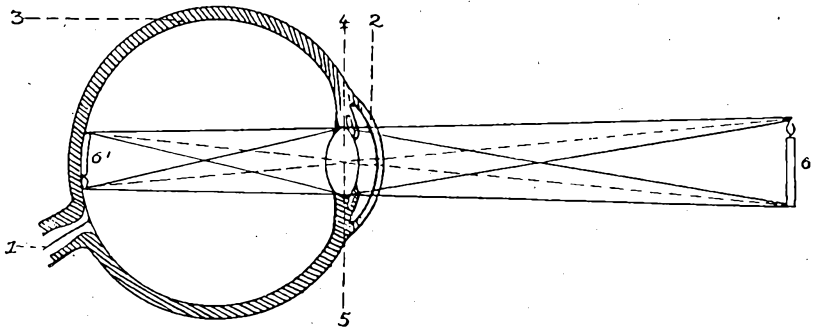


Abb. 141. Weg der Lichtstrahlen durch das Auge.

1. Sehnerv, 2. Hornhaut, 3. Lederhaut, 4. Linse, 5. optischer Mittelpunkt des Auges, 6. und 6'. ein Gegenstand und sein auf der Netzhaut entstandenes Bild.

worfen wird, gerade so wie ein solches auf dem entsprechenden Schirm der Dunkelkammer zustande kommt. Dieses umgekehrte Bild auf der Netzhaut läßt sich am leichtesten an einem pigmentlosen Kaninchenauge zeigen. Wird es herauspräpariert und aufgehängt, so kann man alle Gegenstände, die ihm gegenüberliegen, auf der Netzhaut im umgekehrten Bilde durch die hinreichend durchscheinende Faserhaut hindurch erkennen. Wir sehen das Netzhautbild umgekehrt, und oft ist darum die Frage gestellt worden, wie es denn möglich sei, daß wir die Dinge aufrecht sehen, während sie sich doch auf der Netzhaut umgekehrt abbilden (s. Abb. 141 und 142). Eine große Anzahl von Theorien ist aufgestellt worden, die alle den Nachweis zu führen suchen, daß das umgekehrte Netzhautbild eigentlich nicht verkehrt, sondern aufrecht stehe, und andere wiederum, die dahin zielen, daß durch bestimmte Prozesse das umgekehrte Bild auf der Netzhaut noch einmal im Gehirn

umgekehrt wird und als aufrechtes zum Bewußtsein kommt. Aber alle diese Erwägungen sind durchaus überflüssig. Da der Mensch überhaupt nichts von seinem Netzhautbilde weiß, so kann er auch nichts davon wissen, daß das Netzhautbild in seinem Auge verkehrt ist. Alles ist nur relativ. Er kann nur ein lokales Zeichen davon haben, ob etwas unter oder über dem Horizont liegt, ob etwas rechts oder ob es links liegt, und da die Lokalzeichen, die von derselben Örtlichkeit ausgehen, auch immer wieder analoge Punkte seiner Netzhaut treffen, so orientiert er sich natürlicherweise ganz folgerichtig und ganz unbekümmert um sein umgekehrtes Netzhautbild in der Räumlichkeit der Außendinge. Es ist überhaupt nicht zu begreifen, wie man hier von ver-

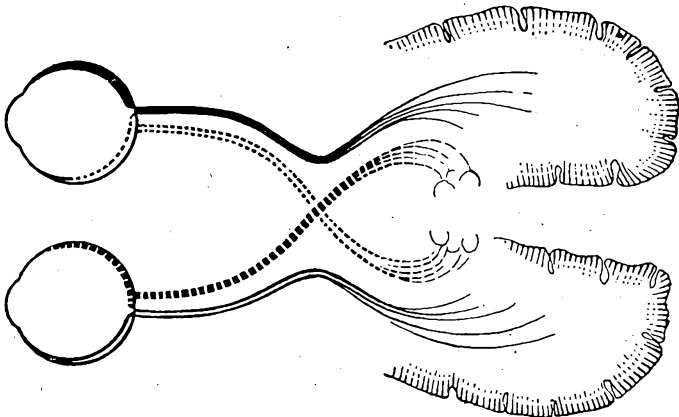


Abb. 142. Die Sehnervenkreuzung mit Gehirn.

kehrt sprechen könne, denn wo nun einmal alles umgekehrt ist, muß doch jedes Kennzeichen für das Aufrechte abhanden gekommen sein. Dieses umgekehrte Netzhautbild kommt durch Brechung zustande. Die Strahlen treffen erst die Oberfläche der Hornhaut und hier werden sie am stärksten gebrochen, weil sie aus einem sehr dünnen Medium, aus der Luft, in ein verhältnismäßig recht dichtes, in die Substanz der Hornhaut, übergehen. Danach werden sie ein zweites Mal gebrochen, indem sie aus der Hornhaut in das Kammerwasser übertreten, das einen niedrigeren Brechungsindex hat als die Hornhaut. Weiter werden sie in der Linse zum Einfallslot gebrochen, solange sie in dichtere Linsenschichten treten, dann aber vom Einfallslot, wenn sie wieder in deren dünnere Schichten gelangen und endlich aus ihr herauskommen. Der Glaskörper hat dann in seiner Dichtigkeit nur geringe Änderungen, so daß der Gang der Strahlen durch

ihn als geradlinig angesehen werden kann. Man hat diese verschiedenen Brechungen der Rechnung unterzogen, und es gibt gewisse hergebrachte Formeln, die mit ziemlicher Leichtigkeit die Brennweite, die Ausdehnung der Bilder und ihre Eigenschaften bei sphärischen Linsen zu untersuchen erlauben. Im Auge haben wir aber gar nichts mit sphärischen Linsen zu tun, sondern mit lauter Rotationsoberflächen von Kurven, die sich am meisten Kurven zweiten Grades anschließen. Doch läßt sich dadurch einigermaßen eine Vereinfachung erzielen, daß nur die Strahlen berücksichtigt werden, die ganz nahe der Achse einfallen, und um die wir uns die optischen Medien des Auges zentriert denken.

Wir haben bisher das Auge so angesehen, als ob es für die unendliche Ferne eingestellt wäre, denn die hintere Brennpunktebene war stets in die Netzhaut selbst verlegt gewesen. Da wir aber über eine wechselnde *Sehweite* verfügen, da wir nähere Gegenstände uns beim Sehen willkürlich deutlich zu machen vermögen und danach wieder deutlich fernere sehen, so ist es klar, daß wir unser Auge für verschiedene Entfernungen einstellen können. Und es fragt sich zunächst, ob das Auge im Zustande der Ruhe für den fernsten Punkt eingestellt ist, für den es sich überhaupt einstellen kann, oder für einen näheren, und was geschieht, wenn ein Gegenstand dem Auge so nahe rückt, daß die Strahlen nicht mehr auf der Netzhaut selbst, sondern erst hinter ihr zur Vereinigung kommen, denn dann geht die Netzhaut durch einen Lichtkegel hindurch, und der Durchschnitt dieses Kegels muß auf ihr als eine Scheibe erscheinen, die mit dem Namen des Zerstreungskreises bezeichnet wird. Wenn es sich um eine größere Zahl von Punkten handelt, so müssen die Zerstreungskreise einander teilweise überdecken und dadurch das Sehen noch undeutlicher machen. Wenn vor das Auge ein Schirm gelegt wird, in dem sich eine kleine Öffnung befindet, so kann von dem ganzen Strahlenkegel nur ein sehr dünnes Strahlenbündel hindurchtreten, und dieses kann auch nur einen sehr kleinen Zerstreungskreis ergeben. Gegenstände, die unserem Auge allzu nahe sind, als daß wir sie deutlich sehen könnten, können daher, wenn sie anders gut beleuchtet sind, noch deutlich gesehen werden, wenn wir sie durch eine kleine Öffnung betrachten. Dasselbe ist der Fall, wenn das Objekt allzu fern für das Auge liegt. Wenn ein Kurzsichtiger auf die einzelnen Stellen der Landschaft sieht, so vereinigen sich die Strahlen schon vor der Netzhaut. Sie gehen hierauf auseinander, und es entsteht auf der Netzhaut nun ein Durchschnitt des auseinanderstrebenden Lichtkegels, also wieder ein Zerstreungskreis, der sich ebenfalls

durch eine sehr kleine Öffnung auf ein Minimum reduzieren muß. Man kann deshalb einem Kurzsichtigen die Landschaft, wenn sie nur gut beleuchtet ist, auch ohne Brille deutlich zeigen, indem man durch eine Visitenkarte mit einer Nadel ein Loch sticht und ihm dies vor das Auge bringt. Die Einstellung des Auges für die Nähe muß also darin bestehen, daß wir das Auge derartig verändern, daß Strahlen, die im ruhenden Auge erst hinter der Netzhaut zur Vereinigung gekommen wären, schon auf ihr selbst zur Vereinigung kommen. Dies könnte dadurch bewerkstelligt werden, daß der Krümmungshalbmesser des Hornhautscheitels kleiner wird, denn dann müßten gleich nach der ersten Brechung die

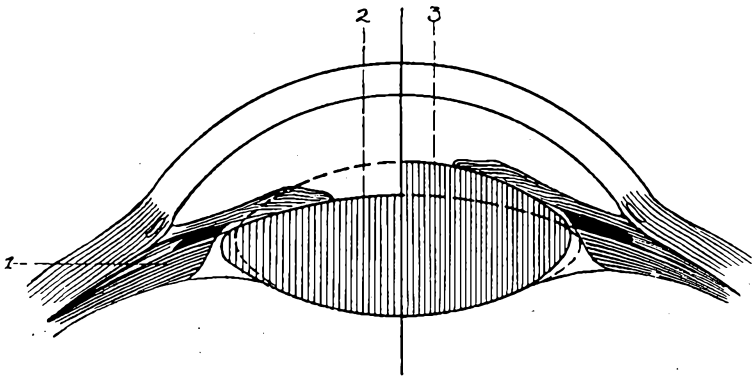


Abb. 143. Die Akkommodation.

Die linke Hälfte zeigt das Auge bei ruhender Akkommodation, die rechte Hälfte in Tätigkeit. Das Sehloch ist links weiter als rechts, die Linse ist links flacher, rechts stärker gebogen.

1. Akkommodationsmuskel, 2. Ruhestellung der Linse beim Fernsehen, 3. starke Wölbung beim Nahsehen.

Strahlen stärker konvergieren, und sie würden sich somit früher vereinigen. Es könnte aber auch dadurch geschehen, daß der Krümmungshalbmesser am vorderen oder am hinteren Pol der Linse oder auch an beiden kleiner wird, da die Linse dichter ist als das Kammerwasser und die Glaskörperflüssigkeit. So würde auch dies eine Verkürzung der Brennweite des Systems nach sich ziehen. Schließlich könnte es auch dadurch geschehen, daß die Linse nach vorn rückt, oder daß die Netzhaut nach hinten ausweicht und somit in eine Ebene hineingelangt, in der sich die Strahlen jetzt vereinigen, die sich sonst hinter ihr vereinigt haben, als sie sich noch in ihrer gewöhnlichen Ruhelage befand. Prüft man diese

verschiedenen Möglichkeiten für die *Akkommodation*, die Anpassungsfähigkeit des Auges (s. Abb. 143), so lehrt zunächst schon die Erfahrung, daß die Hornhaut ihren Krümmungshalbmesser beim Sehen in die Nähe oder in die Ferne durchaus nicht verändert. Anders aber verhält es sich mit der Linse. Die Linse gibt zweierlei Spiegelbilder, solche von ihrer vorderen und andere von ihrer hinteren Fläche. Die zwei Bilder nähern sich beim Sehen in die Nähe einander. Wenn nur ein Bild beobachtet wird, so verkleinert sich dieses eine Bild. Die vordere Linsenoberfläche wird also dabei gewölbt, und die Beobachtung der Bilder von der hinteren Oberfläche zeigt, daß auch diese gewölbt wird. Man hatte erst angenommen, daß hierbei die Linse auch ihren Ort verändert. Die Untersuchungen haben ergeben, daß der hintere Pol der Linse an seinem Orte bleibt, daß aber der vordere etwas nach vorn rückt, daß also die Linse dicker wird. Diese Formveränderung der Linse kommt durch Muskelwirkung zustande. Die Klinik der Augenkrankheiten zeigt, daß die Akkommodation gelähmt ist, sobald die Muskeln des inneren Auges gelähmt werden. So ist sie bei Augenbewegungsnervlähmungen ganz aufgehoben, wobei allerdings auch die äußeren Augenmuskeln gelähmt sind. Aber auch, wenn in ein Auge Atropin eingeträufelt wird, wodurch nur innere Augenmuskeln gelähmt werden, ist das Auge dauernd für seinen Fernpunkt eingestellt. Es muß also für die Akkommodation der Spannmuskeln der Aderhaut und die Muskelfasern der Iris zunächst der Sehlochschließmuskel in Betracht kommen. Durch Spannung und Erschlaffung der inneren Augenmuskeln wird ein peripherischer Zug an der Linse ausgeübt, der, je nachdem die Linse in eine andere Gleichgewichtsfigur übergeht, sie nach vorn und nach hinten gewölbt und damit auch dicker gestaltet. Daß die Akkommodation durch eine solche Formveränderung der Linse hervorgebracht wird, ist auch die Ursache, daß sie im Alter verloren geht, denn die jugendliche Linse ist nachgiebig, sie verändert ihre Form sehr leicht, die gealterte dagegen wird starrer und widerstandsfähiger. Sie behält dann, mag der Zug der Zonula, des Aufhängebandes der Augenlinse, an ihr auftreten oder nicht, ihre Form bei oder ändert sie doch nur viel weniger, und so entsteht der Zustand, der mit dem Namen der Presbyopie, der Alterssichtigkeit, bedingt durch Elastizitätsverlust der Linse im vorgerückten Alter (bei Normalsichtigen vom 40. Jahre ab), bezeichnet wird. Presbyopie ist nicht Weitsichtigkeit oder Übersichtigkeit, ist nicht etwa der Gegensatz von Kurzsichtigkeit. Denn alte Menschen können kurzsichtig sein und dabei doch presbyopisch,

wenn nämlich ihr Auge ebenso stabil für eine geringe Entfernung eingestellt ist wie das von anderen Greisen, die in ihrer Jugend Normalaugen gehabt haben, für die unendliche oder doch für eine sehr große Entfernung eingestellt ist. Die Gestaltsveränderung, welche die Linse bei der Akkommodation erleidet, reicht durchaus hin, wie Helmholtz durch Berechnung gezeigt hat, um die ganze Akkommodation allein hervorzubringen, die sich bei der einzelnen Person tatsächlich vorfindet. Dennoch muß aber die Möglichkeit erörtert werden, ob außer der Änderung der Gestalt und der Lage der Linse noch andere Akkommodationsmittel mitwirken. Die Hornhaut ist dabei, wie ich schon erörtert habe, außer acht zu lassen. Mit dieser akkommodieren wir nicht.

Solche Augen, die im Zustande der Ruhe für die unendliche Ferne eingestellt sind, pflegt man mit dem Namen der emmetropischen oder der normalen Augen zu bezeichnen. Normale heißen sie deshalb, weil sie in der Jugend die vorteilhaftesten und brauchbarsten sind, weil man mit ihnen in der unendlichen Ferne deutlich sehen kann und auch so weit für die Nähe zu akkommodieren vermag, daß feine Schriften gelesen und feine Arbeiten ausgeführt werden können. Überblickt man aber das ganze Leben, so kann man leicht zu der Meinung kommen, daß solche Augen keineswegs immer die vorteilhaftesten sind, die man haben kann, namentlich nicht für einen Gelehrten und nicht für jemanden, der auf feine und subtile Arbeiten angewiesen ist; denn die normalen Augen werden bereits im mittleren Lebensalter dadurch, daß sie ihr Akkommodationsvermögen einbüßen, für die Nähe unbrauchbar, sie erleiden *Anomalien der Akkommodation*. Das Auge vermag im zehnten Lebensjahre bis auf eine Entfernung von annähernd sieben Zentimeter zu akkommodieren. Die Akkommodation des Kindes ist demnach eine außerordentliche. In späteren Jahren aber nimmt dieses Vermögen rasch ab. Schon mit dreiundzwanzig Jahren akkommodiert das Normalauge nur noch auf zehn Zentimeter und mit vierzig Jahren nur noch auf zwanzig. Vor dem Anfang der fünfziger Jahre aber weicht der Nahepunkt sogar bis auf dreißig Zentimeter zurück, also auf eine Entfernung, in der sich feine Arbeiten schon nicht mehr gut vornehmen und feine Schriften nur noch mit Anstrengung lesen lassen. Für diese Entfernung wird jetzt schon die ganze Akkommodationsanstrengung, die sich aber nur für kurze Zeit ertragen läßt, gebraucht, während der junge Mensch für sie mit einem Bruchteil seiner Akkommodation ausreicht. Dies sind noch keineswegs die schlimmsten Fälle, bei denen das Normalauge gegen Ende der vierziger

Jahre seinen Nahepunkt dreißig Zentimeter entfernt hat. Es kommt nicht selten vor, daß die Akkommodation viel rascher verloren geht und der Nahepunkt in solchem Alter schon bis nahe auf sechzig Zentimeter hinausgerückt ist. Mit sechzig Jahren ist das normalerweise immer eine Entfernung, in der man nur noch große Schrift lesen kann und in der es ganz unmöglich ist, etwa feinere Arbeiten auszuführen. Später rückt er hinaus bis in die unendliche Ferne und kann im hohen Alter noch bis über die unendliche Ferne hinausgerückt sein, indem das Auge nämlich dann häufig nur noch schwach zusammenlaufende Strahlen zur Vereinigung bringt.

Um das fünfzigste Lebensjahr herum, häufig aber schon früher, wird ein normales Auge einer *Brille* bedürfen, und zwar einer Konvexlinse (Sammellinse), welche die Strahlen weniger auseinandergehend macht. Die Strahlen, die sonst erst hinter der Netzhaut zur Vereinigung gekommen wären, gelangen hiermit in ihr zur Vereinigung. Es fragt sich nur, wie früh ein solcher *Alterssichtiger* sich einer Brille bedienen soll. Die einzig richtige Antwort ist die, daß er erst dann dazu schreiten soll, wenn er bemerkt, daß er nicht mehr wie sonst dauernd und ohne Anstrengung lesen kann. Bei sehr vielen Leuten herrscht ein Vorurteil gegen Brillen. Sie meinen, wenn sie erst einmal eine Brille in Gebrauch nehmen, so müßten sie dann zu immer stärkeren übergehen. Darum wollen sie ihr Auge nicht verwöhnen. Das stimmt aber nur insofern, als sie fortschreitend eine immer stärkere Brille tragen müssen. Aber das rührt nicht von der Brille her, sondern davon, daß sie immer älter werden. Durch den Gebrauch der Brille aber wird man der unnützen Anstrengungen überhoben, die sonst zum Zwecke der Akkommodation gemacht werden müssen, und schon hier allein liegt ein beträchtlicher Vorteil. Überdies aber braucht man die Objekte nicht mehr in so großer Entfernung vom Auge zu halten, man erhält dadurch sowie infolge der Wirkung, die das Brillenglas selbst auf die Lage des hinteren Knotenpunktes ausübt, größere Netzhautbilder und erzielt somit einen Gewinn, demgegenüber man sich den Lichtverlust durch die zweimalige Reflexion am Brillenglas schon gefallen lassen kann. Es kommt nicht selten vor, daß solche Alterssichtige, die längere Zeit gewöhnt waren, in größerer Entfernung zu lesen, wenn sie nun eine Brille bekommen haben und die Objekte dem Auge jetzt näher halten als früher, sich darüber beklagen, daß die Brille sie anstrenge, daß sie Schmerzen oberhalb der Augen und Schwindel bekommen, daß sie schließlich doppelt sehen und manches andere mehr. Das rührt dann

davon her, daß sie gewohnt waren, alles in größerer Entfernung zu betrachten und sich so entwöhnt haben, ihre Gesichtslinien stärker zusammenlaufen zu lassen. Jetzt, wo sie dies wieder sollen, wird ihnen die Kontraktion der geraden inneren Muskeln zur Anstrengung, verursacht ihnen Ermüdung und alle die mannigfachen Beschwerden. Ihnen läßt sich aber dadurch abhelfen, daß die Brillen nicht zentriert werden. Man legt vor jedes Auge ein Prisma von kleinem Winkel, so daß seine brechenden Kanten nach der Schläfenseite und die dicken nach der Nase hin gewendet sind. So werden die Strahlen, die zu den beiden Augen von einem näheren Punkte kommen, durch die Prismen so abgelenkt, als wenn sie von einem entfernten Punkte herkämen. Werden also solche Prismen mit Sammellinsen vereinigt, so läßt sich mit einer zusammengehenden Richtung der Sehachsen, die sonst nur für fernere Objekte geeignet sind, auch in der Nähe einfach sehen. Solche Vereinigungen von Prisma und Linse sind sehr leicht herzustellen. Diese sogenannten prismatischen Gläser sind von ausgedehnter Anwendung, weil die Störung, daß eine dauernde Anspannung der inneren Muskeln nicht ertragen wird, nicht nur bei Alterssichtigen, sondern auch bei anderen Personen gar nicht so selten vorkommt, ein Zustand, der als Insuffizienz der geraden inneren Muskeln bezeichnet zu werden pflegt.

Man nennt den Zustand eines Auges, das in der Ruhe nicht mehr für die unendliche Ferne, sondern für irgendeine endliche Entfernung eingestellt ist, *Kurzsichtigkeit* (s. Abb. 144). Es kommen drei verschiedene Formen vor, die sich nicht nur unterscheiden durch den Grad der Kurzsichtigkeit, sondern auch durch Veränderungen, welche diese in den verschiedenen Lebensjahren erfährt. Das stationär kurzsichtige Auge ist im Zustand der Ruhe in der Kindheit auf eine Entfernung von sechzig Zentimetern eingestellt und kann bis auf sechs akkommodieren. Das Akkommodationsvermögen nimmt natürlich mit den Lebensjahren rasch ab. Im Alter von vierzig Jahren kann ein solches Auge noch auf fünfzig Zentimeter akkommodieren und mit sechzig Jahren noch auf dreißig, während ein normales Auge in diesem Alter nur noch auf sechzig zu akkommodieren vermag. Eine Persönlichkeit mit solchen Augen kann also im Alter von sechzig Jahren gewöhnliche Schrift noch ohne Brille lesen. Sie hat in den früheren Lebensjahren beim Lesen und Schreiben bei weitem nicht so große Akkommodationsanstrengungen nötig gehabt wie der Normalsichtige, sondern nur einen Bruchteil von dessen Akkommodation gebraucht. Das

sind die unverwüstlichen Augen, die Nächte hindurch arbeiten können, ohne davon besonders angestrengt zu werden, das sind auch die Augen, die im Alter die besseren Dienste leisten, da sie für das Sehen in der Nähe weit länger ohne Brille gebraucht werden können. Ein anderes Auge dagegen, schon weniger beneidenswert, ist das zeitlich fortschreitend kurzsichtige Auge. Das ist von vornherein mit einem höheren Grade von Kurzsichtigkeit behaftet. Der Fernpunkt liegt in der Kindheit hier zwischen zwanzig und dreißig Zentimetern, und es ist ihm möglich, auf sieben-

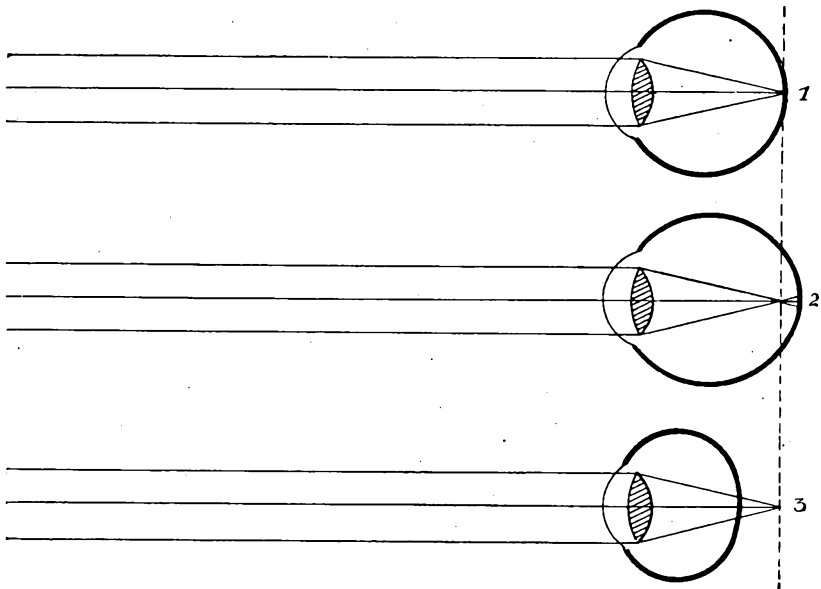


Abb. 144. Schematische Darstellung der Normal-, Kurz- und Weitsichtigkeit. Die drei Horizontallinien sind Lichtstrahlen, die sich im normalen Auge auf der Netzhaut zum Bilde vereinigen (1), im kurzsichtigen, ehe sie die Netzhaut erreicht haben (2), im weitsichtigen dagegen, nachdem sie die Netzhaut erreicht haben (3).

einhalb zu akkomodieren. Noch im mittleren Lebensalter zwischen zwanzig und dreißig Jahren nähert sich sein Nahepunkt, aber auch der Fernpunkt, das Auge wird also kurzsichtiger. Mit dreißig Jahren kann es auf keine viel größere Entfernung mehr als auf etwa dreizehn Zentimeter eingestellt werden, denn die Akkommodation nimmt im zunehmenden Alter fortwährend weiter ab, so daß zuletzt eine bleibende Sehweite von dreizehn bis fünfzehn Zentimetern entsteht. Begreiflicherweise ist ein solches Auge nicht nur unbrauchbar zum Sehen in die Ferne, sondern

auch schon ungünstig für das Sehen in die Nähe. In so geringer Entfernung kann meist nicht mehr dauernd ohne Anstrengung mit beiden Augen gesehen werden, weil man die geraden Augenmuskeln allzu stark anspannen muß, um noch von beiden Augen in solcher kurzen Entfernung einfache Bilder zu haben. Das Schlechteste von allen ist das bleibend fortschreitend kurzsichtige Auge, und zwar ist es schon in der Jugend das kurzsichtigste. Der Fernpunkt liegt zwischen fünfzehn und zwanzig Zentimetern, der Nahepunkt bei siebeneinhalb; in den Jünglingsjahren rückt er noch herab; später rückt er hinaus mit schwindender Akkommodation, während der Fernpunkt mit zunehmenden Jahren heranrückt. Er ist mit sechzig Jahren auf sieben Zentimeter herangerückt und nähert sich dann allmählich noch mehr. Dies sind die Augen, in denen sich die Traubengeschwulst am hinteren Augenpol und die Gesichtsschwäche infolge beginnenden Netzhautschwundes ausbilden und häufig im hohen Alter völliges Erblinden zur Folge haben. Neben diesen verschiedenartigen Formen von Kurzsichtigkeit, welche die Folgeerscheinungen des Baues des Auges oder der Krümmungshalbmesser der brechenden Flächen und der Länge der Augenachse sind, gibt es noch eine erworbene Kurzsichtigkeit oder vielmehr eine angewöhnte Kurzsichtigkeit, die darauf beruht, daß Leute, die schon in ihrer Jugend viel in der Nähe arbeiteten, wie Gymnasiasten, die viele Texte mit kleiner Schrift lesen, oder Stickerinnen, die sehr feine Arbeiten ausführen, zuletzt das Vermögen verlieren, ihren Akkommodationsapparat vollständig zu entspannen. Sie lassen ihr Auge dauernd für die Nähe eingestellt, sie wissen nicht mehr, wie sie es anfangen sollen, um ihr Auge so weit für die Ferne einzurichten, daß sie es für den wahren Fernpunkt einstellen, der der Gestalt der optischen Medien und der Tiefe des Auges entspricht. Es läge nun nahe, ein kurzsichtiges Auge auf ein normales Auge zu korrigieren, ihm also dauernd ein Brillenglas vorzulegen, damit dieses mit dem Auge zusammen ein optisches System bilde, das im Zustande der Ruhe des Auges für die unendliche Ferne eingestellt ist. Aber ein solches Vorgehen wäre nicht zu rechtfertigen, man verwandelte dann dauernd ein kurzsichtiges Auge in ein Normalauge, während es doch im Bereich der Möglichkeit liegt, es nur zeitweise zu einem Normalauge zu gestalten; nur dann, wenn es als solches gebraucht werden soll, wenn es also in der unendlichen Ferne deutlich sehen soll. Natürlich läßt sich einem kurzsichtigen Auge eine Brille geben, die es auf ein normales oder doch auf ein nahezu normales Auge korrigiert, aber sie darf nur zu dem Zwecke in Anwendung kommen,

sie zum Sehen in die Ferne zu gebrauchen. Braucht jemand hier eine Brille, um in einer bestimmten endlichen Entfernung genau sehen zu können, so gibt man ihm eine solche, die sein Auge nur so weit korrigiert, daß sein Fernpunkt in dieser Entfernung liegt. Hat also ein Schulkind in einem gewissen Abstände regelmäßig auf der Wandtafel zu lesen, so muß es eine Brille haben, mit der sein Auge im Zustande der Ruhe, also bei möglichst entspanntem Akkommodationsapparat, in einer solchen Entfernung deutlich sieht. Nur darf es sie nicht auch beim Lesen und Schreiben gebrauchen. Hierbei ist sie jedesmal abzulegen, denn durch eine solche Brille würde ihm beim Lesen und Schreiben eine ganz unnütze Akkommodationsanstrengung aufgebürdet werden, die ohne weiteres erspart werden kann. Allerdings gibt es auch Kurzsichtige, die ohne Brille die Objekte so halten müssen, daß sie sie dann nicht mehr einfach sehen. Diesen kann man zum Sehen in die Nähe eine schwächere Zerstreuungsbille geben, die ihre Augen nur so weit korrigiert, daß nunmehr der Fernpunkt etwa bei fünfundzwanzig bis dreißig Zentimetern liegt, dann können sie ohne oder doch nur mit geringer Akkommodationsanstrengung mit ihr lesen und schreiben. Solange aber die Kurzsichtigkeit nicht einen sehr hohen Grad erreicht, ist es überhaupt nicht nötig, eine Zerstreuungsbille zu geben. Es läßt sich viel einfacher helfen: gibt man eine Zerstreuungslinse, damit der Lesende das Buch weiter vom Auge entfernt halten kann, so hat das für ihn den Nachteil, daß die Lichtintensität, wie dies bei jeder Brille der Fall ist, wegen der Reflexionen an den beiden Oberflächen der Gläser geschwächt und außerdem durch die Zerstreuungsgläser das Netzhautbild kleiner gemacht wird, indem der hintere Knotenpunkt des ganzen Systems weiter nach rückwärts liegt als derjenige des Auges. Dieser Nachteil aber läßt sich vermeiden, wenn statt der Zerstreuungslinsen ebene Prismen vor das Auge gelegt werden, Brillen, in die statt der Linsen Prismen eingefügt sind, die sich mit der dicken Seite gegen die Nase und mit ihrer dünnen gegen die Schläfe wenden. Sie bringen die Strahlen so zu den beiden Augen, als ob sie von einem entfernteren Punkte kämen, und nun kann der Kurzsichtige das Buch sich so nahe bringen, wie er es zum Sehen mit seinen kurzsichtigen Augen nötig hat. Er braucht jetzt nicht mehr die Gesichtslinien so stark zusammenlaufen zu lassen und hat dabei die großen Netzhautbilder seines kurzsichtigen Auges.

Das ausgesprochene Gegenteil des kurzsichtigen ist das sogenannte *hypermetropische*, das übersichtige Auge (s. Abb. 144), das

sich dadurch charakterisiert, daß es im Zustande der Ruhe weder für eine endliche noch für die unendliche Ferne eingestellt ist, sondern in diesem Zustande nur zusammengehende Strahlen zur Vereinigung bringt. Bei den geringeren Graden der Hypermetropie wird das gar nicht bemerkt, die Hypermetropen können ihr Auge im Zustande der Ruhe niemals gebrauchen, sie sind immer darauf angewiesen, zu akkommodieren, auch für die unendliche Ferne, und so verlernen sie es vollständig, ihre Akkommodation zu entspannen, wenn man ihnen ein schwaches Sammelglas gibt. So sehen sie darum auch meistens durch dieses in die Ferne nicht besser als mit bloßem Auge, und da in der Jugend die Akkommodationsbreite eine große ist, so merkt, wie gesagt, jemand, der nur im geringen Grade hypermetropisch ist, von seinem Fehler in der Jugend nichts. Erst in den zwanziger Jahren fällt ihm dann auf, daß er beim Lesen eher ermüdet, weil er jetzt schon, um sein Auge auf eine Entfernung von etwa fünfundzwanzig Zentimetern einzustellen, seine ganze Akkommodationsbreite braucht. Ist er dreißig Jahre alt geworden, so kann er selbst mit seiner gesamten Akkommodationsanstrengung das Auge nicht mehr auf dreißig Zentimeter einstellen. Mit fünfunddreißig Jahren liegt bei ihm der Nahepunkt bei fünfundsechzig Zentimetern, er ist also schon in den Blütejahren darauf angewiesen, eine Brille zu gebrauchen. Im späteren Leben rückt der Nahepunkt immer weiter hinaus und endlich auch über die unendliche Ferne, so daß das Auge nur noch zusammenlaufende Strahlen zur Vereinigung bringen kann. Einen höheren Grad der Hypermetropie besitzt das mittelmäßig hypermetropisch benannte Auge. Da kann in der Kindheit noch fürs Lesen und Schreiben akkommodiert werden, aber schon mit dem fünfundzwanzigsten Lebensjahre ist der Nahepunkt über dreißig Zentimeter hinausgerückt, so daß von jetzt an schon die ganze Akkommodationsanstrengung nötig ist, um eine kleinere Schrift noch lesen zu können. Jetzt schon also tritt die Zeit an, wo das Auge relativ unbrauchbar wird. In noch höherem Grade hypermetropisch ist das stark hypermetropische Auge. Hier kann selbst in der Kindheit nicht auf dreißig Zentimeter akkommodiert, im Alter von einundzwanzig Jahren aber noch für die unendliche Ferne eingestellt werden. Von da ab werden nur noch Strahlen zur Vereinigung gebracht, die zusammenlaufend zum Auge gelangen. Dieser Gesichtsfehler der Hypermetropie ist lange Zeit verkannt worden, und diese Verkennung sowie seine Vernachlässigung zieht überhaupt schwere Nachteile nach sich, da ja selbst diejenigen Hypermetropen, die noch für

eine Entfernung akkomodieren können, in der man zu lesen pflegt, schon ihre ganze Akkomodationsanstrengung brauchen, um das Auge hierfür einzustellen. Dies halten sie aber nur verhältnismäßig kurze Zeit aus. Bald tritt ein Zustand ein, wo sie anfangen, doppelt zu sehen, wo ihnen Buchstaben ineinanderfließen, wo ein Gefühl von Schwindel und Schmerzen in der Gegend über der Augenhöhle sich einstellt. Noch einen anderen Nachteil hat die Hypermetropie im Gefolge, ganz abgesehen von der Unmöglichkeit, die später eintritt, feinere Arbeiten auszuführen, und zwar den, daß die Betroffenen häufig schielen. Da sie nämlich ihr Auge für die Nähe nicht mehr einstellen können, so daß sie die Objekte entfernt halten müssen, da sie sonst beim Sehen mit beiden Augen Doppelbilder haben würden, so sehen sie nur mit einem Auge und schielen mit dem anderen nach innen, indem sie es ganz vernachlässigen. Um alle diese Nachteile zu verhüten, gibt es kein anderes Mittel, als den Hypermetropen zur rechten Zeit Brillen zu geben. Es versteht sich von selbst, daß diese keine anderen sein können als Konvexbrillen, Sammellinsen.

Läßt sich so den Brechungsfehlern des Auges durch optische Gläser nachhelfen, und kann man sie sogar oft völlig kompensieren, so gibt es doch für ein jedes Auge, auch des Kurzsichtigen, eine gewisse Nähe, in der es überhaupt nicht mehr deutlich sehen kann. Und doch würden wir, wenn sich das Objekt noch näher heranbringen ließe, von ihm ein größeres Netzhautbild gewinnen, wir würden es dann vergrößert sehen und könnten noch Einzelheiten an ihm erkennen, die mit freiem Auge sich nicht mehr unterscheiden lassen. Um diesen Zweck zu erreichen, legen wir eine Sammellinse vor das Auge und nennen diese eine *Lupe*. Sie verschafft uns ein größeres Bild, einmal weil wir den Gegenstand nun näher vor das Auge bringen können und dann besonders, weil die Sammellinse mit unserem Auge ein neues optisches System bildet, indem der hintere Knotenpunkt weiter nach vorn liegt, als er früher in unserem Auge lag. Eine solche Lupe unterscheidet sich von einem Konvexbrillenglas nur durch ihre kürzere Brennweite. Wir könnten auch vor jedes der beiden Augen eine derartige Lupe legen, wenn wir die geraden inneren Muskeln stark genug anzuspannen vermöchten, um damit noch einfach zu sehen. Das gelingt aber nur, wenn die Lupen prismatisch gestaltet werden. Wird die Brennweite einer Lupe bis zu einem gewissen Grade verkürzt, so wird die sphärische Ablenkung immer auffälliger und verdirbt das Bild immer mehr. Darum ist es für solche Zwecke vorteilhafter, Sammellinsen miteinander zu kombinieren. Ein solches Instrument heißt

Doppellupe. Es lassen sich auch drei Sammellinsen mit solchen Krümmungen und in solcher Reihenfolge miteinander verbinden, daß die sphärische Ablenkung auf ein Minimum herabgesetzt wird, so daß eine sogenannte aplanatische Kombination entsteht, aber da jetzt, wo stärkere Vergrößerungen erzielt werden, das Instrument sich nicht mehr gut mit freier Hand handhaben läßt, bringen wir es in ein Stativ, an dem es durch einen Trieb nach aufwärts und nach abwärts bewegt werden kann. Wir verbinden es auch mit einem Tisch und einem Beleuchtungsspiegel und nennen das ganze ein einfaches Mikroskop. Es unterscheidet sich im wesentlichen von einer Lupe nur durch die kürzere Brennweite und durch die Art der Montierung, indem es also mit einem eigenen Arbeitstischchen und einem Beleuchtungsspiegel versehen ist. Etwas anders nun als dieses einfache ist das zusammengesetzte *Mikroskop*, das für wissenschaftliche Arbeiten so unentbehrlich ist und so außerordentlich viel zur Anwendung kommt. Bei ihm wird zunächst durch das Objektiv erst ein umgekehrtes Luftbild entworfen und dieses dann mit einer besonderen Augenlinse betrachtet. Das zusammengesetzte Mikroskop ist also im Prinzip ebenso gebaut wie ein astronomisches oder Keplersches Fernrohr, in dessen einfachster Form eine Objektivlinse ein umgekehrtes Bild liefert und eine Okularlinse dieses Bild vergrößert zur Anschauung bringt.

Viele Jahre hat man sich vergebens bemüht, die Frage zu beantworten, ob man in das Auge eines anderen hineinsehen könne, bis Helmholtz das Problem in genialster Weise und mit einem Schlage durch seine Erfindung des Augenspiegels löste und damit die Augenheilkunde überhaupt erst zum Range einer Wissenschaft erhob. Sieht man in das Auge einer anderen Person hinein, so erblickt man bekanntlich durch die Pupille einen schwarzen Grund. Aber auf diesem Hintergrund ist nichts zu sehen, und das hat zweierlei Ursachen, einmal, weil die Netzhaut mit ihren Gefäßen, um deren Anblick es sich handelt, nicht in der Entfernung des deutlichen Sehens sich befindet, und zweitens sehen wir hauptsächlich darum nichts, weil der Augenrund nicht hinreichend beleuchtet ist. Die Beleuchtung können wir schaffen, es wird keineswegs etwa helles Licht im Auge absorbiert. Ist es doch bekannt, daß die Augen derjenigen Tiere, die eine lichtreflektierende Schicht haben, wie die Hunde und die Katzen, im Dunkeln leuchten. Sie leuchten zwar nicht im wirklich Dunkeln, sondern sie geben nur von irgendwelcher Lichtwelle so viel Licht zurück, daß dadurch ihr Auge in der Dämmerung

unter gewissen Umständen leuchtend erscheint. Wenn ein solches Tier irgendwo im dunklen Raume in einem Winkel sitzt, die Tür geöffnet wird und Licht durch den Spalt einfällt, so leuchtet das Auge dieses Tieres auf. Das beruht darauf, daß die Strahlen, die aus dem Auge zurückkommen, dieselben Brechungen erfahren, wie diejenigen, die in das Auge hineingelangt sind, und somit das Licht annähernd an denselben Ort zurückkehrt, von dem es ausgegangen ist. Steht dann also jemand in der geöffneten Tür, so muß das Licht gerade zu ihm zurückkehren, und das Auge des Tieres ihm leuchtend erscheinen. Auch aus dem Auge des Menschen kommt in gleicher Weise Licht zurück, nur sehr viel weniger als von dem Auge dieses Tieres, weil er eben keine lichtreflektierende Schicht besitzt, immerhin aber doch so viel, daß man auch das menschliche Auge unter passenden Umständen leuchten sehen kann. Denkt man sich vor dem Auge jedesmal eine Lichtflamme, so wirft diese ihr Bild auf die Netzhaut, und die Strahlen, die von dort zurückkommen, gehen im allgemeinen wieder den gleichen Weg der eingetretenen Strahlen. Würde sich also dem zu untersuchenden Auge gegenüber ungefähr in einer und derselben Linie mit der Lichtflamme ein anderes beobachtendes Auge befinden, und man verdeckte diesem die Lichtquelle, so würde derjenige Teil des Lichtes, der nicht ganz genau den exakten Weg zurückgelegt hat, in dieses beobachtende Auge gelangen, und dieses müßte dann also das untersuchte Auge leuchten sehen. Dieser einfache Vorgang kann aber auch noch anders zustande kommen. Es läßt sich ein Planglas schief aufstellen und seitlich davon eine Lichtquelle, so daß das Licht von ihm aus in das untersuchte Auge reflektiert wird. So entsteht ein Flammenbild auf der Netzhaut. Das Licht, das von dieser zurückkommt, muß wieder durch das Planglas hindurch und zum beobachtenden Auge gelangen, das sich hinter dem Planglas befindet, das also gleichzeitig als reflektierender Spiegel und als durchsichtiges Medium wirkt. Es lassen sich auch mehrere Platten solchen ebenen Glases hintereinander legen, damit die Reflexion gesteigert wird, so daß eine größere Menge Lichtes in das untersuchte und somit auch aus ihm in das beobachtende Auge tritt. Dies war die Beleuchtung, die Helmholtz, der Erfinder des Augenspiegels, zuerst verwendet hat. Nachdem nun so das Innere des Auges eine ausreichende Beleuchtung erfahren hat, handelte es sich weiter darum, ein deutliches Bild der Gegenstände zu schaffen, die in dieser Beleuchtung im Grunde des Auges zu sehen sind. Denkt man sich das untersuchte sowohl als das beobachtende Auge für die unendliche Ferne

eingestellt, so müssen die Strahlen, die aus dem ersten parallel herauskommen, auf der Netzhaut des anderen Auges zur Vereinigung gelangen. Zwei Normalaugen, die beide für die unendliche Ferne eingestellt sind, könnten also das eine auf dem Grunde des anderen deutlich sehen. Nun stellt sich aber ein Normalauge einem Beobachter gegenüber niemals für die unendliche, sondern immer nur auf eine endliche Ferne ein, so daß alle Strahlen aus Normalaugen und noch mehr solche aus kurzsichtigen Augen konvergierend herauskommen. Man könnte so mit bloßem Auge unter der Voraussetzung, daß es ein Normalauge ist, nur im Grunde des Auges eines Hypermetropen, der überhaupt auf keine endliche Ferne akkommodiert, deutlich sehen. Da aber das untersuchte Auge immer anfängt, für eine endliche Entfernung zu akkommodieren, kommen die Strahlen konvergierend heraus, und darum muß eine Korrektionslinse, eine Zerstreuungslinse, zwischen das beobachtende und das untersuchte Auge eingeschaltet werden. Eine Reihe solcher Korrektionslinsen sind im Helmholtz'schen Augenspiegel in drehbaren Scheiben angebracht, so daß sie einzeln oder zu zweien vor das Auge gelegt werden können. Der Augenspiegel ist also nach dem Prinzip des Galileischen Fernrohres konstruiert, die Strahlen kommen hier wie dort konvergierend aus dem Auge und werden durch eine Zerstreuungslinse so weit divergierend gemacht, daß sie sich auf der Netzhaut des beobachtenden Auges vereinigen. Wenn nun aber nach dem Prinzip des Galileischen Fernrohres der Grund des Auges deutlich gesehen werden kann, so muß das doch auch nach dem Prinzip des astronomischen Fernrohres möglich sein, und so kam ein zweiter Augenspiegel zustande. Wenn die Strahlen aus dem Auge parallel oder schwach konvergierend herauskommen, und eine Sammellinse davor gebracht wird, so müssen die Strahlen durch sie zusammengebrochen, und von dem Netzhautbilde ein umgekehrtes Luftbild entworfen werden. Wird dieses durch eine Sammellinse betrachtet, die der Untersucher als Okular vor sein Auge legt, so läßt sich durch Abändern der Entfernung zwischen den beiden Linsen oder ihrer Entfernung vom Auge, ähnlich wie beim Einstellen eines astronomischen Fernrohres, in jedem Falle ein deutliches Bild vom Hintergrunde des zu untersuchenden Auges erzielen. Nur handelt es sich jetzt darum, wie die Beleuchtung vor sich gehen soll, und hierfür hat sich ein ziemlich großer Hohlspiegel, der in der Mitte durch ein Loch durchbrochen ist, als zweckmäßig erwiesen. Er wirft von einer Lichtquelle, die sich hinter dem Kopfe des Untersuchten befindet, Licht in dessen Auge. Dieses Licht wird aus dem Auge zum Spiegel

reflektiert und durch die Öffnung in dessen Mitte beobachtet. Diese beiden Formen von Augenspiegeln sind die Vorfahren aller Augenspiegel überhaupt, die seitdem in großer Anzahl aufgetaucht sind, sie lassen sich immer nur nach einem von diesen beiden Prinzipien finden. Nur die Ausführung kann in mannigfacher Weise variiert werden.

Durch das gleichzeitige Sehen mit beiden Augen, das *binokulare Sehen*, bei dem also die beiden Augen die Eindrücke gleichzeitig auffassen, wird es möglich, die Fehler und die Unvollkommenheiten des einen Auges bis zu einem gewissen Grade durch das andere auszugleichen. Vor allem aber beruhen auf dem binokularen Sehen zum größten Teil unsere Vorstellungen von der Körperlichkeit der Dinge und im Zusammenhange damit auch die Vorstellung von ihrer Entfernung von uns. Wollen wir einen Gegenstand deutlich sehen, so suchen wir ihn uns in beiden Augen im Zentrum der Netzhaut, im Grunde der Grube, in der Mitte des gelben Flecks, abzubilden. Wir suchen eine gedachte, gerade Linie auf ihn zu richten, die durch den als zwischen den Knotenpunkten liegend gedachten Kreuzungspunkt der Sehstrahlen und durch das Zentrum der Netzhaut hindurchgeht. Diese Linie heißt die Gesichtslinie, und sie ist von allen Sehstrahlen, von allen Verbindungslinien also zwischen Netzhautbild und Sehobjekt, diejenige, die das Zentrum der Netzhaut im Grunde der zentralen Grube trifft. Ein Punkt im Sehfelde, auf den eine Gesichtslinie gerichtet ist, heißt ein Blickpunkt, und ein Punkt, auf den beide Gesichtslinien gerichtet sind, an dem also zwei Blickpunkte in einen zusammenfallen, führt den Namen Fixationspunkt. Es heißt von diesem Punkte, er sei in der Fixation, die Orte der Bilder der Blickpunkte aber, die ja in jedem der beiden Augen in den Grund der zentralen Grube in das sogenannte Netzhautzentrum fallen, sind identische Stellen, und das bedeutet, daß ihre Eindrücke nicht doppelt, sondern nur einfach empfunden werden, indem wir ihre Ursachen für die beiden Augen an einen und denselben Ort des Sehraumes verlegen. Das fixierte Objekt wird also einfach gesehen.

Im allgemeinen folgt also die Akkommodation der Fixation, so daß die Akkommodation sich für dieselbe Entfernung anpaßt, für die sich die Konvergenz der Gesichtslinien einrichtet, für die Entfernung also, in der die Gesichtslinien beider Augen einander treffen. Es hat darum seine Schwierigkeiten, und man erlangt es erst durch Übung, die Konvergenz der Sehachsen bis zu einem gewissen Grade von der Akkommodation unabhängig zu machen, so daß man seine Gesichtslinien in einem

verhältnismäßig naheliegenden Punkte zu kreuzen vermag und dabei doch an einer entfernten Wand deutlich sehen kann. Geht man aus der Fixation für einen näheren Gegenstand in diejenige für einen entfernteren über, so müssen die Gesichtslinien mehr parallel gestellt werden, wie man umgekehrt beim Übergange aus der Fixation für einen entfernteren in die für einen näheren die Gesichtslinien stärker konvergieren lassen muß. Da dies nun fortwährend beim Anschauen der körperlichen Welt geschieht, so ist es klar, daß sich hieraus allmählich ein Maßstab für die Nähe und die Entfernung eines Gegenstandes in jedem Menschen entwickeln muß. Hat doch schon Kepler ausgesprochen, die Linien, durch welche die Drehpunkte der beiden Augen verbunden sind, bildeten die trigonometrische Basis, auf Grund deren wir die Entfernung der Gegenstände von uns abschätzen. Daß in der Tat das Zusammenwirken beider Augen für das Schätzen der Entfernung von Wichtigkeit ist, sieht man ja auch deutlich an den Einäugigen, die freilich Entfernungen ganz gut dort zu schätzen vermögen, wo ihnen äußere Hilfsmittel in den einzelnen Objekten, die sich dazwischen befinden, zu Hilfe kommen. Sind sie aber dieser Hilfsmittel bar und sind zugleich die Entfernungsunterschiede nicht groß genug, um ihnen aus der Akkommodation, aus der Einstellung ihres Auges, fühlbar zu werden, so sind sie in hohem Grade unsicher.

Da demnach in der Konvergenz unserer Sehachsen die Grundlage für das Schätzen der Entfernung liegt, so muß auch unsere gesamte räumliche Vorstellung und das ganze körperliche Sehen überhaupt damit zusammenhängen. Und dies ist auch in der Tat der Fall. Nur verliert diese Grundlage immer mehr an Sicherheit, je größer die Entfernung wird, weil zuletzt unsere trigonometrische Basis für die zu messende Entfernung zu klein wird, so daß wir dann, um ein Urteil über die Entfernung zu gewinnen, auf andere Hilfen angewiesen sind, auf die sogenannte Luftperspektive, auf die scheinbare Größe bekannter Gegenstände, auf die Fülle der Gegenstände, die sich zwischen uns und den Objekten befinden, deren Entfernung wir zu schätzen haben. Dabei stellt sich heraus, daß wir, je mehr uns unser erstes Hilfsmittel und diese weiteren im Stiche lassen, die Entfernung um so mehr unterschätzen, niemals aber sie überschätzen. Sieht man auf eine entfernte Gebirgskette, so erscheint sie so, als ob diese Berge steil ansteigen, während sie in der Tat schwach geneigte Abhänge haben, erblickt man mehrere Gebirgsketten hintereinander, so erscheinen sie, auch wenn sie meilenweit voneinander entfernt sind, kulissenartig, die eine hinter der anderen,

aufgestellt zu sein. Erst wenn man sich ihnen nähert, erkennt man, daß sie mit verhältnismäßig sanften Abdachungen ansteigen, daß weite Täler zwischen ihnen liegen, kurz, daß man große Entfernungen in auffälligster Weise unterschätzt, weil eben die gewöhnlichen Mittel nicht zur Stelle waren, vermöge deren wir sonst Entfernungen schätzen.

Mit dem körperlichen Sehen, damit, daß wir die Entfernung der Gegenstände nach der Konvergenz unserer Sehachsen bemessen, hängt ein optisches Instrument zusammen, das in seiner ersten Gestalt von dem englischen Physiker Wheatstone hergestellt worden ist, das *Stereoskop*. In seiner ursprünglichen Form bestand es aus zwei Spiegeln, die unter nahezu rechtem Winkel aneinandergelegt waren, sowie aus zwei seitlichen Laden, in die perspektivische Zeichnungen eines und desselben Gegenstandes eingeschoben wurden, aber perspektivische Zeichnungen solcher Art, daß einmal der Gegenstand so gezeichnet wurde, wie er mit dem rechten Auge gesehen wird, und das andere Mal so, wie er mit dem linken erscheint. Wurde nun die Zeichnung für das rechte Auge an die rechte und die für das linke Auge an die linke Seite gelegt, so entstanden Spiegelbilder, die im Sehfelde übereinander fielen und aus diesen Spiegelbildern das Relief des Körpers, so daß man glaubte, den Körper selbst vor sich zu sehen. Nun konnte die Frage aufgeworfen werden, warum wir denn hierbei über die Doppelbilder hinwegsehen und eben nur die einfachen Gesichtseindrücke wahrnehmen. Wir tun das aber immer, denn wir sehen ja, wenn wir die Außenwelt betrachten, viel mehr Doppelbilder als einfache, und nichtsdestoweniger nehmen wir von diesen nichts wahr. Wir empfinden nur die einfachen Gesichtseindrücke, und es bedarf einer besonderen Anstrengung und besonderen Überlegung, um die Doppelbilder wahrzunehmen und zum Bewußtsein zu bringen. Will man die Doppelbilder zur Wahrnehmung bringen, so muß erst ein Punkt ganz fest fixiert werden, so daß die Gesichtslinien unverrückt in ihm vereinigt sind, und dann muß man sich erst geflissentlich die entstehenden Doppelbilder zur Anschauung bringen. Gerade dasselbe aber geschieht auch hier im Stereoskop. Werden die Gesichtslinien fest und dauernd für eine bestimmte Entfernung eingestellt, so fällt das Relief in zwei Flachbilder auseinander. Manchmal sieht man noch im ersten Augenblick des Hineinsehens die Doppelbilder, aber schon nach ganz kurzer Zeit vereinigen sich diese vollständig miteinander. Aus den veränderlichen, wandernden Bildern auf unseren Netzhäuten aber entsteht für uns dabei die Vorstellung des Körperlichen, des Vertieften und des Erhabenen.

ZWEITER TEIL

Die Erhaltung der
Gesundheit

ERSTES BUCH

Die natürlichen Faktoren
der
Gesunderhaltung

ERSTES KAPITEL

Die Gesundheitspflege

Jeder Mensch ist nur lebensfähig durch den steten und ausgiebigen Wechselverkehr mit seiner Umgebung, aus der er Nahrung und Wasser und Luft und so vieles andere aufnimmt, und an die er seinerseits Wärme und Wasser und Kohlensäure und manche andere Exkrete abgibt. Nur eine Umgebung von bestimmter und in engen Grenzen schwankender Beschaffenheit ermöglicht einen normalen Ablauf des Lebens, auf eine jede allzu intensive oder allzu anhaltende Abweichung im Verhalten der äußeren Umgebung reagiert der Körper mit krankhafter Störung. So kommt es, daß die natürlichen Lebensunterlagen wie Luft und Wärme, Boden, Wasser und Nahrung, ebenso wie auch die künstlich beeinflusste Umgebung des Menschen, die Kleidung, die Wohnung, der Beruf und die Beschäftigung vielfache Krankheitsursachen in sich schließen. Sie sind um so bedeutsamer, weil jeder Mensch mit allen seinen Verrichtungen auf einen steten und regen Verkehr mit der Außenwelt angewiesen ist. Wenn daher eine abnorme Sterblichkeit innerhalb einer Bevölkerung auftritt, oder es zu einer auffällig starken Erkrankung einzelner Lebensalter kommt, oder epidemische Krankheiten um sich greifen, so muß fast ausnahmslos in den jeweiligen *äußeren Lebensverhältnissen* die Ursache zu suchen sein, so daß dann eine gründliche Durchforschung und genaue Erkenntnis der äußeren Lebensunterlagen und der in diesen gelegenen Krankheitsursachen notwendig wird. Doch ist es erst wenige Jahrzehnte her, daß infolge des schnellen Anwachsens der großen Städte und der Fabrikorte und der dort sich häufenden Gefahren für die Gesundheit, sowie unter dem mächtigen Eindruck der verheerenden Choleraepidemien größere Kreise zur Erkenntnis der Wichtigkeit gelangt sind, welche Bedeutung der äußeren Umgebung des Menschen und den in dieser gelegenen Krankheitsursachen innewohnt, und so hat allmählich die Lehre von der *Hygiene* sich mehr und mehr entwickelt,

die die allgemeine Umgebung des Menschen zum Gegenstande hat und alle diejenigen Dinge umfaßt, die Störungen der Gesundheit zu veranlassen vermögen und der Entwicklung des einzelnen zu höchster Leistungsfähigkeit hemmend entgegenstehen.

So ist also die Hygiene keineswegs etwa nur die Summe aller praktischen Maßnahmen, welche einer Förderung der Gesundheit dienen können; diese sind schon seit den Anfängen aller geschichtlichen Zeit im Gebrauche gewesen. Von jeher gab es Vorschriften, die jeder wissenschaftlichen Grundlage zwar völlig entbehrten, aber dennoch, aus der Erfahrung entstanden, durchaus geeignet waren, mancherlei gesundheitliche Schädigungen von der Menschheit fernzuhalten. Namentlich in Ägypten und in Vorderasien haben solche Bräuche reichlich bestanden. Sie wurden von den Priestern zu Teilen des religiösen Kultus und mit der allgemeinen Sitte, der Religion und den allgemeinen Einrichtungen des Lebens in eine derartig enge Verbindung gebracht, daß sie überall, wo sie auf uns gekommen sind, und selbst in dem alten Testament der Juden, nicht etwa mehr als gesundheitliche Vorschriften auftreten, sondern als anscheinend rein religiöse, so daß man hier von einer *Kulturhygiene* spricht.

In eine Fülle von äußerst umständlichen, einzelnen Speiseregeln, Badevorschriften und Fortpflanzungsregeln versteckt und eingehüllt, konnten sie natürlich mangels einer jeden naturwissenschaftlichen Grundlage in ihrer schützenden Wirkung nur schwankend sein. Später haben dann die Griechen, die ja alle Kulturgebiete so sehr gefördert haben, der Gesundheitspflege durch ihr Bestreben wesentlich gedient, einen schönen und leistungsfähigen Körper als durchaus gleichwertig der höchsten Ausbildung des Geistes zur Seite zu stellen, woraus ihre hochentwickelte Gymnastik, ihr peinlich organisiertes Badewesen hervorging. Beides wurde von den Römern weiter ausgebildet, die es auch verstanden haben, in großzügigster Weise in gesundheitlicher Beziehung für die Stätten größerer Menschenansiedlungen zu sorgen, wie noch heute die zahlreichen großartigen Wasserleitungen und Kanalisierungen zeigen, die sich in Rom und in den Städten des Mittelmeeres erhalten haben. Wir dagegen im zentralen Europa waren in den Dingen der Kultur und besonders der Sorge für die Gesundheit lange, lange Jahrhunderte auf das schlimmste zurückgeblieben, und in der finsternen Epoche des Mittelalters war es um die gesundheitliche Pflege der Städte und der Ansiedlungen gar schlecht bestellt. Es standen eben lediglich religiöse und kirchliche

Dinge im Vordergrund der Interessen, und der Leib war mißachtet und galt nur als das traurige Behältnis der allein beachtenswerten, ewigen Seele. Nichts von den Lehren der Römer, die durch ihre vorbildlichen Anlagen die Ausbreitung von Seuchen zu verhindern verstanden hatten, hatte sich erhalten. Die engen und von Wällen umschlossenen Siedlungen der Feudalzeit waren ein Hohn auf alle Forderungen der Gesundheitspflege. Die mittelalterlichen Städte befanden sich gerade bei uns in Deutschland in einem Tiefstand jeglicher hygienischen Kultur, der ja auch in der geradezu ungeheuerlichen Sterblichkeit jener Zeiten zum Ausdruck gekommen ist. Nur ein einziger Lichtblick leuchtet aus dem Dunkel, die Anfänge des Krankenhauswesens, das die christliche Barmherzigkeit geschaffen und in vielen Städten zur Einführung brachte. Die kirchlichen Orden führten diese Entwicklung zu einer hohen Vollendung, und auch die Bekämpfung des Aussatzes muß ihnen, trotz der grausamen und rücksichtslosen Ausmerzungen der Kranken und ihrer dauernden Abschließung, wegen der Schaffung besonderer Anstalten hierfür als Verdienst angerechnet werden. Dies war ein bedeutender hygienischer Fortschritt des Mittelalters. Im übrigen stand es den gewaltigen und verderblichen Epidemien des dreizehnten und vierzehnten Jahrhunderts gänzlich hilflos und entweder völlig untätig oder mit nur abergläubischen und völlig wirkungslosen Mitteln gegenüber. Erst das siebzehnte Jahrhundert kam dahin, Quarantänen einzuführen und die Pflicht aufzustellen, ansteckende Krankheiten zur Anzeige zu bringen. Auch begann man allmählich, infizierte Räume, wenn auch mit unzulänglichen Mitteln, durch Räucherungen mit Schwefel oder anderen Dämpfen zu desinfizieren. Ganz allmählich kamen dann auch Vorschriften auf, die als die Anfänge einer Marktpolizei unter hygienischen Gesichtspunkten angesehen werden können. Die gesundheitliche Beaufsichtigung der Gewerbe oder gar eine Schulgesundheitspflege ließen hingegen noch auf sich warten. In dieser Hinsicht machte ein anderes Land entscheidene und wesentliche Fortschritte, nämlich England, wo Mitte des neunzehnten Jahrhunderts das außerordentlich rasche Anwachsen der Gemeinwesen ungeheure hygienische Gefahren hervorgerufen hatte und besondere Abhilfe dringend erforderte. Den unmittelbaren Anstoß dazu gab die Cholera, die zwanzig Jahre vorher Europas Festland und bald auch England zum ersten Male heimgesucht hatte. Damals bemerkten englische Ärzte, daß die Städte eine weit höhere Sterblichkeit aufzuweisen hatten als die Bevölkerung des flachen Landes, und dies wurde der Anlaß, daß

die die allgemeine Umgebung des Menschen zum Gegenstande hat und alle diejenigen Dinge umfaßt, die Störungen der Gesundheit zu veranlassen vermögen und der Entwicklung des einzelnen zu höchster Leistungsfähigkeit hemmend entgegenstehen.

So ist also die Hygiene keineswegs etwa nur die Summe aller praktischen Maßnahmen, welche einer Förderung der Gesundheit dienen können; diese sind schon seit den Anfängen aller geschichtlichen Zeit im Gebrauche gewesen. Von jeher gab es Vorschriften, die jeder wissenschaftlichen Grundlage zwar völlig entbehrten, aber dennoch, aus der Erfahrung entstanden, durchaus geeignet waren, mancherlei gesundheitliche Schädigungen von der Menschheit fernzuhalten. Namentlich in Ägypten und in Vorderasien haben solche Bräuche reichlich bestanden. Sie wurden von den Priestern zu Teilen des religiösen Kultus und mit der allgemeinen Sitte, der Religion und den allgemeinen Einrichtungen des Lebens in eine derartig enge Verbindung gebracht, daß sie überall, wo sie auf uns gekommen sind, und selbst in dem alten Testament der Juden, nicht etwa mehr als gesundheitliche Vorschriften auftreten, sondern als anscheinend rein religiöse, so daß man hier von einer *Kulturhygiene* spricht.

In eine Fülle von äußerst umständlichen, einzelnen Speiseregeln, Badevorschriften und Fortpflanzungsregeln versteckt und eingehüllt, konnten sie natürlich mangels einer jeden naturwissenschaftlichen Grundlage in ihrer schützenden Wirkung nur schwankend sein. Später haben dann die Griechen, die ja alle Kulturgebiete so sehr gefördert haben, der Gesundheitspflege durch ihr Bestreben wesentlich gedient, einen schönen und leistungsfähigen Körper als durchaus gleichwertig der höchsten Ausbildung des Geistes zur Seite zu stellen, woraus ihre hochentwickelte Gymnastik, ihr peinlich organisiertes Badewesen hervorging. Beides wurde von den Römern weiter ausgebildet, die es auch verstanden haben, in großzügigster Weise in gesundheitlicher Beziehung für die Stätten größerer Menschenansiedlungen zu sorgen, wie noch heute die zahlreichen großartigen Wasserleitungen und Kanalisierungen zeigen, die sich in Rom und in den Städten des Mittelmeeres erhalten haben. Wir dagegen im zentralen Europa waren in den Dingen der Kultur und besonders der Sorge für die Gesundheit lange, lange Jahrhunderte auf das schlimmste zurückgeblieben, und in der finsternen Epoche des Mittelalters war es um die gesundheitliche Pflege der Städte und der Ansiedlungen gar schlecht bestellt. Es standen eben lediglich religiöse und kirchliche

Dinge im Vordergrund der Interessen, und der Leib war mißachtet und galt nur als das traurige Behältnis der allein beachtenswerten, ewigen Seele. Nichts von den Lehren der Römer, die durch ihre vorbildlichen Anlagen die Ausbreitung von Seuchen zu verhindern verstanden hatten, hatte sich erhalten. Die engen und von Wällen umschlossenen Siedlungen der Feudalzeit waren ein Hohn auf alle Forderungen der Gesundheitspflege. Die mittelalterlichen Städte befanden sich gerade bei uns in Deutschland in einem Tiefstand jeglicher hygienischen Kultur, der ja auch in der geradezu ungeheuerlichen Sterblichkeit jener Zeiten zum Ausdruck gekommen ist. Nur ein einziger Lichtblick leuchtet aus dem Dunkel, die Anfänge des Krankenhauswesens, das die christliche Barmherzigkeit geschaffen und in vielen Städten zur Einführung brachte. Die kirchlichen Orden führten diese Entwicklung zu einer hohen Vollendung, und auch die Bekämpfung des Aussatzes muß ihnen, trotz der grausamen und rücksichtslosen Ausmerzungen der Kranken und ihrer dauernden Abschließung, wegen der Schaffung besonderer Anstalten hierfür als Verdienst angerechnet werden. Dies war ein bedeutender hygienischer Fortschritt des Mittelalters. Im übrigen stand es den gewaltigen und verderblichen Epidemien des dreizehnten und vierzehnten Jahrhunderts gänzlich hilflos und entweder völlig untätig oder mit nur abergläubischen und völlig wirkungslosen Mitteln gegenüber. Erst das siebzehnte Jahrhundert kam dahin, Quarantänen einzuführen und die Pflicht aufzustellen, ansteckende Krankheiten zur Anzeige zu bringen. Auch begann man allmählich, infizierte Räume, wenn auch mit unzulänglichen Mitteln, durch Räucherungen mit Schwefel oder anderen Dämpfen zu desinfizieren. Ganz allmählich kamen dann auch Vorschriften auf, die als die Anfänge einer Marktpolizei unter hygienischen Gesichtspunkten angesehen werden können. Die gesundheitliche Beaufsichtigung der Gewerbe oder gar eine Schulgesundheitspflege ließen hingegen noch auf sich warten. In dieser Hinsicht machte ein anderes Land entschiedene und wesentliche Fortschritte, nämlich England, wo Mitte des neunzehnten Jahrhunderts das außerordentlich rasche Anwachsen der Gemeinwesen ungeheure hygienische Gefahren hervorgerufen hatte und besondere Abhilfe dringend erforderte. Den unmittelbaren Anstoß dazu gab die Cholera, die zwanzig Jahre vorher Europas Festland und bald auch England zum ersten Male heimgesucht hatte. Damals bemerkten englische Ärzte, daß die Städte eine weit höhere Sterblichkeit aufzuweisen hatten als die Bevölkerung des flachen Landes, und dies wurde der Anlaß, daß

alsbald eine königliche Untersuchungskommission eingesetzt wurde, die die gesundheitlichen Verhältnisse der größeren Städte zu erforschen und über ihre mögliche Verbesserung Bericht zu erstatten hatte. Diesem Berichte über die hierbei gesammelten Erfahrungen folgten dann in der Mitte des Jahrhunderts das zu historischer Bedeutung gelangte *Public health Act*, jenes wichtige Gesetz der öffentlichen Gesundheitspflege, diesem wieder die unverzügliche Durchführung von bedeutsamen und weitgehenden Reformen. Ganze Straßen und Stadtteile, die zu dicht bewohnt und zu eng bebaut waren, wurden völlig niedergelegt und durch neue Wohnräume ersetzt, die allen gesundheitlichen Anforderungen entsprachen. Eine Schwemmkanalisation wurde unter dem Erdboden hergestellt, und man organisierte die Abfallstoffe systematisch, die allgemeine Wasserversorgung der ganzen Stadt von einer Zentrale aus wurde geschaffen und die der Bevölkerung dargebotene Nahrung einer unnachsichtigen Kontrolle unterzogen, die Krankenpflege und die Armenversorgung zweckmäßig gestaltet und verwaltet und damit die heutige Gesundheitspflege in fast allen ihren Gebieten geschaffen und ausgebaut. Und schon nach Ablauf von wenigen Jahren zeigte sich klar und deutlich, daß durch diese englischen Maßnahmen nachweisbare und beträchtliche Wirkungen auf den allgemeinen Gesundheitszustand erzielt waren. Die Sterblichkeit sank herab. Auch die Infektionskrankheiten in den Städten hörten teilweise oder selbst ganz auf, und auch die späteren Choleraeinbrüche blieben beschränkt und nahmen keine weitere Ausdehnung an. So ist England das verdienstvollste Land für die hygienische Entwicklung geworden und hat zuerst den Beweis dafür geliefert, daß die Beseitigung der allgemeinen Mißstände und die sorgsame Erziehung der einzelnen zur Reinlichkeit die wesentlichsten Forderungen der Volksgesundheit in sich schließen. Die wissenschaftliche, grundlegende, hygienische Lehre aber wurde erst vor wenigen Jahrzehnten durch die umfassende experimentelle Forschung ins Leben gerufen, die die Heizung und die Ventilation, die Beschaffenheit der Kleidung, die Eigentümlichkeiten der Neubauten und der Wohnungen, die Rückwirkungen des Grundwassers und die Bodenbeschaffenheit umfaßte, und durch welche die experimentelle Hygiene ihre erste wissenschaftliche Grundlage fand. Dieses Verdienst gebührt Max Pettenkofer, der uns auch die ersten Kenntnisse über unsere Nahrungsmittel und die Ernährung überhaupt vermittelt hat, während zwanzig Jahre später dann die besonderen Entdeckungen von Robert Koch in die Gesundheitspflege das neue Gebiet

der Bakteriologie mit ihren für die Erforschung und Entstehung und die Verbreitung der Infektionskrankheiten so wichtigen exakten Untersuchungsmethoden einführt.

Von allen diesen Gebieten möchten wir unseren Lesern in gebotener Kürze ein Bild geben, damit sie erfahren, was unter den Dingen unserer ständigen Umgebung unserer Gesundheit zuträglich und was ihr nachteilig ist; die Nutzanwendung daraus kann dann jeder einzelne, neben den großen allgemeingültigen Regeln, für seine persönlichen Verhältnisse sich selbst entnehmen und zu eigen machen. Es erscheint bei dem großen Umfang und der Mannigfaltigkeit des Gebietes zweckmäßig, zunächst die allgemeinen und überall in Betracht kommenden Einflüsse der natürlichen Umgebung zu erörtern und diesen dann weiterhin die besonderen Einflüsse der künstlich durch das Zutun des Menschen herbeigeführten Umgebung anzuschließen. Dabei wird es vor allen Dingen darauf ankommen, darzulegen, wie der einzelne auf die ungünstigsten Faktoren seiner Umgebung reagiert, und wie er aus den Erkenntnissen der Hygiene für seine persönliche Gesundheitspflege zweckmäßige und wertvolle Lebensregeln zu entnehmen vermag.

ZWEITES KAPITEL

Die Luft

Schon bei der Lehre von der Atmung wurde vielerlei über die Luft und ihre Besonderheiten mitgeteilt. Jetzt soll dargelegt werden, wie sehr die Beschaffenheit der Luft für den menschlichen Körper von Bedeutung ist, da man zwar, wie es heißt, von der Luft nicht leben kann, sie aber trotzdem unser wertvollstes Nahrungsmittel ist. Atmen wir doch täglich etwa zehn Kubikmeter Luft ein und führen deren Gase, wie wir schon wissen, in das Blut über. Die gleiche Menge wird wieder, mit allerlei Ausscheidungsprodukten beladen, durch die Lungen und die Haut ausgeatmet. So wird in solcher und in ähnlicher Weise auch die Zusammensetzung der Außenluft durch unsere und durch die Atmung der Tiere und auch der Pflanzen und weiter durch Fäulnisvorgänge und Gärungsprozesse, sowie durch Verbrennungen und viele andere Einflüsse ständig verändert. Es kommt nun darauf an, in welcher Art und in welchem Umfange dies geschieht, je nachdem sich diese Beeinflussungen in der freien Atmosphäre der Lufthülle, welche die Erde umgibt, abspielen,

oder in den geschlossenen und in Wohnräumen, und welche Schädigungen dem Körper unter Umständen aus ihnen erwachsen können. In dieser *chemischen Beschaffenheit der atmosphärischen Luft* ist es das Wesentlichste, daß annähernd einundzwanzig Teile Sauerstoff und achtundsiebzig Teile Stickstoff sich in ihr in wechselnder Menge gegenüberstehen und hierzu etwa ein Prozent Wasserdampf tritt. Sonst ist in winzigen Mengen noch allerlei darin, Kohlensäure und Ozon und Wasserstoffsperoxyd, auch Ammoniak, Salpetersäure und salpetrige Säure, zuweilen manchmal auch noch schwefelige Säure und Kohlenoxyd. Das Wichtigste aber ist, wie wir ja alle wissen, daß der *Sauerstoff* mit einer gewissen Konstanz überall in der Atmosphäre vorhanden ist und in seinem Gehalt allerhöchstens um ein halbes Prozent schwankt. Selbst in dichtbevölkerter Gegend unterscheidet sich die Luft in dieser Hinsicht nicht nachweisbar von der auf dem Lande oder im Walde, weil diese ständige Gleichmäßigkeit eben dadurch zustande kommt, daß der Gehalt der Atmosphäre an Sauerstoff ein geradezu ungeheurer ist. Viele Tausende von Jahren müßten verfließen, bis trotz der andauernden Verbrennung von Sauerstoff auf der ganzen Erde, an der auch die Atmung der Menschen und Tiere Anteil hat, und trotz seiner so geschehenden Umwandlung in Wasser und in Kohlensäure der Gesamtvorrat an Sauerstoff auch nur um ein einziges Prozent zurückgegangen ist, zumal eine sehr wesentliche Menge von Sauerstoff durch das Blattgrün der Pflanzen wieder in den Bestand der Atmosphäre zurückkehrt und auch seine stete und gleichmäßige Verteilung in der Luft durch die Winde andauernd vor sich geht. Aber, und das wird manchem merkwürdig erscheinen, auch im Innern der Wohnräume sind die möglichen Unterschiede im Sauerstoffgehalt der Innenluft so geringfügig, daß sie gesundheitlich ohne jede Bedeutung bleiben. *Im Gegensatze zum Sauerstoff* hat der *Stickstoff*, da er ohne jeden Einfluß auf den tierischen oder den pflanzlichen Organismus ist, in unserer Atmosphäre überhaupt keinen anderen Wert, als eine mehr gleichgültige Beimischung der Luft zu bilden, deren Sauerstoff er sozusagen zu verdünnen und auf das rechte Maß zu bringen hat.

Sind der Sauerstoff und der Stickstoff nun die hauptsächlichsten Bestandteile der Atmosphäre, so kommt den beiden weiteren Körpern Ozon und Wasserstoffsperoxyd, die sich gleichfalls in ihr finden, wie bekannt eine sehr energische Oxydationsfähigkeit zu. Auf ihnen beruht die oxydierende Kraft der Luft. Es ist aus der Chemie bekannt, daß das

Molekül des Ozons ein Sauerstoffmolekül ist, dem noch ein drittes Sauerstoffatom angelagert ist. Dies *Ozon* bildet ein farbloses Gas, das spezifisch riecht und sich nie anders als in Mischung mit Sauerstoff oder mit Luft vorfindet. In der Wärme zersetzt es sich und ebenso auch, wenn es mit oxydierbaren Stoffen in Berührung kommt. In der Atmosphäre hat es seinen Entstehungsgrund in deren elektrischen Entladungen und in den Gewittern und überhaupt in ausgedehnteren Oxydationen, wo sich bei gleichzeitiger Wasserverdunstung auch Wasserstoffsperoxyd bildet. Künstlich kann Ozon hergestellt werden, wenn elektrische Entladungen durch die Luft oder durch Sauerstoff hindurch sich vollziehen. Unter seinen Eigenschaften ist die wichtigste das starke Oxydationsvermögen, das alle Farbstoffe vernichtet und bleicht und die Metalle oxydiert, und auch alle organische Substanz und vor allem den Staub der Luft und ihre sonstigen Verunreinigungen durch Oxydation zerstört, dabei allerdings selbst seine eigene Zerlegung erleidet. Nun müßte man bei dem Nachdruck, mit dem trotz aller Unvollkommenheiten der betreffenden Nachweismöglichkeiten überall von den beteiligten Stellen aus der Ozongehalt der dortigen Luft betont und angepriesen wird, eigentlich erwarten, daß ihm auch tatsächlich eine gesundheitliche Bedeutung zukommt. Doch ist eine solche noch niemals nachgewiesen worden. Wird eine Zimmerluft künstlich noch so stark ozonhaltig gemacht, so tritt in ihr nur ein chlorartiger und alles andere denn angenehmer Geruch auf, und bald auch eine Reizung der Augenbindehaut und Reizerscheinungen von seiten der Atmungsschleimhäute ein. Es kann sogar zu Stimmritzenkrampf kommen. Geringere Beimischungen von Ozon rufen dagegen keinerlei Empfindungen oder Wirkungen hervor.

Die *Kohlensäure* ist als eine Verunreinigung der Atmosphäre anzusehen, welche der Atmungsvorgang der Menschen und der Tiere erzeugt. Ein einzelner Mensch bringt an jedem Tage ein volles Kilogramm davon hervor, da die Ausatemluft vier Prozent Kohlensäure enthält. Dann sind es die Fäulnisvorgänge und die Verwesungsprozesse in der Natur, besonders diejenigen, die im gedüngten Erdboden verlaufen, vor allem auch die reichliche Verbrennung von Feuerungsmaterial überall und vornehmlich durch die Industrie, wodurch große Mengen Kohlensäure produziert werden, weiter unterirdische Ansammlungen des Gases, die in die Bergwerke übertreten, wo sie die sogenannten matten Wetter bilden, oder auch direkt aus Spalten der Erde austreten und aus den Vulkanen ausströmen. Somit gelangt ohne Unterlaß in großem Maße

Kohlensäure in die Atmosphäre. Ein höchst beträchtlicher Anteil derselben wird allerdings durch den Farbstoff der grünen Pflanzen, die ja bekanntlich im Tageslicht Kohlensäure zerlegen, wieder beseitigt. Auch die atmosphärischen Niederschläge nehmen wesentlich Kohlensäure auf und auch das Meerwasser. Was in der Luft übrigbleibt, wird dann durch die Winde gleichmäßig in ihr verteilt, so daß schließlich im Freien nur ganz geringfügige Schwankungen des Kohlensäuregehalts bis zu drei Zehntausendsteln vorkommen, während er innerhalb der Wohnungen höher, bis zu ein und mehreren Tausendsteln steigen kann, da hier die Menschen und die Brennmaterialien und die Beleuchtung Kohlensäure stark erzeugen, ohne daß diese durch eine ausreichende Bewegung der Luft fortgeschafft würde. Aber selbst hier kann keine unmittelbar schädigende Wirkung der Kohlensäure in der Luft eintreten. Eine solche schaffen in beachtenswerter Weise zwei weitere Gase, das *Kohlenoxyd-gas* und die Kohlenwasserstoffe. Kohlenoxyd gelangt mit dem Rauch der Hochöfen und mit dem Schornsteinrauch in die freie Luft; besonders auch durch die Auspuffgase der Automobile. Aber auch hier sind die Mengen allzu gering, als daß sie direkt gesundheitsschädliche Einwirkungen haben könnten, zumal sie auch hier sehr rasch verdünnt und verteilt werden. Nicht aber geschieht dies im Innern der Wohnräume durch ausströmendes Leuchtgas. Auch Heizgase können aus undichten Leitungen eindringen, und natürlich findet sich das schädliche Gas auch im Zigarrenrauch. Aber man mag noch so sehr in einem Zimmer qualmen, zur Vergiftung durch das Kohlenoxyd-gas des Tabakrauches wird es nie kommen. Das gleiche gilt für die *Kohlenwasserstoffe*, die sich bei unvollkommener Verbrennung im Schornsteinrauch bilden und durch irgendwelche schadhaften Zustände in die Wohnungen gelangen können. In ihren Mengen führen sie nie zu wesentlicher Gesundheitsstörung.

Dann gibt es in der Luft noch Schwefelwasserstoff, Quecksilberverbindungen, Schwefelammonium, kohlensaures Ammonium, flüchtige Fettsäuren und andere *übelriechende Gase*, wie sie hauptsächlich durch Fäulnis und Moder entstehen, aus Morästen und aus anderen Fäulnisquellen, aus dem Dünger und aus schlechtverwahrten menschlichen Ausscheidungsstoffen, sowie aus den Abfällen der Abdeckereien. Ganz besonders leidet die Luft der Straßen in dieser Hinsicht auf das schlimmste durch den stinkenden Schmieröldampf der Autos. Diese Dinge kommen in der Hauptsache nur für die freie Atmosphäre in Betracht, doch können

in das Innere der Behausungen Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium aus den Aborten und den Senkgruben eindringen. Nun sind zwar auch alle diese chemischen Produkte an sich heftig wirkende Gifte, aber sie kommen sowohl in der Luft im Freien und ebenso auch in den Wohnräumen kaum jemals in solchen Mengen vor, daß sie irgendwie wirksam zu werden vermöchten. Nur ereignen sich natürlich durch ungünstige Zufälle leicht Unglücksfälle an Ort und Stelle der Herkunft der Giftgase, wenn in Abortgruben oder Kanälen stärkere Konzentrationen zur Ansammlung gelangt sind. Auch in den Auspuffdämpfen der Autos sind größere Mengen von Kohlenoxyd aus unvollständig verbranntem Benzin enthalten.

Nun finden sich in der Luft noch Gebilde feinsten Umfanges, die für die Gesundheit der Menschen von größter Bedeutung werden können, die *Bakterien*, die von überall her, wo Mikroorganismen auf der Erde in Ansiedlungen sich festgesetzt haben, aber nicht nur vom Boden aus, sondern auch von den Kleidern und der Haut und den so oft Bakterien bergenden Schleimhäuten der Menschen, in die Luft gelangen, oder von den Oberflächen von Flüssigkeiten mit der Wasserverdunstung dorthin geführt werden. Die schlimmste Form, in der die Bakterien uns zugeführt werden, findet statt, wenn die Menschen mit ungeheurer Rücksichtslosigkeit einander ins Gesicht niesen und husten, und hierdurch und sogar schon beim lauten Sprechen feinste Tröpfchen von Speichel und von Schleim aus den Atemwegen um sich her schleudern. Das muß natürlich dann verhängnisvoll werden, wenn lebensfähige Bakterien sich in diesen Tröpfchen befinden, die, wenn sie einmal erst von ihrem Träger losgelöst sind, durch die geringsten Luftströmungen, wie sie überall vor sich gehen, nicht nur allseits weitergeführt, sondern auch in die Höhe getragen werden, und die Luft dann in gefährlicher Weise erfüllen.

Wesentlich anders ist der Vorgang, wenn eine Eintrocknung einer Bakteriensiedlung stattgefunden hat. Dann verzögert sich der Übertritt der Keime in die Luft wesentlich, denn sie kleben zunächst ihren Flächen verhältnismäßig fest an, so daß auch eine kräftige Luftströmung nicht imstande ist, etwas davon wegzuführen. Nur wenn auf mechanischem Wege eine Trennung des Zusammenhanges eine Ablösung oder eine Zersplitterung geschaffen hat, können stärkere Luftströme kleine Teilchen davon ablösen und weitertransportieren, und wenn die Bakterienansiedlungen auf feinem Sand oder auf Lehm sich befinden oder an leichten Kleiderstoffen haften, wie eingetrockneter Auswurf und Reste

von Stuhlentleerungen an der Wäsche, so gehen diese Verunreinigungen in Splitterchen und Stäubchen selbst in die Luft über. An all dem Staub und an den Fasern, die sich von den Kleiderstoffen und von Möbeln loslösen, haften beträchtliche Mengen solcher im trockenen Zustand in die Luft gelangender Bakterien, und so finden sich diese unter Umständen äußerst verhängnisvoll werdenden Bakterienbeimischungen der Luft nicht etwa nur in deren Sonnenstäubchen oder allerfeinsten und zartesten Staubpartikeln, sondern gerade der grobe und deutlich sichtbare Staub ist von ihnen erfüllt.

Viel wesentlicher noch als die Zahl ist die Artung dieser Luftkeime, und ganz besonders natürlich das Verhalten der krankmachenden, der pathogenen Keime, und in dieser Hinsicht besteht ein sehr ausgesprochener Unterschied zwischen der Luft im Freien und der in den Wohnräumen. Im Freien ist die Luft in ständiger Bewegung, und selbst bei sogenannter Windstille verschiebt sie sich noch immer ganz beträchtlich, und so geht dann mit Notwendigkeit eine stetige Verdünnung aller der seltenen Keime vor sich.

Etwas anderes dagegen ist es mit allen abgeschlossenen Räumen, zu denen auch die Treppenhäuser, die Korridore und auch allseitig umschlossene Höfe gehören. Selbst Straßenbahnwagen und Eisenbahnabteile zeigen ähnliche Verhältnisse. Hier ist eine Infektion von der Luft aus schon eher möglich, wenn Kranke ihre Auswurfstoffe in die Luft übertragen, denn in allen diesen geschlossenen Räumen atmen deren Insassen von dem ganzen Luftvorrat überhaupt einen sehr beträchtlichen Teil in sich hinein, sie erschöpfen ihn sozusagen bis zu einem gewissen Grade, während im Freien immer neue und andere Luftmengen zur Verfügung stehen. Und so können dann in der Innenluft Krankheitskeime einen recht beträchtlichen Anteil an den gesamten Luftkeimen bilden, wenn Influenzakerne und Schwindsüchtige, wenn von Masern Befallene oder im Anfang der Erkrankung oder im Stadium vor deren Ausbruch stehende Pockenranke, wenn Aussätzige und Kranke mit Lungenpest oder Kinder mit Keuchhusten, mit Diphtherie, mit Genickstarre und andere infektiös Erkrankte vielfach Tröpfchen mit Ansteckungskeimen in die Luft entsenden und diese dadurch oft im allerhöchsten Maße gefährlich wird. Natürlich wird die Gefahr einer Ansteckung für Gesunde um so größer, je länger diese in solcher Luft verweilen, und je enger sie mit dem Kranken in Berührung kommen. Manchmal wird auch, zumal bei der Lungenschwindsucht und bei den Wundkrankheiten, diese Infektions-

gefahr hier noch durch den trockenen in der Luft schwebenden Wohnungsstaub gesteigert, in dem Krankheitskeime sich aufhalten, was allerdings erst auftritt, wenn in den Zimmern dicker Staub umherliegt, der durch die Hantierungen der Kranken und seiner Umgebung umhergetrieben und aus den infizierten Betten und Kleidern und Möbeln in die Luft gewirbelt wird. Überall, wo Kranke in geschlossenen Räumen verharren, ist daher die allergrößte Sauberkeit und die Sorge für eine völlige Staubfreiheit eine niemals außer acht zu lassende Pflicht.

DRITTES KAPITEL

Das Klima

Ist die Luft durch ihre chemische Zusammensetzung und mehr noch durch die Bestandteile, die sich ihr beigesellen und die sie mit sich führt, von hoher Wichtigkeit für die Gesundheit der Menschen, die in ihr leben und in ihr atmen, so spielen sich in der freien Atmosphäre des weiteren allerlei Vorgänge ab, die nicht minder von hoher gesundheitlicher Bedeutung sind. Gegenüber der chemischen Beschaffenheit der Luft sind dies physikalische Eigenheiten, die den Druck, die Bewegung, die Feuchtigkeit, die Temperatur der Atmosphäre und die Verhältnisse des Lichts in ihr und ihre elektrischen Zustände umfassen.

Alle diese physikalischen Prozesse werden im allgemeinen unter den Begriffen *Witterung und Klima* zusammengefaßt. Die *Witterung* bilden die Vorgänge in der Atmosphäre während einer gewissen, kurz bemessenen Zeit, das *Klima* dagegen bedeutet das Verhalten aller meteorologischen, d. h. von der Wetterkunde abhängenden Momente, wie sie sich für irgendeinen Ort während einer längeren Zeit als charakteristisch erweisen, und beide, *Wetter* sowohl wie *Klima*, sind schon von jeher als gesundheitlich wichtig erkannt worden, wie ja beide auch jetzt noch von aller Welt, von den Ärzten wie von den Laien, oft als die Ursache aller möglichen Gesundheitsstörungen angesehen werden. Allerdings zeigt die Statistik in der Tat, daß gewisse Krankheiten auch nur in bestimmten Klimaten vorkommen, und daß auch Krankheiten einen besonderen Charakter annehmen, je nach den klimatischen Eigentümlichkeiten des einzelnen Landstriches. Auch steht es fest, daß das Auftreten gewisser Krankheiten in einer deutlichen Abhängigkeit von dem Wechsel der Jahreszeiten und dem der *Witterung* vor sich geht.

Als der bekannteste unter diesen Faktoren kommt der *Luftdruck*

in Betracht, wie wir ihn durch das Barometer zu messen gewohnt sind. Seine Schwankungen während des einzelnen Tages sind nur geringfügige und verlaufen in unserer Zone recht unregelmäßig. Die Monatsschwankungen, wie die des ganzen Jahres, sind auch keine beträchtlichen, sie sind in unserem Klima im Sommer am geringsten, am stärksten im Winter. Die monatliche Breite des Ausschlags kommt höchstens auf zwanzig Millimeter, im ganzen Jahre allerhöchstens auf vierzig, und zwischen den äußersten Ausschlägen einer Reihe von Jahren können allermeist fünfzig Millimeter Quecksilber zustandekommen. Aber auch das wäre nicht mehr als eine Schwankung um sechs Prozent des gesamten Luftdrucks. Man weiß, daß die örtliche Verteilung des Luftdrucks gewöhnlich nach sogenannten Isobaren aufgezeichnet wird, nach Linien also, die alle die Orte, an denen gleicher Luftdruck herrscht, oder aber alle diejenigen, wo der mittlere Luftdruck während eines Monats derselbe ist, untereinander verbinden und zwar so, daß die Barometerstände dabei auf das Meeresniveau berechnet und herabgesetzt sind.

Die Rückwirkung auf die Gesundheit von seiten aller dieser Luftdruckschwankungen liegt nun darin, daß ein hoher Luftdruck zunächst zu einer Verlangsamung und Vertiefung der Atmung führt und der Puls dabei verlangsamt wird. Ist die Tube, der Ausführungskanal aus dem Mittelohr, dabei geschlossen, so wölbt sich das Trommelfell nach innen und beeinträchtigt dadurch das Gehör. Auch das Sprechen wie das Pfeifen sind erschwert, ebenso wie die Muskelarbeit überhaupt, aber das geht alles, sowie der Luftdruck wieder normal wird, sehr bald völlig und ohne jeden Schaden zurück, und nur nach einem übertriebenen Aufenthalt kann eine Ausdehnung der Lungen in mehr oder weniger hohem Grade zustandekommen. Im übrigen aber findet neben dem Einfluß des erhöhten Druckes auch eine vermehrte Sauerstoffaufnahme statt. Hört der übermäßige Druck wieder auf, so muß der Übergang aus der Luft mit erhöhtem Druck zur normalen Atmung mit größter Vorsicht geschehen. Bei einem raschen Wechsel können dadurch, daß die ins Blut aufgenommenen absorbierten Gase plötzlich als solche blasig aus ihm austreten, gefährliche Luftverstopfungen der Blutgefäße entstehen. Auf der anderen Seite macht sich auch ein verminderter Luftdruck durch die Druckabnahme geltend, zu einem Teile aber durch die Herabsetzung der Sauerstoffzufuhr zum menschlichen Organismus. Hier wird das Trommelfell nach außen gewölbt, während die Muskelbewegungen leichter vor sich gehen, die Atmung jedoch durch die Ausdehnung der Gase im

Magen und Darm und durch das so erfolgende Auftreiben des Zwerchfells erschwert wird. Auch steigt unter der Abnahme des Luftdrucks die Wasserverdampfung von der Haut aus. Größere Bedeutung aber gewinnt die Minderung der Sauerstoffzufuhr. In einer Höhe von zweitausend Meter hat sich im gleichen Luftvolumen die Sauerstoffmenge schon um mehr als ein Viertel verringert, und bei fünftausend Meter ist sie bereits auf die Hälfte der Norm gesunken, so daß bei gewöhnlichem Luftdruck also ein gleiches Quantum von Sauerstoff schon aus einer Luft aufgenommen würde, die nur elf Prozent Sauerstoff enthielte. Man könnte also auch kurz sagen, daß für den Atmenden die Luft in fünftausend Meter Höhe nur noch elf Prozent Sauerstoff ergibt. Doch kommt diese Verminderung physiologisch nur verhältnismäßig wenig zur Geltung, denn es hat sich gezeigt, daß dafür unter dem Einflusse des herabgesetzten Verhältnisdrucks des Sauerstoffs die roten Blutkörperchen und das Hämoglobin eine Vermehrung erfahren, und so kommt es infolge der verminderten Sauerstoffaufnahme bis zu einer Höhe von etwa dreitausend Meter auch zu keiner Schädigung. Erst in größeren Höhen wird bei ständigem Aufenthalte Konstitution und Leistungsfähigkeit geschwächt. Doch stellen sich bei nur vorübergehender Anwesenheit hier oft Gesundheitsstörungen ein, wenn es an genügender Anpassung des Körpers mangelt. Bei der sogenannten Bergkrankheit sind die Erscheinungen nur zu einem Teile auf die Druckabnahme und die Sauerstoffverringerung zurückzuführen, vielmehr in beträchtlichem Maße auch auf die Kälte, den Wind und wohl auch auf den elektrischen Zustand der Luft, besonders aber auch auf die ermüdende Muskelarbeit des Steigenden. In der nachfolgenden Ruhe pflegt alles dann wieder gänzlich zu schwinden. Die Schwankungen des Luftdrucks aber, wie sie in den Isobaren sich zeigen, haben ebensowenig wie die sonstigen Unterschiede irgendeine unmittelbare Wirkung auf den gesunden menschlichen Organismus. Nur wird durch diese Druckschwankungen auch die im Boden befindliche Luft bewegt, so daß daher beim Sinken des Luftdrucks die Luft aus dem Boden aufsteigen und in die Häuser eindringen kann.

Im engsten Zusammenhange mit dem Luftdruck steht ein zweiter klimatischer Faktor der Atmosphäre, die Luftbewegung, die Verteilung der Luft auf der Oberfläche der Erde. Sie geht dadurch vor sich, daß die *Winde* durch Gleichgewichtsunterschiede in der Luft entstehen, so daß die Luft stets von den Stellen des höheren Drucks nach denen des niederen Luftdrucks zu strömen bestrebt ist, und das um so rascher und um

so gewaltiger, je größer der Unterschied und je kürzer die Wegstrecke zwischen zwei solchen verschiedenen Isobaren ist. Dauernd ist das Luftmeer in Bewegung, um die in ihm auftretenden Schwankungen des Luftdrucks auszugleichen, wobei aber nicht nur der direkte Weg von dem Maximum des Drucks zu dem nächsten Minimum hin die Form und Richtung des Windes hervorruft, sondern auch die Erdumdrehung sowie die vom Mittelpunkt der Erde wegstrebende Zentrifugalkraft, so daß hierdurch meist spiralförmige Bewegungen der Windrichtung zustandekommen, die natürlich auf der nördlichen Halbkugel von links nach rechts nach dem Minimum hin gedreht sind, und auf der anderen Halbkugel umgekehrt. Die von einem Minimum des Luftdrucks beherrschten Strömungen heißen Zyklonen, während die von einem Maximum ausgehenden Winde Antizyklonen genannt werden. Diese treten ruhiger auf. Die Zyklonen aber haben fast immer einen Wettersturz im Gefolge. Wir haben in unserer gemäßigten Zone sehr unter der Wirkung dieser Zyklonen und Antizyklonen zu leiden, die hier häufig und regellos miteinander wechseln und die verschiedensten Windrichtungen und Windstärken veranlassen. Bei uns im westlichen Europa haben wir vornehmlich Westwinde und Winde aus Südwesten als Folge der Depressionen, die über dem Atlantischen Ozean entstehen und von dorthier zu uns vorschreiten pflegen. Regelmäßige Schwankungen der Windrichtung und der Windstärke dagegen kommen in unserem Klima nicht vor; allenfalls ist die spätherbstliche Jahreshälfte bis zum Frühjahr stürmischer als die ruhigere andere, die über den Sommer bis zum Herbstbeginn reicht.

An der Eigentümlichkeit eines bestimmten Klimas und an seiner Rückwirkung auf den menschlichen Organismus wirkt die *Luftfeuchtigkeit* sehr erheblich mit, denn der durch das stete Verdunsten des Wassers entstehende Wasserdampf gelangt ständig in die Luft, in der auch er zu seinem Teile eine Druckwirkung veranlaßt. Überall wäre der reine Luftdruck um mehrere Millimeter geringer, wenn das dampfförmige Wasser und der von ihm ausgeübte Druck sich aus der Atmosphäre herausnehmen ließen, und hier ist natürlich der Grad der Feuchtigkeit zunächst von dem Wärmegrad der Luft abhängig und von allen den Faktoren, die eine Wasserverdunstung fördern. Natürlich besteht in dieser Hinsicht ein polarer Gegensatz zwischen einem tropischen Meeresklima und dem im hohen Norden. Im allgemeinen ist bei uns die Luftfeuchtigkeit in den frühen Morgenstunden am größten und in den ersten Nachmittagsstunden am geringsten, und ihre Unterschiede sind auch im Ablaufe des Jahres

keine beträchtlichen, wenn auch in der gemäßigten Zone der Winter die verhältnismäßig größte Feuchtigkeit und der Sommer die höchste Trockenheit der Luft mit sich bringt. Aber selbst unter den so verschiedenen Klimaten der Erde zeigen auch die trockensten, wenn sie in der Nähe des Meeres liegen, noch immer eine sehr erhebliche Luftfeuchtigkeit. Nur die ausgesprochen wüstenartigen oder sonst durch ganz besondere Schutzvorrichtungen trocken gehaltenen Gegenden genießen des Vorzugs einer zwar immer noch wasserhaltigen aber doch im wesentlichen trockenen Luft. Das gilt vor allem für Ägypten, das der Wüstenwind austrocknet, sowie während der Wintermonate für die Riviera, zu der nicht nur die heißen Winde von Afrika her ungehinderten Zugang haben, sondern wo auch die von nordwärts wehenden kälteren, wenn sie die Alpen überschritten, sich hier beim Heruntersinken an deren nach Süden gerichteten Abfall stark erwärmen und jenes Klima veranlassen, dem die Riviera in der ganzen Welt ihren Ruf verdankt.

Was im allgemeinen feuchte Luft oder aber trockene genannt wird, besteht im wesentlichen aus den Unterschieden, in welchen die Luft Wasser zur Verdunstung zu bringen vermag. Selbstverständlich verdunstet bei *trockener Luft* alle Feuchtigkeit aus unserer Körperoberfläche, besonders aus der Kleidung und ebenso vom Boden und der ganzen Umgebung in viel höherem Maße als bei feuchter. Es entsteht Staub und Trockenheit überhaupt und, wie wir es schon vom Luftstaub gezeigt haben, sind diese Zustände nicht ohne Bedeutung in ihrer Rückwirkung auf die Gesundheit. Auch für bestimmte schädliche Keime bedeutet die Trockenheit der Luft eine günstige Gelegenheit zur Fortpflanzung, während andere Träger von Schädigungen der menschlichen Gesundheit wiederum durch heiße, trockene Luftbeschaffenheit zur Vernichtung kommen und auch manche andere Vorteile durch solche Trockenheit entstehen, etwa das schnellere Austrocknen von neu errichteten Wohnungen. Auch die Höhe des Grundwasserstandes steht in bemerkenswertem Verhältnis zur Trockenheit der Luft. Jedenfalls ist sie ein wichtiger hygienischer Faktor, an den sich anzupassen, eine hygienische Forderung ist.

Eine Hauptrolle im Wesen des Klimas spielen dann weiter *Wärme und Kälte*, zumal bei uns in der gemäßigten Zone, wo die Temperaturschwankungen soviel größer sind als anderswo. Die Sonnenstrahlen, die einzige Quelle der Wärme auf unserer Erdoberfläche, werden von der Atmosphäre aufgenommen, und zwar in einem Maße, das von der Dicke der Luftschicht abhängt, welche sie zu durchdringen haben. Bei größter

Sonnenhöhe ist diese Schicht natürlich am dünnsten, auf Bergen und an sonst hoch gelegenen Stellen muß die Sonnenstrahlung eine wirksamere werden als in tieferen Gegenden, und auch die Verunreinigung der Luft, ihre Trübung durch Staub und Wasserdampf und allerlei anderes hat hierbei weitgehenden Einfluß, so daß für die Beurteilung des Klimas eines Ortes nicht nur alle diese Faktoren berücksichtigt werden müssen, sondern auch die Zeitdauer des Sonnenscheins und der Sonnenstrahlung, wie sie im Durchschnitt statthat. Will man das alles genau berechnen, so muß man auch berücksichtigen, daß bei einer dünnen Luftschicht und bei einer für gewöhnlich trockenen Luft auch die Ausstrahlung der Wärme von der Erde nach dem freien Weltraum hin eine höhere ist und so der Grad der Abkühlung auch wieder ein größerer.

In den Ausführungen des ersten Teiles dieses Bandes haben wir eingehend davon gesprochen, wie unser Körper durch ein höchst sinnreiches und kompliziertes Regulationssystem befähigt ist, seine Eigenwärme der Außenwelt gegenüber nach Möglichkeit auf derselben Höhe zu erhalten, eine Einrichtung, die im höchsten Maße für die Erhaltung der Gesundheit und des Wohlbefindens notwendig ist, da doch nicht nur unsere eigene Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe an sich durch die Verschiedenartigkeit unserer Ernährung und Betätigung in einem fortwährenden Wechsel begriffen ist, sondern auch unsere Umgebung einen eben solchen ständigen Wechsel der Temperatur mit sich bringt, Unterschiede, die, wenn man die einzelnen Klimate der Erdoberfläche einander gegenüberstellt, noch wesentlich größere und ausgesprochenere werden. In einem kälteren Klima ist der Körper demnach gezwungen, seine Wärmeproduktion zu erhöhen. Die Einschränkung der Wärmeabgabe ist durch äußere Mittel, insbesondere durch Kleidung und Heizung, leicht zu erzielen, und diese Erhöhung der Wärmebildung geschieht eben dadurch, daß die tiefe Temperatur die Verbrennungsvorgänge in der Muskulatur steigert, daß also auf chemischem Wege eine entsprechende Regulation erfolgt, während bei einer gesteigerten Temperatur im warmen Klima mehr die physikalischen Momente zur Geltung gelangen, wo die Nahrung dann nicht nur den äußeren Umständen angepaßt und besonders betreffs der Fette und der Eiweiße eingeschränkt werden muß, sondern auch jede unnütze und überflüssige Körperbewegung nach Tunlichkeit zu vermeiden ist, eben um die Wärme erzeugende Verbrennung in der Körpermuskulatur in Schranken zu halten. Durch die erhöhte Temperatur aber stellt sich die Haut selbst so ein, daß sie das Blut aus dem Körper nach außen

in sich hineinzieht, sie wird rot und feucht, und die entstehende Wasserverdunstung fördert noch die Wärmeabgabe, die ohnedies durch Strahlung und Leitung nach außen hin erfolgt, während selbstverständlich die äußeren Hilfsmittel, die Kleidung, die Wohnung und andere durch zweckmäßige Auswahl und häufigen Wechsel und jedesmalige Anpassung an die Forderungen des Augenblicks, die Kleidung besonders betreffs der Dicke ihrer Gewebe und vor allem der Anzahl ihrer Schichten, der automatischen Regulation des Organismus zu Hilfe kommen. So läßt sich in weitgehendem Umfange in den einzelnen Klimaten nicht nur ein zweckmäßiges Verhalten des Körpers gegenüber der herrschenden Temperatur erzielen, sondern, was nicht minder wesentlich ist, auch ein jeweiliges Wohlbefinden. Denn wir wollen weder übermäßig frieren, noch durch die Hitze allzusehr belästigt und gehemmt werden. Für den nackten Körper erregt ein Wärmegrad von annähernd zweiunddreißig Grad Celsius am ehesten Wohlbehagen, für den bekleideten Körper ist natürlich die Art und Beschaffenheit der Kleidung maßgebend, so daß andere Temperaturwerte hier entstehen. Zeigt sich bei einer Messung an der Stirn die Körpertemperatur unter achtundzwanzig Grad, so hat der Betreffende schon die Empfindung: sehr kalt, steigt sie über dreiunddreißig Grad, umgekehrt: sehr heiß. Das Beste liegt auch hier in der Mitte um dreißig Grad herum, wo man in voller Bekleidung sich gewöhnlich am behaglichsten fühlt. Immer aber muß dahin gestrebt werden, daß die an der Stirn gemessene Temperatur des bekleideten Körpers niemals bis auf dreiunddreißig Grad ansteigt oder gar noch höher geht, es könnten sonst sehr schnell die schlimmen Erscheinungen einer Wärme-
stauung auftreten, die sich in Schwindel und Flimmern vor den Augen, Kopfschmerzen und anderen Erscheinungen, die bis zur Bewußtlosigkeit führen, äußern. Schließlich kann ein Hitzschlag eintreten, was zumeist zu geschehen pflegt, wenn bei hoher Lufttemperatur diese einen starken Wassergehalt hat und ohne wesentliche Bewegung verharrt. Unter solchen Verhältnissen ist die Wasserabgabe von der Haut und die Entwärmung des Körpers am weitesten behindert. Natürlich ist nach unten hin das Umgekehrte ebenso möglich. Wenn der Körper bei den Versuchen seiner Wärmeregulation dahin gelangt ist, daß seine an der Stirn gemessene Temperatur nur achtundzwanzig Grad und weniger beträgt, so empfindet er Unbehagen, Kälte, Frösteln, zumal wenn die Luft bewegt ist und Wind herrscht, der die schlimmste Abkühlung und das unangenehmste Kältegefühl zu erzeugen pflegt. Hier hängt alles davon ab, wie lange die

Wärmeentziehung einwirkt, denn anfangs wird auch hier die Haut wärmer und röter. Nach längerdauerndem Aussetzen des Körpers diesen wärmeentziehenden Faktoren gegenüber können sie, wie man ja weiß, nicht nur Erkältungskrankheiten im Gefolge haben, sondern auch unmittelbare Erfrierungen.

Von jeher hat in der Medizin der Begriff der *Erkältung* eine große Rolle gespielt; die mannigfachsten Vorstellungen über sie haben einander abgelöst, ohne daß man sagen könnte, wir wären darüber bereits zu einer völligen Sicherheit der Anschauung gelangt. Ihr Wesen ist noch so ziemlich unbekannt, wenn auch zweifellos die Wärmeentziehung das Hauptmoment dabei bildet. Wie schon das Wort Erkältung sagt, wird der Vorgang auch subjektiv als Kälteeinwirkung empfunden. Allerdings hält die Behauptung, man habe sich erkältet, einer eingehenden Nachfrage nicht immer stand. Tritt eine Erkältungskrankheit auf, so ist bei dem allgemeinen Glauben der Bevölkerung an eine vorhergegangene, tatsächliche Erkältung immer die Möglichkeit gegeben, eine Gelegenheit dazu herauszufinden. Denn jedermann bewegt sich täglich hin und her, gelangt aus dem Warmen ins Kalte und aus der Kühle in die Hitze. Etwas anderes natürlich ist es, wenn jemand in den kalten Fluß gefallen ist und im Anschluß daran eine Lungenentzündung davonträgt. Aber solche unmittelbar ersichtlichen Folgewirkungen gehören doch immerhin zu den Ausnahmen und den Seltenheiten. Sehr nahe liegt ein anderer Zusammenhang, daß nämlich eine jede fieberhafte Krankheit mit Kältegefühl des Körpers beginnt. Es ist bekannt, daß schwere Infektionskrankheiten, wie die eben genannte Lungenentzündung, ganz plötzlich mit hohem Fieber einsetzen. Hier steigt dann die Kälteempfindung sofort zu einem so hohen Grade, daß ein ausgesprochener Schüttelfrost eintritt.

Es sind allerlei Theorien über den Zusammenhang zwischen Abkühlung und Erkrankung aufgestellt worden. Man ist heute der Ansicht, daß, wie schon erwähnt wurde, ein reflektorischer Vorgang sich abspielt, daß die Nervenendigungen der von der Kälte getroffenen Körperpartien auf dem Umwege über die Zentren des Gehirns die Nerven der Blutgefäße in Tätigkeit setzen, so daß die Blutfüllung der betreffenden Körperpartien, nach denen sich der Reflex erstreckt, auch eine übermäßig hohe wird. Wir wissen ja, daß zwar zunächst eine Zusammenziehung der Blutgefäße, eine Blutverminderung also, die Folge einer Kälteeinwirkung ist, wie wir ja blaß werden, wenn wir in die Kälte hinaustreten, daß aber, wie jede anhaltende Muskelkontraktion, so auch diese nur eine gewisse Zeit

trotz Fortbestehen des Reizes andauern kann, dann geht sie in Erschlafung über, und die Blutüberfüllung beginnt. Trifft Zugluft den ruhenden oder schwitzenden Körper an einer isolierten Stelle, so kommt es fast immer zu nachfolgender Erkrankung, wenn also etwa jemand noch dazu in unzumutbarer Bekleidung sich heiß gelaufen hat, um einen Eisenbahnzug noch zu erreichen, und nun von der nicht ausreichend schließenden Tür her seitlich durch Zugluft eine längerdauernde Abkühlung erfährt, so wird er sich mit Sicherheit erkälten.

VIERTES KAPITEL

Das Wasser

Wenn die Luft für den Menschen ein unentbehrliches Erfordernis ist, so ist es das Wasser nicht minder. Ohne Wasser kann keine Kreatur leben; es ist das unentbehrlichste aller Dinge, die wir in uns aufnehmen. Ja, wir gehen nicht zu weit, wenn wir sagen, daß das Wasser in jedem Organismus der Sitz des Lebens ist. Vom Stoffwechsel haben wir ausreichend und eingehend im ersten Teile dieses Bandes gesprochen. Der Stoffwechsel ist das Leben der belebten Wesen, im Stoffwechsel werden dauernd die Stoffe in sie eingeführt, deren sie immer wieder aufs neue benötigen, und diejenigen ausgeschieden, die in ihnen überflüssig geworden sind. Alles dieses aber ist nur möglich im gelösten Zustande, als Wasser also, und ununterbrochen durchflutet ein Wasserstrom den pflanzlichen, den tierischen, den menschlichen Körper, ein Wasserstrom, der selbst immer wieder ausgeschieden und immer wieder ergänzt werden muß. Ohne Nahrung ist das Leben eine ganze Zeit hindurch weiter zu fristen, ohne Wasseraufnahme erlischt es sehr schnell. Nun ist zunächst alles, was wir trinken, ganz oder überwiegend Wasser. Denn auch im Tee, im Bier, im Wein und was wir sonst trinken mögen, sind die andersartigen Beimischungen nur ganz unbedeutende. Außerdem ist aber auch alles, was wir als feste Nahrung bezeichnen und als Speisen einnehmen, mehr oder weniger wasserhaltig, wie insbesondere die meisten Gemüse und alle Früchte.

Das Wasser, das uns für unseren Gebrauch zur Verfügung steht, fließt uns von verschiedenen Seiten her zu. Das eine Mal kommt es als Meteorwasser in Form von Regen und Schnee aus der Atmosphäre herab, oder

es bildet sich als Grundwasser unter der Oberfläche des Erdbodens. Sodann tritt es als Quellwasser allerorten aus dem Boden hervor, und schließlich fließt es uns als Wasser der Bäche und Ströme zu oder hat sich in Seen gesammelt. Die ungeheure Masse des Meereswassers schließlich kommt für die menschliche Verwendung nur in minimalem Umfange in Betracht.

Vielfach wird angenommen, daß das aus der Luft zu uns gelangende *Meteorwasser* ein reines und so gut wie destilliertes Wasser darstellt. Das ist keineswegs der Fall. Es finden sich in ihm Ammoniak und salpetrige Säure, vor allem aber auch Bakterien, und wenn es erst, wie es ja im praktischen Leben geschieht, aufgefangen und gesammelt wird, was gewöhnlich nicht gerade in sehr einwandfreien Behältnissen zu geschehen pflegt, so kommen gewöhnlich Fäulnismikroorganismen reichlich in ihm zur Entwicklung. Auch hat es einen faden, nicht gerade angenehmen Geschmack, so daß von einer unmittelbaren Verwendung besser Abstand genommen wird, wenn anderes einwandfreies Wasser zur Verfügung steht. Eigentlich ist auch das *Grundwasser* nichts anderes als Regenwasser. Auch das Grundwasser entsteht aus dem Meteorwasser, aus den atmosphärischen Niederschlägen, die in den Boden eingesickert sind. Es ist unausbleiblich, daß sie dabei allerlei von der Oberfläche her mitnehmen und darunter vieles unvorteilhafte, womit sie sich verunreinigen. Allerdings wird dieser Nachteil zu allermeist wieder dadurch beseitigt, daß all die körperlichen Elemente nun weiter durch den Boden hindurchsickern, in ihm filtriert und zurückgehalten werden oder aber chemische Veränderungen erfahren. Das Wasser macht hierbei geradezu einen Veredelungsprozeß durch. Die Beschaffenheit des Bodens ist von maßgebendem Einfluß auf die Qualität des Wassers. Wenn er feinporige Schichten enthält, so ist das äußerst günstig, denn diese wirken als Filter und halten fast sämtliche Bakterien in sich zurück. Auch die chemischen Vorgänge spielen sich hier wesentlich vollkommener ab, solange der Boden nicht übersättigt ist. Das Abfiltrieren der Bakterien aber bleibt immer ein vollkommenes, im Gegensatz zu einem Boden, der mehr aus grobem Kies besteht oder von Spalten und Rissen durchsetzt ist, die überall schädlich wirken.

Das gleiche ist mit dem *Quellwasser* der Fall, das auch oft aus den atmosphärischen Niederschlägen her stammt, zumal an gebirgigen Stellen. Hier ist das Meteorwasser zunächst durch die Spalten und Risse der Gesteine in die Tiefe gelangt und tritt dann gewöhnlich recht weit

unterhalb davon, nachdem es einen beträchtlichen Weg im Innern zurückgelegt hat, wieder aus dem Boden heraus. Wenn die Wassermassen in zwei undurchlässigen Schichten eingeschlossen sind, die man angebohrt hat, dann strömt das Wasser unter starkem Drucke hervor und bildet einen sogenannten artesischen Brunnen. Aber auch hier hängt alles von den vorhergegangenen Filtrationsprozessen ab, und das Quellwasser ist keineswegs so harmlos und so einwandfrei, wie die Poesie es schildert. Nun führen Bäche und Flüsse Wasser in stetigen Mengen an den Wohnstätten der Menschen vorüber, und zunächst liegt ja nichts näher, als aus diesen den Wasserbedarf zu entnehmen, aber auch hier bestehen große Bedenken. Wie uns jede Regenperiode zeigt, sind es auch hier die Niederschläge, die sich in die vorhandenen Wasserläufe ergießen und allen möglichen Unrat in sie hineinspülen. Auch Abfuhrkanäle mit Jauche und Ausscheidungsprodukten werden nicht selten in die Flüsse abgeleitet. Und die Schifffahrt tut das übrige. Alles, was an Schmutzwasser und menschlichen Entleerungen das Schiff verläßt, gelangt in die Flüsse, überall liegen Fabriken und gewerbliche Anlagen ihnen an, die sich ihrer Abgänge auf bequeme Weise in sie hinein entledigen, Abgänge, die oft schlimmer Art sind, und zersetzliche und der Fäulnis unterworfenen Dinge in großen Mengen dem Wasser zuführen. Kurz und gut, was die Natur nicht tut, um das Flußwasser zu verunreinigen, das besorgt der Mensch hinterher, so daß dieses Wasser ganz und gar unbrauchbar wäre, wenn nicht allmählich, sofern nur keine neuen Verunreinigungen auftreten, der Fluß eine Art von Selbstreinigung vollzöge. Die in ihm schwimmenden Elemente sinken ebenso wie die Bakterien zum großen Teil zu Boden und setzen sich dort ab. Durch das Entweichen der Kohlensäure aus dem Wasser wandeln sich chemische Beimischungen, die bis dahin gelöst waren, in unlösliche um und sinken ebenfalls zu Boden. Auch schwinden allmählich die organischen Substanzen, die durch die Mikroorganismen und Algen und andere Lebewesen verbraucht werden, ebenso wie auch die Bakterien zum Teil durch die Sonnenbeleuchtung der Vernichtung anheimfallen. Immerhin aber wird, so sehr es auch an den einzelnen Stellen verschieden sein mag, das Flußwasser überall als bedenklich angesehen werden müssen, es ist keineswegs etwa ohne weiteres für den menschlichen Gebrauch verwendbar. Eher ließe sich noch das Wasser aus Binnenseen benutzen, da hier das Absetzen der Beimischungen weit vollkommener vor sich geht. Aber auch hier zeigen sich die allergrößten Verschiedenheiten.

Woher aber auch das Wasser entnommen wird, immer muß es den Anforderungen genügen, daß es klar und wohlschmeckend ist, daß keinerlei gesundheitsschädliche Bestandteile sich in ihm vorfinden, und daß es nicht, wie man zu sagen pflegt, zu hart ist. Natürlich ist auch dafür Sorge zu tragen, daß es überall in ausreichender Menge sich vorfindet und zur Verfügung steht, und zwar ist es hierfür ganz dasselbe, ob das Wasser zum Trinken und zum menschlichen Genuß Verwendung finden soll oder für den allgemeinen Gebrauch bestimmt ist, denn eine jede Unzuträglichkeit auch des Gebrauchswassers macht sich schließlich auch am Menschen geltend, denn alle Nahrungsmittel, die mit ihm gewaschen werden, alle Wäsche, die in ihm gespült wird, alle Hausgeschirre, die damit gesäubert werden, würden Mikroorganismen und schädliche Keime ebenso dem Menschen zuführen, als wenn sie von ihm direkt mit dem Wasser eingebracht werden.

Es ist daher von der Güte eines Wassers zu fordern, daß es völlig geruchlos ist, daß ihm vor allen Dingen jeder Fäulnisgeruch fehlt, sowie jeder durch Beimischungen sich geltendmachende Geruch. Noch weniger darf irgendein fauliger Beigeschmack da sein, sowie ein übermäßiges Hervorschmecken von Eisen, das in sehr vielen Wässern auftritt. Der Geschmack muß vielmehr stets ein erfrischender sein, was allerdings auch von der Temperatur abhängt und von dem Kohlensäuregehalt des Wassers. Wir schmecken auch die in ihm enthaltenen Kalksalze, bei deren Fehlen der Geschmack ein fader wird. Wenn auch die Temperatur des Wassers sehr von den Jahreszeiten beeinflußt wird, so soll sie doch für den menschlichen Genuß in engen Grenzen bleiben, da uns ein Wasser, das nicht kühl genug ist, nicht zu erfrischen vermag. Es darf aber auch nicht allzu kalt sein, weil dies dem Magen nicht zuträglich ist. Am besten bewegt sich die Temperatur zwischen acht und zehn Grad, dann ist es am wohlschmeckendsten und am bekömmlichsten.

Eine sehr wesentliche Eigenschaft des Wassers ist seine *Härte*. Von der Härte des Wassers hängt in weitestem Umfange seine Verwendbarkeit ab. Es sind die Kalksalze und die Magnesiumsalze in ihm, deren Menge den Härtegrad bedingt, und sie sind in das Wasser dadurch hineingelangt, daß sie aus dem Boden ausgelaugt und gelöst oder als Bestandteil von Verunreinigungen aufgenommen worden sind. Als eine vorübergehende Härte des Wassers pflegt man diejenige Härte zu bezeichnen, die nach einem längeren Abstehen oder Kochen des Wassers zum Verschwinden kommt. Es geht hierbei die Kohlensäure aus dem Wasser

heraus, welche die Salze des Kalkes und des Magnesiums in Lösung gehalten hat. Dadurch fallen diese, die bis dahin lösliche doppeltkohlensaure Salze gewesen waren, nun als unlösliche einfachkohlensaure Salze aus dem Wasser aus und sinken zu Boden, dem sie sich ebenso wie den Wandungen der erhitzten Gefäße bei längerem Gebrauch anzusetzen pflegen, was bei Kesselanlagen als sogenannter Kesselstein schädlich wirkt und eine regelmäßige Wiederentfernung erfordert. Sind der Kalk und das Magnesium dagegen im Wasser als schwefelsaure oder als salpetersaure Salze enthalten, so bedingen diese seine bleibende Härte, weil sie auch nach längerem Kochen unverändert bleiben und den ursprünglichen Härtegrad aufrecht erhalten. Man mißt den Härtegehalt eines Wassers nach Härtegraden, die nach der Zerlegung einer Seifenlösung bestimmt werden. Wenn ein Wasser zu wenig von diesen Salzen enthält, also zu weich ist, so schmeckt es fade. Es soll auch die so sehr verbreitete Karies der Zähne mit seinem Genuß zusammenhängen, doch ist dies noch unerwiesen. Ein allzu hartes Wasser dagegen schließt wieder andere Unzweckmäßigkeiten in sich. Es ist zunächst schon vielfach zum Kochen ungeeignet. Besonders viele Gemüse, aber auch Tee und Kaffee können nicht damit bereitet werden, denn der reichliche Kalk geht chemische Verbindungen mit Substanzen der herzustellenden Nahrung ein, die unlöslich werden und ausfallen und den Geschmack verderben. Selbst für das Waschen ist ein sehr hartes Wasser schlecht zu verwenden, weil es allzu große Mengen von Seife verbraucht, von der ein großer Teil dadurch vergeudet wird, daß sie die Kalksalze zerlegt. Und daß es auch für die Heizung von Dampfkesseln vermieden werden muß, ergibt sich schon daraus, daß bei seinem großen Gehalt an Salzen die Bildung von Kesselstein allzu groß werden würde. Auch als Trinkwasser kann es leicht den Magen reizen. Diese Schädlichkeiten treten weit zurück hinter die Erkrankungsmöglichkeiten, welche durch Lebewesen, die mit dem Wasser eingenommen werden, hervorgerufen werden können. Zunächst können dies tierische Parasiten sein, wenn diese auch weniger bei uns als in tropischen Ländern als Amöben ins Wasser gelangen und Ruhr hervorrufen, oder als jener kleine, zentimeterlange, platte Wurm, in welchem das Männchen das Weibchen umschließt, und der eine sehr gefährliche Krankheit zu veranlassen pflegt, oder als Medinawurm und manche andere derartige Parasiten. Wenn bei uns in unseren Breiten solche Eingeweidewürmer oder deren Eier durch das Wasser übertragen werden, so kann dies nur aus unzweckmäßiger Anlage hervorgehen oder

durch Unsauberkeit und Unvorsichtigkeit. Dagegen sind Infektionen mit pflanzlichen Parasiten, mit Bakterien, ein durchaus häufigeres Vorkommnis, manchmal geschieht die Verseuchung ganz plötzlich und massenhaft.

Wenn Epidemien herrschen oder auch nur sonst irgendein Infektionsverdacht auftritt, muß das Wasser *abgekocht* werden. Wenn es fünf Minuten hindurch gesiedet hat, sind mit Sicherheit die in ihm befindlichen Bakterien abgetötet. Doch ist solches abgekochte Wasser, wenn es nachher wieder abgekühlt ist, in seinem Geschmack sehr beeinträchtigt, so daß es sich empfiehlt, ihn durch irgendwelchen wohlschmeckenden Zusatz zu verbessern.

ZWEITES BUCH

Die künstliche Umgebung
des
Menschen

ERSTES KAPITEL

Die Wohnung

In alten Zeiten hat der Mensch sich seine *Wohnung* in der Absicht geschaffen, um in ihr Schutz vor Gefahr und vor Krankheit zu finden. Die ältesten Behausungen waren von primitivster Art. Nur allmählich sind die Wohnungen, in denen die Menschen hausen, andere und kompliziertere geworden. Schließlich ist es sogar dahin gekommen, daß die Wohnungen, die doch gerade zum Schutz und zur Sicherheit geschaffen und erbaut sind, nun umgekehrt häufig zur Quelle von Nachteilen und von Erkrankungen werden, weil eben nicht alles in ihnen so gestaltet wurde, wie es weitgehenden Forderungen der Gesundheitspflege entsprechen würde. Die weitaus überwiegende Mehrzahl aller Menschen ist leider gezwungen, mit dem Wohnraum vorlieb zu nehmen, der bereits vorhanden ist, und den zu bewohnen ihnen ihre Verhältnisse gestatten. Sie werden kaum die Möglichkeit haben, in ihm eingreifende Umgestaltungen vorzunehmen. Immerhin aber ist es wichtig, die Nachteile und Gefahren zu kennen, die eine unzweckmäßige Wohnung darbietet, damit man wenigstens innerhalb der gegebenen Möglichkeiten die vorteilhafteste auszuwählen imstande ist. Wir möchten daher einiges über die *Formen des Wohnhauses* sagen. Vergleiche auch das Kapitel „Das Wohnhaus“ in Bd. IV, „Die praktische Lebensführung“.

Zunächst muß man es als Ideal bezeichnen, in einem Haus allein mit seiner Familie, umgeben von Gartenland, wohnen zu dürfen. Es bedarf keiner großen Erörterung, um die Vorteile eines solchen abgeschlossenen Eigenhauses ins rechte Licht zu rücken, wo jeder sich die Räume, in denen

er lebt, nicht nur nach seinem Geschmack und nach seinen Neigungen einrichten kann, sondern hierbei völlig unbeeinflusst und von keinem Nachbar gestört alles vornehmen darf, was ihm beliebt und was zweckmäßig ist. Aber eine solche Annehmlichkeit ist nur wenigen Menschen beschieden. Schon die räumlichen Verhältnisse einer Großstadt verbieten es, denn bei einer Bebauung in solcher Weise würden allzuweit gedehnte Flächen benötigt werden, und die große Entfernung der Wohnräume von den im Innern der Stadt gelegenen Arbeitsstellen würde neue und nicht immer überwindliche Schwierigkeiten bereiten. Und so ist es denn unter dem Zustrom so großer Menschenmassen, wie die letzten Jahrzehnte sie mit der so schnell fortschreitenden industriellen Entwicklung in die großen Städte geworfen haben, nicht anders möglich gewesen, als diese Massen in großen Miethäusern, den sogenannten *Mietskasernen*, unterzubringen, in deren jeder eine oft überaus große Anzahl von Familien Platz finden müssen. Der größte Teil der Bevölkerung ist nun darauf angewiesen, mit denjenigen Wohnräumen fürlieb zu nehmen, die ihm unter vielen Mühen überhaupt erreichbar sind. Es werden die Menschen eng zusammengedrängt, zuweilen so eng, daß sie ständig aneinandergeraten müssen, da die sonst wenigstens gänzlich abgeteilten, kleinen Wohnungen innerhalb der großen Miethäuser in ihren Nebenräumen, Korridoren, Klosetten, Waschküchen und bisweilen sogar in ihren Kochküchen und vielen anderen Zubehör oft nur über gemeinsame Benutzung von seiten mehrerer Familien verfügen, wodurch Reibereien und Unfrieden Tür und Tor geöffnet ist.

In neuerer Zeit hat man mehr und mehr den Bau von kleinen Häusern für einzelne Familien oder doch höchstens für zwei durchzuführen versucht. Überall sind derartige Ansiedlungen entstanden, zunächst im Anschluß an große Fabrikunternehmungen, wo Arbeiterhäuser in bescheidener, aber zweckmäßiger Ausführung in großem Umfange gebaut wurden, die sich sehr bewährt haben und alle hygienischen Anforderungen weitgehend erfüllen. Auch in der Nähe größerer Städte werden durch eigens für diesen Zweck gebildete Gesellschaften, die behördliche Unterstützung finden, mehr und mehr in kleinen Kolonien *Siedlungshäuser* geschaffen von zwar einförmigen, aber gesundheitsgemäßem Aufbau, freistehende Häuschen oder *Reihenhäuser*, in denen je einer oder zwei Familien ein gesundheitsgemäßes Wohnen ermöglicht ist. Von volkshygienischer Bedeutung sind auch die *Vorstadt-Siedlungen*, die besonders im neuen Deutschland gepflegt werden. Sie dienen

zur Beschaffung gesunder Wohnungen für die in der Stadt beschäftigten Menschen, ohne dabei etwas mit landwirtschaftlichen Siedlungen zu tun zu haben. Ihre Besonderheit besteht darin, daß sie Eigenheime zur Gründung von Familien und Aufzucht gesunden Nachwuchses ermöglichen. Darüber hinaus ist auch die Gesetzgebung bestrebt, innerhalb der größeren Städte nicht mehr eine alles Maß überschreitende Bebauung der einzelnen Grundstücke zu gestatten und die Städte anzuhalten, in ausreichendem Maße Plätze zwischen die Straßen einzuschalten, in denen die Bewohner und vor allem die Kinder zu längerem Aufenthalt im Freien Gelegenheit finden. Es werden allerdings immer noch viel zu sehr diese freien Lücken im Häusermeer als Schmuckplätze gestaltet. Sie sollten lediglich der Benutzung anheingegen werden, um den Anwohnern einen möglichst reichlichen und möglichst ausgedehnten Aufenthalt im Freien darzubieten.

Einen weiteren Schritt auf diesem Wege haben auch die Schrebergärten getan, die vielfach *Lauberkolonien* genannt werden. Hier wird das Nützliche mit dem Angenehmen verbunden. Bodenabschnitte in der Umgebung der Stadt, die leicht zugänglich, aber noch nicht bebauungsreif sind, werden verpachtet und zu Gartenland umgestaltet, sie gewähren nicht nur den Aufenthalt im Freien, sondern auch die nötige Bewegung und Zerstreung durch die Kultur des Bodens und liefern, wenn alles richtig angefaßt wird, auch öfter einen nicht zu unterschätzenden Ertrag an Obst und Gemüse.

Sodann läßt die gesetzliche Bestimmung auch nicht mehr zu, daß die Baublöcke in den Straßen derart gestaltet werden, daß das einzelne Haus zu wenig an der Vorderfront gelegene Wohnungen hat und die meisten Räume nach hinten in die Tiefe gelegt werden. Auch die Straßenbreiten, die unter Umständen in Stadtteilen, wo es gar nicht nötig wäre, übermäßig weit bemessen sind, sollen, wo es möglich ist, eine Einschränkung erfahren, die den Bauflächen zugute kommt.

Um wenigstens in jeder neuerrichteten Wohnung die unbedingt nötigen Anforderungen der Gesundheitspflege zu erfüllen, sind überall Wohnungsgesetze und *Bauordnungen* erlassen worden, die durch ihre Bestimmungen zu verhüten suchen, daß ein allzu umfangreiches Zusammendrängen von Menschenmassen in den Häusern sich vollzieht, sowie daß die Wohnräume den hauptsächlichsten hygienischen Anforderungen entsprechen.

Es ist allgemein bekannt, daß *feuchte Wohnungen* als sehr gesundheitsschädlich gelten, und dem ist in der Tat so, da in solchen

Räumen die Abgabe des durch die Haut ausgeschiedenen Wasserdampfes erschwert wird und hierdurch viele Nachteile im Wärmehaushalt und in der Blutbewegung des Organismus entstehen. Sind die Wände feucht, so verdunstet von ihrer Oberfläche her ununterbrochen das Wasser, und sie werden durch die entstehende Verdunstungskälte auch selber kalt. Auch die Kleider und die Betten und alle übrigen Gegenstände werden feucht und nehmen damit Wärme fort, und so wird auch dem Körper, der sich hier aufhält, immer wieder Wärme entzogen, ein Vorgang, der sich, wenn die Temperatur noch dazu eine höhere ist, in Unbehagen und Beklemmungen und allerlei Störungen des Wohlbefindens geltend macht. Daß Bakterien in einer solchen Atmosphäre günstigste Daseinsbedingungen finden, zeigt sich in der Schimmelbildung, die hier überall auftritt. An den Wänden, wie auch auf Leder, Stiefeln usw. findet der Verschimmelungsprozeß rasch statt; aber auch die Nahrungsmittel und das Brot unterliegen der Veränderung. Die zahlreichen Pilzbildungen schädigen dann weiter die Atmungsluft. Allerdings sind es meist nur Schimmelpilzchen, die zu solchen Wucherungen in feuchten Wohnungen gelangen. Eigentliche krankheitserregende Keime kommen dadurch nicht zur Entwicklung, um so mehr als ja die Schimmelbildung ihrem Wachstum feindlich gegenübersteht. Schlimm aber ist, daß das Holz der Gebäude schwere und meist untilgbare Nachteile erleidet. Man spricht dann davon, daß der Schwamm im Hause sei. Bestimmte Schimmelpilzchen, die diesen Hausschwamm bilden, zerstören das Holz und die Balken und können das Haus unbewohnbar und zum Abriß reif machen. Es muß daher, um ein solches Auftreten des Hausschwammes zu verhüten, schon beim Wohnungsbau hierauf Rücksicht genommen werden, denn die Hauptquelle der Feuchtigkeit der Häuser ist die beim Erbauen eingeführte Wassermenge, die nicht wieder vollständig verdunstet ist.

Beim Erbauen wird der ganze poröse Ziegel in Wasser getaucht oder andere zur Verwendung kommende Steine mit Wasser besprengt. Auch der Regen sickert in die Poren des Baumaterials. Es ist erwiesen, daß in einem soeben fertiggestellten Neubau unter Umständen der volle vierte Teil des Inhaltes seines Mauerwerks aus Wasser besteht, da ja auch der Mörtel in reichlicher Wasserverdünnung zur Anwendung gelangt, und diese enormen Wassermengen müssen erst wieder aus dem Hause heraus sein, ehe es zur Benutzung kommen kann, was in günstiger und warmer Jahreszeit von selber erfolgt. Man hilft durch Heizung bei offenen Fenstern nach. Auch werden sehr oft offene Kokskörbe an die

Wände gestellt, wo dann die strahlende Wärme dazu beiträgt, die Verdunstung zu beschleunigen. Nur muß Sorgfalt geübt werden, daß keine Kohlenoxydvergiftung sich ereignet. Das wesentlichste Vorbeugungsmittel aber ist, das rohe Mauerwerk nicht zu früh zu verputzen. Die Bauordnungen haben daher für Neubauten gewisse Austrocknungszeiten festgesetzt, die aber bei der Verschiedenheit von Klima und Witterung und Jahreszeit keine absolute Geltung beanspruchen können. Unter Umständen muß ein volles Vierteljahr hingehen, bis die Wohnung bezogen werden darf. Ist das Haus mit Zentralheizung versehen, und wird diese möglichst frühzeitig in Gang gesetzt, so trägt sie sehr zur Austrocknung der Wände bei. Oft haben Kellerwohnungen, wenn sie außerordentlich tief gelegen sind, feuchte Wände, die nicht von dem Grundwasser herzurühren brauchen, sondern von der gleichbleibenden, kühlen Temperatur, in der sie sich befinden.

Das Ideal wäre es, wenn wir in unseren Räumen, wie auch die Jahreszeit sein mag, stets die gleiche angemessene *Temperatur* hätten. Die Lufttemperatur des Zimmers ist aber durchaus abhängig von derjenigen der Wände, die man sich als überaus große Öfen denken kann, welche die zwischen ihnen liegende Luft erwärmen und heizen. Da diese im Sommer der andauernden Bestrahlung ebenso ausgesetzt sind wie von oben her auch das Dach und bei ihrer Ausdehnung immer wieder neue Wärme an die Innenluft abgeben, ohne selbst dadurch bemerkenswerte Wärmeverluste zu erleiden, so wird im heißen Sommer die Zimmerluft bei weitem höher und wärmer als die Außenluft, ganz besonders, wenn die Zimmerwände nicht nach Norden, sondern anders gelegen sind. Es spricht hierbei auch die Höhe der Stockwerke sehr wesentlich mit, da das Dach am meisten bestrahlt und erhitzt ist, während im untersten Stockwerk der Boden abkühlend wirkt. Auch steigt bekanntlich die warme Luft nach oben, und da in den Häusern jederzeit gekocht wird und sonstige Erwärmungen stattfinden, so sind in den oberen Stockwerken auch des Nachts oft ungeheure Temperaturen zu verzeichnen.

Leichter ist es, sich der kalten Luft als der Hitze zu erwehren. Das *Heizen* unserer Wohnräume geschieht auf verschiedenen Wegen. Immer hat es zum Ziel, die Innenluft auf eine angemessene Temperatur zu bringen, die nicht unter siebzehn Grad liegen soll. Dort, wo eine Zentralheizungsanlage alle Räume und alle Wände des Hauses gleichmäßig erwärmt, so daß im Innern keinerlei Abkühlungen vor sich gehen, soll sie eher niedrig als hoch gehalten werden. Es ist daher not-

wendig, daß die Heizvorrichtung sich leicht den jeweiligen Anforderungen anpassen läßt. Die erzielte Wärme muß gleichmäßig in dem ganzen Raume verteilt sein, und es darf daher niemals zu stark geheizt werden, weil dann die oberen Luftschichten viel heißer werden als die unteren am Fußboden. Auch ist eine Gleichmäßigkeit der Wärmeentwicklung geboten, damit nachts die Räume nicht völlig auskühlen. Die Heizung darf weder gasige noch staubförmige Verunreinigungen einschleppen, sondern muß eine Luft liefern, die rein ist und einen ausreichenden Feuchtigkeitsgehalt behält. Gerade betreffs der gasförmigen Beimischungen besteht manche Gefahr, da die Verbrennungsprodukte der Heizstoffe hauptsächlich aus Kohlensäure und anderen Gasen, aber auch aus dem sehr giftig wirkenden Kohlenoxydgas sich zusammensetzen. Daß sie ganz und gar durch die Heizungsanlage nach außen fortgeführt werden, ist ein unerläßliches Erfordernis. Früher ist ein Eindringen dieser Verbrennungsgase nach der Wohnung sehr häufig dadurch zustande gekommen, daß man die sogenannten Ofenklappen zu frühzeitig geschlossen hatte, die am Beginn des Schornsteines eingeschaltet waren und die Aufgabe hatten, die Wärme im Ofen möglichst zurückzuhalten und sie nicht durch den Schornstein entweichen zu lassen. Geschah dies, bevor die Verbrennung ihr Ende erreicht hatte, so trat mit den Verbrennungsgasen auch Kohlenoxyd in die Wohnungsluft ein und hat manchen Todesfall verschuldet. Jetzt ist diese Einrichtung verboten und die Regulation vor die Feuerung, in die Ofentüren, verlegt. Aber ganz ist die Kohlenoxydgefahr dort noch nicht beseitigt, wo gußeiserne Öfen zur Verwendung kommen, da diese, wenn sie glühend werden, für das Kohlenoxyd durchgängig sind. Allerdings würde es auch hier nur dann zu Schaden kommen, wenn die Öfen zu frühzeitig geschlossen werden. Eine andere Möglichkeit der Bildung von Kohlenoxyd entsteht indessen aus der Verbrennung von Staub, wie sie auf der Oberfläche heißer Öfen stattfindet, und vor allem auch auf den äußeren Flächen der Heizkörper der Zentralheizungen. Es empfiehlt sich, wo mehrere Öfen geheizt werden müssen, dieses Heizen von außen her, von Nebenräumen aus zu ermöglichen, so daß das staubentwickelnde Heizmaterial gar nicht in die Zimmer selbst hineingebracht wird, wo es dann auch nicht unmittelbar am Ofen liegenbleiben, sondern durch die verschiedenen Lufttemperaturen aufgewirbelt und im Zimmer verteilt werden würde. Hinter jedem Ofen und hinter jedem heißen Ofenrohr ist die Wand geschwärzt. Das ist Staub, der hier haften geblieben ist.

Oft ist die Heizung schuld daran, daß die Heizluft übermäßig trocken wird. Es muß dann nachgeholfen werden, um ihr die nötige Feuchtigkeit zu geben, am besten durch Verstäubungseinrichtungen oder Verdampfungsvorrichtungen, die auf die Öfen selbst gebracht werden, von wo aus die Verdunstung in die dort warme Luft am leichtesten und besten erfolgt. Alle winzigen Luftverbesserungsapparate, wie sie im Handel vorkommen, sind dagegen unnütz und können nie etwas Nennenswertes leisten. Vielmehr muß auch hier, wie wir das ja schon bei der Desinfektion erörtert haben, die Luft, welche durch die Heizung verbraucht worden ist, durch neue reine Luft ständig wieder ersetzt werden, und diese Aufgaben erfüllen alle diejenigen Heizbetriebe, in denen nicht nur die für die Verbrennung nötige Luft, sondern noch viel mehr davon aus dem Zimmer angesaugt wird, so daß ein Wiederersatz durch die natürliche Ventilation ständig vor sich geht. Daß alle Heizungsapparate so beschaffen sind, daß nur ein Rauch entsteht, der leicht und durchsichtig ist und sich aus kleinsten Partikeln zusammensetzt, hat für die Umgebung und die Nachbarschaft hygienische Bedeutung.

Die Heizvorrichtungen selbst sind, wenn sie den Einzelraum selbständig heizen, Kamine oder Öfen. Ein *Kamin* ist eine offene Feuerstelle, die direkt in den Schornstein übergeht. Die Erwärmung geschieht durch Wärmestrahlung und ist eine verhältnismäßig sehr geringe. Die Kamine finden sich daher besonders in wärmeren Ländern, wo sie mit Holz gefeuert zu werden pflegen. Die vollkommeneren unter ihnen tragen um das Rauchrohr herum einen Mantel, in den von unten her Luft eintritt, die sich am Rauchrohr erwärmt und oben in das Zimmer übergeht, wodurch eine viel gleichmäßigere Erwärmung entsteht. Als *Öfen* sind noch viel die alten eisernen Öfen in Gebrauch, die jedoch an sich nicht vorteilhaft sind. Ihre Heizfläche ist zu klein, sie müssen öfter frisches Heizmaterial bekommen und kühlen auch zu schnell wieder aus. Weit günstiger gestaltet sich das Heizen in den Füllöfen, in welchen das ganze Material für vierundzwanzig Stunden auf einmal, oder wie es üblicher ist, zweimal täglich, und zwar morgens und abends, eingebracht wird, und die als Dauerbrandöfen wirken. Sie erlöschen niemals und werden immer nur wieder frisch aufgeschüttet, so daß schon dadurch allein die Heizung eine gleichförmige wird. Am besten werden sie, um die direkte Strahlung zu verhüten, mit einem Mantel umgeben, der sich dann selbst nur mäßig erwärmt, während die Heizung durch die zirkulierende, erwärmende Luft vom Mantelraum vor sich geht und auch

gleichzeitig bei entsprechender Anlage eine sehr günstige Ventilation bewirkt und fortwährend frische Luft in das Zimmer führt. Ihrem ganzen Wesen nach unterscheiden sich von diesen metallenen Öfen die Kachelöfen, in die auch das ganze Heizmaterial für vierundzwanzig Stunden auf einmal eingebracht wird. Hier werden die Öfen selbst geheizt, ihre Steinmasse wird zunächst erwärmt, und sie ist es, die die Wärme allmählich auf die Zimmerluft überträgt. Diese Öfen stellen, zumal sich im Innern zwischen den Zügen Öffnungen von Ziegel und Lehm befinden, eine sehr umfangreiche Masse dar, die Wärme in sich aufspeichert. Sie sollten, was nicht immer geschieht, allseitig freistehen, weil sie dabei am besten wirken.

Vielfach geschieht nun neuerdings in den Häusern die Erwärmung durch *Zentralheizung*. Es wird also von einer einzigen Stelle aus die Wärme in die verschiedenen Wohnräume übertragen. Ursprünglich war hierfür nur die sogenannte Luftheizung in Gebrauch, wo an der Zentralstelle, gewöhnlich im Keller, ein großer, gußeiserner Schuttofen die Luft erhitzte und nach einer ummauerten Heizkammer abgab, die den Ofen allseitig umschließt. Von hier aus stieg dann die Luft ohne weiteres durch ein geeignetes Röhrensystem nach oben, was allein schon durch die Temperaturunterschiede bewirkt wird. Ist ein Ventilator dazwischengeschaltet, so findet die Fortbewegung gleichmäßiger statt. Die Luftheizung hat manchen Mangel. Sie muß sehr sorgfältig behandelt werden, und die Möglichkeit, daß viel Staub durch die Luft mitgeführt wird und in den Wohnräumen verbrennt, ist immerhin vorhanden. So ist sie mehr und mehr durch die Wasserheizung verdrängt worden, bei welcher aus einem im Untergeschoß befindlichen Kessel durch ein Röhrensystem, das schließlich wieder hierher zurückkehrt, erhitztes Wasser durch die einzelnen Röhren geführt wird. Je heißer das Wasser beim Erhitzen wird, um so leichter wird es und steigt nach oben. Von dort nimmt es dann seinen Weg wieder nach dem Kessel zurück. Dieses Röhrensystem ist oben offen, und so kann die Temperatur des Wassers niemals volle hundert Grad erreichen. Meist ist sie beträchtlich geringer. So muß, um eine ausreichende Wärme herbeizuführen, die Menge des bewegten Wassers eine verhältnismäßig große und die Röhren dementsprechend weit sein. Die Anlage ist daher kostspielig und wird auch fast nur in privaten Wohnhäusern angewandt, wo allerdings diese Wasserheizung eine große Verbreitung gefunden hat. Hier bei der Wasserheizung werden als Heizkörper sogenannte Radiatoren verwendet, die

den früher sehr im Gebrauch gewesenen Rippenheizkörpern bei weitem vorzuziehen sind, da sie viel mehr Wärme abgeben und außerordentlich leichter zu reinigen sind als diese. Die Aufstellung dieser Heizkörper unterhalb der Fenster ist keine zufällige, sondern es wird dadurch die kalte Luft, die durch die Fenster eindringt und zu Boden sinkt, alsbald erwärmt und von ihrer Ausbreitung am Fußboden hin ferngehalten. Die Regulierung der Wärmezufuhr ist hier eine doppelte. Es sind Hähne sowohl an der Zentralanlage wie an jedem einzelnen Heizkörper in den Wohnungen angebracht.

Die dritte Form der Zentralheizung, die Dampfheizung, eignet sich in der Hauptsache nur für große Gebäudeanlagen oder gar für ganze Stadtviertel. Sie ist am besten dort anzubringen, wo bereits größere Dampfkessel im Betriebe sind. In privaten Wohnhäusern kann es sich nur um eine Niederdruckdampfheizung handeln. Die Heizapparate sind auch hier die gleichen wie bei der Warmwasserheizung.

Durch die *Lüftung* muß man ständig Sorge tragen, die verdorbene Luft fortzuschaffen und durch neue zu ersetzen. Diese Form der Erneuerung ist die einzig wirksame Maßnahme. Alle Versuche, die Luft etwa im Innern zurückzubehalten und sie nur verbessern zu wollen, sind vergeblich und nutzlos. Nur die tatsächliche Erneuerung schafft wirklich hygienisch zureichende Verhältnisse. Bei der üblichen Ventilation wird die Luft eines bestimmten Wohnraumes in einer Stunde ungefähr zweimal erneuert, aber das ist schon das allermeiste. Gewöhnlich kommt es gar nicht zu einem so weitgehenden Wechsel. Wollte man aber, wie es geschieht, die Ansammlung von Kohlensäure in der Wohnungsluft als Maßstab anlegen, so müßten in jeder Stunde einer jeden Person mehr als dreißig Kubikmeter neuer Luft beschafft werden. Doch hat sich gezeigt, daß diese Kohlensäurebestimmung keineswegs immer für das jeweilige Bedürfnis zutrifft. Nun findet in der Hauptsache schon durch die natürliche Ventilation unserer Wohnräume ein Austausch zwischen verbrauchter und neuer Luft statt. Nicht nur, daß häufig auch ohne besondere Absicht Türen und Fenster offenstehen, sondern die Luft findet überall durch natürliche Öffnungen und Ritzen ihren Zutritt. Doch kann vielfach die künstliche Ventilation nicht entbehrt werden.

Bei dieser künstlichen Ventilation ist vor allem auf die Stelle, von welcher her die Luft außen entnommen wird, zu achten und bei der Einführung in das Zimmer diese so zu wählen, daß keine Zugluft entsteht, wohl aber der gesamte Innenluftraum ausreichend erneuert wird, und

daß jederzeit die Möglichkeit besteht, den Grad der Durchlüftung zu regeln. Die durch mechanische Kraft, durch Motoren, vor sich gehende Ventilierung kann in zwei Formen erfolgen. Die Luft kann aus den Räumen gesaugt oder in sie hineingedrückt werden. Die Pulsionslüftung, das Eindringen von Druckluft, verdient den größeren Vorzug, weil hier unter allen Umständen frische und reine Luft zur Einbringung gewählt werden kann. Auch kommt es hier nicht zum Auftreten von Zugluft von seiten der stets undichten Fenster, während es bei der Herausaugung immer ungewiß ist, woher die neue Luft kommt, die ins Zimmer tritt. Handelt es sich innerhalb einer größeren Anlage um Entfernung von Staub oder üblen Gerüchen von einer einzelnen besonderen Stelle her, so muß aus naheliegenden Gründen immer nur die Absaugung gewählt werden. Im allgemeinen lassen sich oft aber auch beide Formen miteinander verbinden. Von großer Wichtigkeit ist die Anbringung der Ventilationsöffnungen innerhalb des Zimmers. Die Ventilationsöffnungen müssen immer und auf alle Fälle über Kopfhöhe angebracht werden, und das so, daß der Luftstrom beim Austritt sich nach oben hin richtet. Nur bei überaus zahlreicher Ansammlung von Menschen in einem Raume, die Tabaksrauch und Wärme im Übermaß hervorbringen, leisten sie nichts Vollkommenes. Hier kann man, da es sich ja immer nur um bestimmte, für solche Zwecke eingerichtete Räume handelt, eigene Auslaßöffnungen oben an der Decke anbringen. Ein solches oberes Ausströmen muß auch immer vorgesehen werden, wenn in der Höhe reichlich warme Luft erzeugt wird, wie durch Gaskronen und Gasflammen an der Decke, welche ein lebhaftes Aufsteigen der Luft bewirken. Was die bewegenden Kräfte angeht, so ist zunächst die billigste Kraft der Wind, der auch bei jeder anderen künstlichen Form der Bewegung in Rechnung gezogen werden muß, weil er diese umgekehrt ungünstig beeinflussen könnte. Man darf ihn aber nicht allein in Rücksicht ziehen, denn Richtung und Stärke sind hier wechselnde und fehlen oft gänzlich. Hier wirken am besten die einfachen Schornsteinaufsätze, Zylinder, die drehbar auf dem Schornstein angebracht sind und eine rechtwinklige Krümmung und eine schalltrichterartige Ausweitung tragen. Durch einen an ihm angebrachten Windfang stellen sie sich immer so ein, daß die Öffnung von der Windrichtung abgewandt ist. Dabei müssen bei ihnen besondere Einrichtungen für den Lufttritt geschaffen werden, am einfachsten und besten durch sogenannte Kippfenster, zu denen die obersten Fensterscheiben umgewandelt sind, und die sich nach innen

bis zu einem bestimmten Winkel umklappen lassen, wodurch auch erzielt wird, daß die eintretende Luft zunächst nach oben eintritt. In jedem Falle ist diese Fensterventilation eine sehr ungleichmäßige und unsichere, wie es auch die Verwendung des Windes in der Form ist, daß er durch Druck frische Luft einführt. Hier sind es meist nur die bekannten sogenannten Preßköpfe auf Schiffen, die für die Ventilation der sogenannten Innenräume benutzt werden, und deren weite Öffnungen der Windrichtung gegenübergestellt sind. Für größere Ventilationsanlagen kommt dann die Ventilation für mechanische Kraft durch Motoren in Frage, die auf verschiedene Weise in Bewegung gesetzt werden. Das beste leisten hier die elektrischen Ventilatoren.

Wir leben nicht nur in den Häusern, wir arbeiten auch in ihnen, und da in unserem Deutschland die hellen Tage ohnedies anderen sonnigeren Ländern gegenüber schon stark eingeschränkt sind und im Winter auch diese nur kurze Dauer haben, so ist eine ausreichende Belichtung und *Beleuchtung* der Innenräume der Häuser von außerordentlicher Wichtigkeit. Besonders kommt vor allem der Schaden in Betracht, den die Augen erleiden, wenn sie gezwungen sind, eine Arbeit bei unzureichender Beleuchtung vorzunehmen. Es hat sich gezeigt, daß für Schreiben und Lesen und ähnliches Tun, wobei die Augen dauernd in Anspruch genommen sind, die Arbeitsstelle eine Lichtstärke von allermindestens fünfundzwanzig Meterkerzen besitzen muß. Unter einer Meterkerze verstehen wir denjenigen Helligkeitsgrad einer weißen Fläche, der entsteht, wenn diese von einer Normalkerze, das ist die Strahlungskraft einer mit Amylacetat gespeisten Lampe mit 8 Millimeter dickem Docht bei 40 Millimeter Flammenhöhe, aus der Entfernung von einem Meter beleuchtet wird.

Wenn dieser Anforderung allein durch das *Tageslicht* genügt werden soll, so läßt es sich durch zerstreutes Licht nicht erreichen, sondern muß von direktem Himmelslicht geleistet werden, das leider in den größeren Städten mit ihren engen Straßen und hohen Häusern nur selten in ausreichender Weise in das Innere der Räume zum Einfall gelangt und naturgemäß in den von den Fenstern weiter ab gelegenen Teilen der Zimmer mehr und mehr verschwindet, so daß diese hinteren Abschnitte oft fast im Dunkeln liegen. Man wird also darauf bedacht sein müssen, wo die Verhältnisse hierfür günstige sind, so viel wie möglich reflektiertes Licht in die Zimmer zu werfen. Kann eine gegenüberliegende Hauswand so hell als möglich angestrichen werden, damit

sie das Licht, das sie selbst empfängt, hinüberwirft oder reflektiert, so ist dies sehr vorteilhaft; selbstverständlich müssen auch die eigenen Zimmer und Decken des Raumes eine möglichst helle Farbe tragen. Man unterschätze dieses reflektierte Licht nicht, das bei günstig gestalteten Wandflächen außerordentlich zur Gesamtbelichtung beiträgt. Aber dieses reflektierte Licht kommt doch immer erst in zweiter Linie in Frage. Das Wesentliche ist, daß die Fensteröffnungen, durch die das Licht ins Zimmer fällt, soweit wie nur irgend möglich dem Zwecke der Lichtzufuhr entsprechen, daß also der Öffnungswinkel ein möglichst großer ist. Der Winkel, unter dem die Ausdehnung des Himmelsgewölbes vom Arbeitsplatz her erscheint, das freie Himmelsgewölbe, dasjenige, das oberhalb des gegenüberliegenden Hausdaches seinen Anfang nimmt und nach oben hin von derjenigen Blicklinie begrenzt wird, die vom Arbeitsplatz her durch die oberste Fensterkante nach außen hin sich erstreckt, dieser Öffnungswinkel fehlt leider in den untersten Stockwerken und besonders im Erdgeschoß meist ganz und gar. Hier rührt der ganze Lichteinfall oft nur von dem reflektierten Licht der gegenüberliegenden Flächen her. Je weiter man in die Höhe kommt, desto günstiger gestalten sich diese Verhältnisse. Aber selbst bei einem großen Öffnungswinkel darf der Neigungswinkel, derjenige Winkel also, unter dem die Strahlen auf die zu beleuchtende Fläche auffallen, nicht zu klein sein. Es ist leicht einzusehen, daß die vom Fenster her kommenden Strahlen um so schräger und in einem um so spitzeren Winkel einfallen müssen, je weiter der Arbeitsplatz vom Fenster entfernt liegt, und da nach einem bekannten physikalischen Gesetz die Helligkeit des Lichtes im Quadrat der Entfernung abnimmt, so ist ein Arbeitsplatz, der zwei Meter vom Fenster entfernt liegt, schon um viermal weniger hell belichtet als ein solcher von einem Meter Abstand. Natürlich wirkt auch die Breite des Fensters und damit die Ausdehnung des lichtgebenden Himmelsgewölbes sehr wesentlich mit.

Man sollte daher in allen solchen Räumen die unteren Fensterkanten in die Höhe rücken, denn von der unteren Fensterhälfte her pflegt gar kein Licht das Zimmer zu erhellen. Was von hier kommt, kann nur blenden. Wohl aber sollen die Fenster nach oben hin bis zur Decke reichen. Auch dürfen Räume, in denen gearbeitet wird, keine zu große Tiefe haben. Es soll hier nur in solcher Entfernung vom Fenster gearbeitet werden, daß sie nicht mehr als das Doppelte der Fensterhöhe beträgt. Man beachte dabei, daß die Zwischenpfeiler zwischen den Fen-

stern so schmal sind, als sich nur irgend mit ihrer Festigkeit verträgt. Auf diese Weise wird sich durch Tageslicht eine angemessene Beleuchtung schaffen lassen.

Nun sind wir leider an vielen Stunden des Abends und der Nacht auf *künstliche Beleuchtung* angewiesen, die in den letzten Jahrzehnten durch die Verbreitung des elektrischen Lichtes in gesundheitlicher Hinsicht außerordentliche Fortschritte gemacht hat. Auch das Gasglühlicht stellt eine ungeheure Verbesserung dar. Bis dahin aber war man für die Beleuchtung auf verbrennbare Substanzen angewiesen, die angezündet wurden und dauernd brannten. Man erinnere sich der alten *Kerzentalglichter*, die den großen Nachteil hatten, daß der Docht nicht ausreichend mitverbrannte, weil er sehr dick sein mußte. Es war nötig, ihn von Zeit zu Zeit abzuschneiden. Die Flamme wurde dadurch ungleich und zuckend und rußend. Bei der unvollständigen Verbrennung kamen allerlei Verbrennungsprodukte in die Zimmerluft. Die späteren *Stearinkerzen* waren bereits in mancher Hinsicht ein Fortschritt.

Im allgemeinen sind die Kerzen heute gänzlich abgekommen, sie finden höchstens als Festbeleuchtung Verwendung. Die *Petroleumlampe* wird allerhöchstens einmal aushilfsweise verwendet; trotzdem soll auch sie hier praktisch berücksichtigt werden. Hier besteht eine gewisse Explosionsgefahr, die durch eine ausreichende Reinigung des Petroleums, wenn es hinlänglich destilliert worden ist, vermieden werden kann. Die Destillation darf nur die geeigneten Öle übertreten lassen und besonders die Kohlenwasserstoffe von niedrigerem Siedepunkt, welche die gefährlichsten sind, beiseitelassen.

Im Gegensatz zu allen diesen privaten Beleuchtungsvorrichtungen ist die Beleuchtung mit *Leuchtgas* von einer allgemeinen Anlage abhängig. Das Leuchtgas besteht aus Kohlenwasserstoffen, die durch Erhitzen unter Luftabschluß erzeugt werden, am besten aus Steinkohle, oder auch aus anderen Stoffen. Das Leuchtgas bedarf ebenfalls einer umfassenden Reinigung, ehe es in Gebrauch kommt. Sobald das Leuchtgas sich mit Luft mischt, wird es explosiv, und zwar schon, wenn die Beimischung nur geringe Mengen, aber immerhin fünf Prozent beträgt. Die Explosionsgefahr ist am stärksten bei einer Beimischung von zehn oder fünfzehn Prozent; sie hört aber gänzlich auf, wenn das Verhältnis des Gases zur atmosphärischen Luft mehr als ein Viertel beträgt. Um eine reichliche Lichtwirkung durch Leuchtgas zu erzielen, ist die Menge

der Luftzufuhr von Wichtigkeit. Den größten Fortschritt aber erzielte der Ingenieur Auer mit dem seinen Namen tragenden *Gasglühlicht*, bei dem ein mit unverbrennbaren Erden getränkter Glühstrumpf in die Gasflamme hineingehängt und von dieser zum Glühen gebracht wird. Die Tränkung dieses Strumpfes, der selbst sofort verbrennt und die in ihm enthaltenen Erden als feines Gewebe zurückläßt, geschieht mit sogenannten seltenen Erden, mit Thorium und Zerium. Ein entsprechendes Gemisch gerät so in vollste Weißglut und in eine Temperatur von weit mehr als zwölfhundert Grad. Dieses weiße Licht ist nicht nur ein sehr intensives, sondern auch ein verhältnismäßig wohlfeiles, da schon mit dem sechsten Teile der gleichen Leuchtgasmenge dieselbe Helligkeit erzielt wird, wie ohne solchen Glühstrumpf. Allerdings ist dieser sehr empfindlich und macht häufigen Neuersatz notwendig. Die Helligkeit wird noch gesteigert, wenn ein stärkerer Luftzug auf die Flamme wirkt. Übrigens vermag außer dem Leuchtgas auch Spiritus oder Petroleum die Leuchtstrümpfe zum Glühen zu bringen. Weiterhin ist dann das *Azetylengas* zu Beleuchtungszwecken mehr und mehr verwendet worden, das eine außerordentlich große Leuchtkraft besitzt, eine weit höhere als das Leuchtgas. Das Karbid wird fabrikmäßig durch Zusammenschmelzen von Kohle und Kalziumoxyd bei außerordentlich hoher Temperatur hergestellt und gibt dann in Wasser eingebracht Acetylen. Aber es läßt sich nur in kleinem Maßstabe verwenden, besonders als Lichtquelle von Scheinwerfern, denn wenn der Druck, unter dem es in das Wasser eingebracht wird, stärker ist, so wird die Explosionsgefahr dadurch eine zu hohe. Nun gehört die Zukunft aber fraglos dem *elektrischen Licht*, das in zwei Formen zur Anwendung kommt, und zwar zunächst für die Großbeleuchtung, die weithin leuchten soll, als Bogenlicht, wobei zwei Kohlenspitzen sich nur durch einen ganz geringen Raum von wenigen Millimetern getrennt gegenüberstehen. Die elektrische Spannung beträgt ungefähr fünfzig Volt. Es entsteht dann zwischen den Spitzen ein Lichtbogen, der selbst nicht viel leuchtet, wohl aber wird von den Kohlenspitzen selbst ein sehr helles Licht ausgestrahlt, hauptsächlich von der positiven Kohle. Ein Nachteil dieser Form des elektrischen Lichts ergibt sich dadurch, daß die Kohlenspitzen allmählich abbrennen, so daß die Entfernung zwischen ihnen weiter und weiter wird. Es sind zwar selbständig durch den elektrischen Strom betriebene Regulationsvorrichtungen vorhanden, die die Spitzen immer wieder einander nähern. Jedoch ist es nicht möglich, das Licht in völlig gleich-

förmiger Weise zu erreichen, und so entstehen hierdurch Schwankungen in der Lichtstärke. Die andere bei weitem verbreitetere Form der elektrischen Beleuchtung ist das Glühlicht, bei welchem ein Faden in eine möglichst luftleere Glasbirne eingeschlossen ist, ein Faden, der aus möglichst schlechtleitender Substanz besteht, so daß er, wenn der elektrische Strom ihn durchkreist, auf helle Glut erhitzt wird. Hierfür waren anfangs, als Edison diese Glühlampe erfunden hatte, ausschließlich nur Fäden aus Kohle in Gebrauch, die dann mehr und mehr durch Metallfäden ersetzt wurden. Heute werden wohl nur noch Glühlampen mit solchen Metallfäden und bestimmter Gasbeimischung zum luftleeren Raume hergestellt, die einer bei weitem geringeren Strommenge als die Kohlenfadenlampen bedürfen.

Soweit der *Gesundheitsschutz der Beleuchtung* in Frage kommt, ist von einer jeden Beleuchtungsart zu verlangen, daß sie zunächst natürlich die erforderliche Helligkeit besitzt, daß das Licht ein gleichmäßiges ohne Flackern und Zucken ist, daß es auf das Auge angenehm wirkt und dabei keinen Glanz entfaltet, der dem Auge unzuträglich ist. Auch darf die Wärmeentwicklung keine zu hohe sein und weder die in der Nähe befindlichen Personen unmittelbar als strahlende Wärme belästigen, noch den Gesamtraum zu sehr erhitzen. Die Beleuchtung darf keine gesundheitsschädlichen Produkte hervorbringen und muß ungefährlich sein, also ohne Explosionsgefahr. Die Lichtstärke an sich ergibt sich schon aus der historischen Entwicklung, in welcher die einzelnen Formen der Beleuchtung einander gefolgt sind. Daneben ist das wesentlichste die zweckmäßige Form der Ausnutzung, wobei die Lampenglocken von größter Bedeutung sind, die als Reflektoren wirken und dabei eine doppelte Aufgabe zu erfüllen haben, einmal das direkte Licht von dem Auge fernzuhalten, das Blendung hervorruft, das Sehen undeutlicher macht und auf die Dauer die Augen schädigen würde, andererseits aber möglichst viel von dem vorhandenen Licht auf die zu beleuchtende Arbeitsstelle zu sammeln, auf die allein es ja ankommt. Hierbei wirkt naturgemäß auch die Entfernung, in welcher die Lichtquelle sich von dem zu beleuchtenden Objekte befindet, sehr wesentlich mit. Auf das physikalische Gesetz, daß das Licht im Quadrat der Entfernung abnimmt, haben wir schon vorher aufmerksam gemacht, sowie darauf, daß unter den einzelnen Lichtarten in bezug auf Gleichmäßigkeit des Brennens das Auerglühlicht großen Vorzug vor den freibrennenden Flammen besitzt. Während im Tageslicht zur Hälfte blaue Strahlen,

zum Drittel rote und zu einem Sechstel gelbe vorhanden sind, überwiegen im künstlichen Licht die gelben und die roten Strahlen. Nur beim elektrischen Bogenlicht kommen viele violette und ultraviolette hinzu. Unter sonst gleichen Verhältnissen der Helligkeit ist die Sehschärfe bei gelbem Licht eine größere als bei blauen. Daß das Auge auch vor zu starkem Glanz geschützt werden muß, haben wir schon angedeutet. Wenn in seiner Nähe sich blendende, glänzende Lichtquellen befinden, so müssen diese durch Milchglas oder ähnliche Abmilderungen eingeschränkt werden, was natürlich nur auf Kosten der Lichtstärke geschehen kann. Auch gegen die Wärmeausstrahlung, wenn sie zu stark ist, müssen ähnliche Schutzmittel zur Anwendung kommen. Die Metallfadenlampe des Glühlichts liefert am wenigsten Wärme, aber auch das Gasglühlicht ist noch erträglich, während die Produktion an strahlender Wärme bei Gasflammen und Petroleumlampen eine sehr beträchtliche ist.

In bezug auf die Verunreinigung der Luft steht die Petroleumlampe obenan, die ein dutzendmal mehr Kohlensäure liefert als ein Mensch, und dabei eine sehr große Menge an Wärme entwickelt. Auch hier ist das elektrische Glühlicht bei weitem vorzuziehen. Gas hat alle Nachteile des Petroleums, wie ja auch die Explosionsmöglichkeit und die Feuergefahr bei diesen beiden Leuchtstoffen die größten sind, zumal wenn die Petroleumlampen fehlerhaft konstruiert sind und ihr Mantel sich zu sehr erhitzt.

In den Häusern sammelt sich ständig allerlei Überflüssiges an. *Die Entfernung der Abfallstoffe* hat eine große gesundheitliche Bedeutung. Wenn man sich nicht eingehender mit dieser Frage befaßt, wird man kaum zu einem richtigen Bilde darüber gelangen können, welche enormen Mengen solcher Abfälle eine große Stadt wie London oder Paris oder Berlin an jedem Tage hervorbringt. Wir alle haben zwar ein angeborenes Abneigungsgefühl und Ekelempfinden gegenüber diesen meist übelriechenden Stoffen, geben uns aber selten Rechenschaft von den Schwierigkeiten, welche die sanitären Maßnahmen zu überwinden haben, die Abfälle in angemessener und unschädlicher Weise zu beseitigen. Dazu muß man darauf bedacht sein, die Unkosten durch eine zweckmäßige Verwendung der Abfallstoffe zu reduzieren. Zu diesen Abfällen gehören zunächst die menschlichen Exkreme, diejenigen der Haustiere, weiter alle tierischen und pflanzlichen Küchenabfälle und Speisenüberbleibsel, sodann das gesamte Abwasser, das aus der Reinigung der Wohnungen, aus dem Küchenwasser, aus der Wäsche und aus

der Körperreinigung herrührt. Schließlich gehören dazu der Hauskehricht, die Asche und alles andere von derartigen Überresten, die zum Teil auch vom Regenwasser, von den Dächern und Höfen und den Straßen mitgespült werden. Hierzu gesellen sich als ein regelmäßiger und bedeutsamer Bestandteil die Abwässer aus Fabriken und Gewerbebetrieben, und hier und da die Kadaver verendeter Haustiere. Wenn man sich vorstellt, daß auf einen jeden einzelnen Menschen pro Jahr annähernd hundert Pfund Kot kommen und tausend Pfund Harn, und daß auf ihn weit über zwei Zentner Küchenabfälle und Kehricht zu rechnen sind, und sein Abwasser, soweit es in der Küche oder als Waschwasser und sonst zur Reinigung verwendet wird, in jedem Jahre ein Gewicht von über siebenhundert Zentnern umfaßt, so wird man sich annähernd eine Vorstellung von der Größe der Gesamtausscheidungen einer Millionenstadt machen können. Da in diesen Abfallstoffen zunächst reichlich wertvolle Mineralien gelöst sind, Kali und Phosphorsäure und andere, vor allem sehr stickstoffhaltige Stoffe, besonders aus den Exkrementen und dem Harn, sowie Fett, die bei den stets reichlich vorhandenen Schimmelpilzbildungen zweckmäßige Zerlegungen und Umwandlungen erfahren, so läßt sich hieraus für die Landwirtschaft Nutzen ziehen. Die Gesundheitsgefahren bei regelmäßiger Entfernung der Abfallstoffe sind keine erheblichen, da die ungeheure Masse von Schimmelpilzen der Entwicklung etwa beigemischter Krankheitsbakterien hemmend gegenübertritt; allerdings ist die gegenteilige Meinung stark verbreitet. Im allgemeinen sind gefährliche Keime in den menschlichen Ausscheidungen nicht vorhanden, es müßte denn sein, daß es sich um Darmkrankheiten handelt, die aus ihnen direkt übertragen werden. Wohl aber bieten die in Krankenzimmern und Krankenhäusern entstehenden Abwässer, mit denen die Reinigung und Säuberung der Kranken selbst, der Wäsche, der Gefäße vollzogen ist, mancherlei Möglichkeit solcher Verunreinigung. Auch die gasförmigen Verunreinigungen der Luft, wie sie zumal bei Sommerhitze durch die Fäulnisvorgänge entstehen, und im Winter durch die Heizung bei unzureichender Anlage auch in die Zimmer gebracht werden können, bieten keine Gefahr für Infektionen dar. Es ist eine durchaus fehlerhafte Anschauung, daß solche übelriechenden Gase unmittelbar gesundheitsschädlich wirken können. Natürlich sind sie immer ein Zeichen nicht ausreichender Reinigung und bringen auch sonst eine große Reihe von Nachteilen mit sich. Daß feste Stoffe aus den Abfällen in das Grundwasser gelangen und

dieses verunreinigen können, kommt nicht selten vor. Hierdurch könnte dann wohl Infektion verbreitet werden.

Es dürfte angebracht sein, an dieser Stelle noch die *Leichenbestattung* zu erwähnen, da sie ja einen sehr beträchtlichen Einfluß auf die Erhaltung der Gesundheit der Überlebenden nimmt und für große Menschenanhäufungen eine Aufgabe darstellt, die befriedigend zu lösen nicht ganz leicht ist. Bis vor kurzem ist die *Beerdigung*, das Bestatten der Leichen im Erdboden, bei allen Völkern die hauptsächlichste und fast ausschließliche Form des Begrabens gewesen. Man hat es dem Erdboden überlassen, den der Fäulnis anheimgegebenen, toten Körper unschädlich zu machen und zu bewahren. Die Fäulniskeime wandern hauptsächlich vom Darm her, wo sie sich ja auch im Leben schon reichlich befinden, in den Körper ein. Es sind meist solche Keime, die unter Luftabschluß wuchern, und sie schaffen die erste Fäulnis. Weiterhin aber kommen hierzu auch tierische Organismen, hauptsächlich Fliegenlarven von bestimmter Art. Die gelblichen Hüllen ihrer Puppen sind dann in ungeheuren Mengen in den Särgen vorhanden. Durch sie werden alle organischen Stoffe sehr lebhaft oxydiert und schließlich völlig zerstört, aber sie entfalten ihre Wirkung im Gegensatz zu den pflanzlichen Keimen nur bei Luftzutritt, den sie nicht entbehren können, und in verhältnismäßig warmer Umgebung. Auch muß ein bestimmter Feuchtigkeitsgrad vorhanden sein. Wo alle diese Voraussetzungen da sind, pflegt das Werk in einem Zeitraum von ungefähr einem Vierteljahr beendet zu sein. Die Sitte, die Toten in ihren Kleidern zu bestatten, wirkt allerdings verlangsamernd ein, der Sarg indessen nicht, da er den Zutritt von Regenfeuchtigkeit verhindert und auch die Leiche von dem feuchten Boden abschließt und sie mit dem notwendigen Luftraum umgibt. Weit schneller greift die Fäulnis im Wasser um sich und dementsprechend auch in einem Boden, der außergewöhnlich naß und von Grundwasser durchtränkt ist. Hier sind es ausnahmslos die unter Luftabschluß lebenden Pilzkeime, welche die schnelle Fäulnis bewirken. Man weiß, in wie kurzer Frist Wasserleichen verändert werden. Allerdings geht weiterhin dann die Fäulnis nicht ebenso schnell weiter und steht manchmal sogar still, oder es bildet sich Leichenwachs, jene merkwürdigste Veränderung, die im späteren Verlauf der Fäulnis, wenn die Eingeweide bereits vernichtet sind, den übrigen Körper in eine weißlichgraue, völlig gleichförmige Masse umwandelt, die leicht zerbröckelt. Ihre Schnittfläche ist ganz glatt und fettglänzend und fühlt

sich fettig an. Sie kann so hart werden, daß sie beim Anstoßen tönt. Diese Umwandlung bewahrt die feinsten Formen der Oberfläche auf das genaueste. Die merkwürdige Veränderung beruht wahrscheinlich auf einer besonderen Umwandlung des Fettes der Leiche, bei der die Eiweißsubstanzen zugrunde gehen. Sie tritt wohl nur dort auf, wo ein völliger Luftabschluß da ist, so daß die lebendigen Organismen ihr Zerstörungswerk nicht ausüben können. Derselbe Zusammenhang ist auch bei der Mumifikation vorhanden, wobei zunächst die Leichen ebenfalls ihr äußeres Aussehen naturgetreu bewahren, aber in eine trockene formlose Masse umgewandelt sind und bei Luftzutritt schnell zu Staub zerfallen. Hier ist die Beobachtung gemacht worden, daß eine solche Mumifikation besonders oft nach Vergiftungen mit Arsen, Sublimat oder Phosphor eintritt. Ihr Erscheinen ist vornehmlich an bestimmte Friedhöfe gebunden, deren besondere Verhältnisse die Fäulnisorganismen nicht aufkommen lassen. Auch Leichen in Wüstensand zeigen sie und ganz hochgelegene Friedhöfe oder tiefe Kellergrüfte.

Die Frage, ob ein *Friedhof* auf die in seiner Nähe befindlichen Einwohner gesundheitsschädlich wirken kann, hat die Gemüter vielfach beschäftigt, so daß manchmal sehr strenge und meist überflüssige Bestimmungen die Kirchhöfe weit von menschlichen Wohnsitzen entfernten. Alle solche Befürchtungen sind indes weit übertrieben. Es handelt sich hier immer nur um reguläre und verhältnismäßig einfache Vorgänge von Fäulnis und Verwesung organischer Substanz. Irgendwelche Belästigungen, etwa durch üble Gerüche, können bei sorgsamem Betrieb nicht vorkommen, da alles, was davon entsteht, vom Boden festgehalten wird. Mit in die Gräber eingebrachte pathogene Keime können sich zwar da unten noch lange ihres Daseins und ihrer Weiterentwicklung erfreuen, aber sie gelangen nicht mehr an die Oberfläche, es sei, daß Ratten oder Maulwürfe sie hervorholen, was wohl kaum jemals geschieht. Sie sind daher völlig unschädlich. Wählt man einen Begräbnisplatz so aus, daß er Sand- und Lehm Boden besitzt und sein Grundwasser ausreichend tief liegt, werden die Gräber bis auf zwei Meter tief gegraben und nur durchlässige und sogar in ihren Wänden durchbohrte Säрге verwendet, so ist nichts Schädliches von der Nähe eines Begräbnisplatzes zu fürchten. Auch der sogenannte Begräbnisturnus, die neue Belegung der bereits von einer Leiche in Anspruch genommenen Stelle, kann ohne Schaden nach zehn, bei Kindern schon nach fünf Jahren wieder erfolgen. Auch könnte ein Platz, der als Kirchhof gedient hat,

ohne Bedenken nach zwanzig Jahren wieder bebaut werden. Die gesetzliche Vorschrift erfordert zur Zeit noch eine Frist von vierzig Jahren. Zu jedem Friedhof muß eine Begräbnishalle gehören, da es gerade aus gesundheitlichen Gründen erforderlich ist, die Leiche aus den Wohnräumen zu entfernen.

Im Jahre 1873 setzte eine lebhafte Bewegung für die Einführung der *Leichenverbrennung* oder *Feuerbestattung* ein, was alsbald in vielen Ländern die Einrichtung von Krematorien zur Folge hatte. Eine große Reihe alter Kulturvölker, die Inder voran, haben ihre Leichen immer nur verbrannt, wenn auch nur primitiv und unvollkommen. Die Leichenverbrennung oder Kremation, wie sie jetzt in Europa und Amerika stattfindet, ist eine Form der Totenbestattung, bei der die Leiche durch Hitze verbrannt, zerstört und in kürzester Frist wieder in ihre Atome zerlegt wird. Sie war auch im Altertum in Europa sehr gebräuchlich, wurde aber durch die Verbreitung des Christentums durch die Beerdigung sehr verdrängt und, wie gesagt, erst in neuester Zeit aus ökonomischen, sanitären und ästhetischen Gründen, unter Anwendung der Hilfsmittel moderner Technik wieder eingeführt. Die Leichen werden mit ihrem Sarge und allem, was dieser enthält, zu vollständigster Verbrennung gebracht. In dem Verbrennungsraume zirkuliert schon vorher in umfassendem Maße eine bis auf tausend Grad erhitzte Luft, die zunächst alle Feuchtigkeit gänzlich zerstört und die entstehenden Verbrennungsgase oxydiert. Die eigentliche Leichenverbrennung nimmt nach entsprechender Vorerwärmung nur zwei Stunden in Anspruch und verläuft ohne Bildung von Rauch oder üblen Gerüchen. Nur eine kleine Menge weiße Asche (1,5 bis 2 kg) bleibt übrig, die in eigenen Urnen in monumentalen Gebäuden oder im Freien aufgestellt wird. In Deutschland ist die Beisetzung der Asche auch auf Friedhöfen gestattet.

Trotzdem scheint das religiöse Bedürfnis bei einem großen Teil der Menschheit durch das Erdbegräbnis mehr befriedigt zu werden, während auch viele Anhänger moderner Naturlehren oder Naturphilosophien es für pietätvoller und richtiger halten, die Körper wieder der Erde zuzuführen und sie allmählich wieder in natürlicher Weise sich zersetzen zu lassen, und der Natur nicht vorzugreifen.

Wie dem auch sei, die Beerdigung oder Verbrennung wird zunächst stets ein Standpunkt der Weltanschauungen bleiben.

ZWEITES KAPITEL

Die Kleidung

Daß die Wärmeregulation des menschlichen Organismus für sein Wohlbefinden und seine Leistungsfähigkeit und schließlich sogar für sein Leben überhaupt von wesentlichster Bedeutung ist, haben wir schon wiederholt zur Sprache gebracht und sogar ganz eingehend in dem Abschnitte über den Stoffwechsel und die tierische Wärme erklärt. In unserem traurigen Klima, das weder die frische, trockene, gleichmäßige Temperatur des Nordens noch die sonnige, heitere, warme des Südens aufweist, sind wir gezwungen, dem dauernden Wechsel gegenüber das Bestreben des Organismus, seine gleiche Wärme immer aufrecht zu erhalten, künstlich zu unterstützen. Das geschieht vornehmlich an unserem Körper selbst durch die *Kleidung*, die wir tragen müssen, und die aus diesem Grunde ebenso wie der einfache Lendenschurz des Afrikaners zwar äußerlich dem Wechsel der Mode immer wieder aufs neue unterworfen ist, in ihren Grundlagen aber stets die Notwendigkeit zum Ausdruck bringt, je nach den obwaltenden äußeren Verhältnissen dem Körper den nötigen Schutz gegen Wärme und Kälte zu gewähren. So schleppen wir denn jahraus jahrein nicht unbeträchtliche Mengen von Kleiderstoffen und anderem Material auf dem Körper mit uns herum, und wir werden uns dessen nur durch das weitreichende Gesetz der Gewöhnung nicht bewußt. Sind wir doch überhaupt so eingerichtet, daß wir immer nur Unterschiede, nur Differenzen empfinden, nicht aber alles das, was uns im steten Gleichmaß der Tage regelmäßig begegnet.

Bei der menschlichen Bekleidung ist — es klingt vielleicht merkwürdig — weniger der Stoff, aus dem sie bereitet ist, als die Luft, die er in sich schließt oder die mehrere Schichten von ihm zwischen sich fassen, die Hauptsache. Besteht doch all unsere Kleidung zum überwiegenden Teil aus Geweben und tragen wir diese zudem noch locker am Körper. Wie allgemein bekannt, sind die meisten Stoffe, die zur Herstellung der Kleider dienen, entweder aus Pflanzenfasern gewebt oder aus Seidenfäden, oder sie bestehen aus tierischen Haaren. Dichte undurchlässige Stoffe spielen nur eine nebensächliche Rolle. Die Wirkung einer jeden Kleidung ergibt sich einmal aus der Art ihrer Fasern, dann aber auch aus der Art ihrer Verknüpfung miteinander, also ihres Luftgehaltes und ihrer Porosität. Wichtig ist dann die Verarbeitung, bei

ohne Bedenken nach zwanzig Jahren wieder bebaut werden. Die gesetzliche Vorschrift erfordert zur Zeit noch eine Frist von vierzig Jahren. Zu jedem Friedhof muß eine Begräbnishalle gehören, da es gerade aus gesundheitlichen Gründen erforderlich ist, die Leiche aus den Wohnräumen zu entfernen.

Im Jahre 1873 setzte eine lebhafte Bewegung für die Einführung der *Leichenverbrennung* oder *Feuerbestattung* ein, was alsbald in vielen Ländern die Einrichtung von Krematorien zur Folge hatte. Eine große Reihe alter Kulturvölker, die Inder voran, haben ihre Leichen immer nur verbrannt, wenn auch nur primitiv und unvollkommen. Die Leichenverbrennung oder Kremation, wie sie jetzt in Europa und Amerika stattfindet, ist eine Form der Totenbestattung, bei der die Leiche durch Hitze verbrannt, zerstört und in kürzester Frist wieder in ihre Atome zerlegt wird. Sie war auch im Altertum in Europa sehr gebräuchlich, wurde aber durch die Verbreitung des Christentums durch die Beerdigung sehr verdrängt und, wie gesagt, erst in neuester Zeit aus ökonomischen, sanitären und ästhetischen Gründen, unter Anwendung der Hilfsmittel moderner Technik wieder eingeführt. Die Leichen werden mit ihrem Sarge und allem, was dieser enthält, zu vollständigster Verbrennung gebracht. In dem Verbrennungsraume zirkuliert schon vorher in umfassendem Maße eine bis auf tausend Grad erhitzte Luft, die zunächst alle Feuchtigkeit gänzlich zerstört und die entstehenden Verbrennungsgase oxydiert. Die eigentliche Leichenverbrennung nimmt nach entsprechender Vorerwärmung nur zwei Stunden in Anspruch und verläuft ohne Bildung von Rauch oder üblen Gerüchen. Nur eine kleine Menge weiße Asche (1,5 bis 2 kg) bleibt übrig, die in eigenen Urnen in monumentalen Gebäuden oder im Freien aufgestellt wird. In Deutschland ist die Beisetzung der Asche auch auf Friedhöfen gestattet.

Trotzdem scheint das religiöse Bedürfnis bei einem großen Teil der Menschheit durch das Erdbegräbnis mehr befriedigt zu werden, während auch viele Anhänger moderner Naturlehren oder Naturphilosophien es für pietätvoller und richtiger halten, die Körper wieder der Erde zuzuführen und sie allmählich wieder in natürlicher Weise sich zersetzen zu lassen, und der Natur nicht vorzugreifen.

Wie dem auch sei, die Beerdigung oder Verbrennung wird zunächst stets ein Standpunkt der Weltanschauungen bleiben.

ZWEITES KAPITEL

Die Kleidung

Daß die Wärmeregulation des menschlichen Organismus für sein Wohlbefinden und seine Leistungsfähigkeit und schließlich sogar für sein Leben überhaupt von wesentlichster Bedeutung ist, haben wir schon wiederholt zur Sprache gebracht und sogar ganz eingehend in dem Abschnitte über den Stoffwechsel und die tierische Wärme erklärt. In unserem traurigen Klima, das weder die frische, trockene, gleichmäßige Temperatur des Nordens noch die sonnige, heitere, warme des Südens aufweist, sind wir gezwungen, dem dauernden Wechsel gegenüber das Bestreben des Organismus, seine gleiche Wärme immer aufrecht zu erhalten, künstlich zu unterstützen. Das geschieht vornehmlich an unserem Körper selbst durch die *Kleidung*, die wir tragen müssen, und die aus diesem Grunde ebenso wie der einfache Lendenschurz des Afrikaners zwar äußerlich dem Wechsel der Mode immer wieder aufs neue unterworfen ist, in ihren Grundlagen aber stets die Notwendigkeit zum Ausdruck bringt, je nach den obwaltenden äußeren Verhältnissen dem Körper den nötigen Schutz gegen Wärme und Kälte zu gewähren. So schleppen wir denn jahraus jahrein nicht unbeträchtliche Mengen von Kleiderstoffen und anderem Material auf dem Körper mit uns herum, und wir werden uns dessen nur durch das weitreichende Gesetz der Gewöhnung nicht bewußt. Sind wir doch überhaupt so eingerichtet, daß wir immer nur Unterschiede, nur Differenzen empfinden, nicht aber alles das, was uns im steten Gleichmaß der Tage regelmäßig begegnet.

Bei der menschlichen Bekleidung ist — es klingt vielleicht merkwürdig — weniger der Stoff, aus dem sie bereitet ist, als die Luft, die er in sich schließt oder die mehrere Schichten von ihm zwischen sich fassen, die Hauptsache. Besteht doch all unsere Kleidung zum überwiegenden Teil aus Geweben und tragen wir diese zudem noch locker am Körper. Wie allgemein bekannt, sind die meisten Stoffe, die zur Herstellung der Kleider dienen, entweder aus Pflanzenfasern gewebt oder aus Seidenfäden, oder sie bestehen aus tierischen Haaren. Dichte undurchlässige Stoffe spielen nur eine nebensächliche Rolle. Die Wirkung einer jeden Kleidung ergibt sich einmal aus der Art ihrer Fasern, dann aber auch aus der Art ihrer Verknüpfung miteinander, also ihres Luftgehaltes und ihrer Porosität. Wichtig ist dann die Verarbeitung, bei

der es sich im wesentlichen darum handelt, ob nur eine oder mehrere Schichten eines einzelnen Stoffes oder verschiedener Stoffarten übereinanderliegen.

Die *Fasern*, aus denen man Kleiderstoffe herstellt, werden von der Baumwolle gewonnen und zu Barchent, Köper und Tüll oder zu Kattun, Schirting und Musselin verarbeitet, während die Fasern der Leinwand bekanntlich aus den Bastfasern von Flachs bereitet werden. Hanf und Jute, die ja auch ohnedies nur selten zur Kleidung Verwendung finden, stammen aus indischem Material und erfahren die gleiche Verwendung wie der Flachs, nur daß die Fasern starrer sind und ihre Wände dicker. Anders verhalten sich die Stoffe, die vom Tiere herkommen, unter denen die Wolle am bedeutungsvollsten ist. Sind die ursprünglichen Wollfasern nur kurz und dann sehr kraus, so ergeben sie die sogenannte Streichwolle, aus der Buckskin, Fries und Flanell hergestellt wird, während die langfaserige Kammwolle die eigentlichen glatten Wollstoffe liefert. Es ist bekannt, daß auch gemischte Gewebe hergestellt werden, die aus verschiedenen Ursprungsfasern bestehen. Eine zweite wichtige Gewebsart, welche die Tiere uns liefern, ist die Seide. Die Seidenraupen stellen das Material aus ihren Absonderungen her. Wenn die Raupe im Frühjahr aus dem Ei gekrochen ist, so häutet sie sich wiederholt und spinnt sich dann zur Verpuppung ein, wobei sie aus zwei Drüsen, die sich an ihrem Kopf befinden, klebrige Flüssigkeit absondert, die zum Faden wird und sich mit dem anderen zu einem Doppelfaden zusammennüt. Dieser Faden wickelt sich dann fortlaufend um die Puppe herum und bildet den Kokon, welcher diese umgibt. Aus der Puppe entwickelt sich der Schmetterling schon nach zwei bis drei Wochen. Wird er vorher abgetötet, ehe er die Puppe durchbrochen hat, so läßt sich der Faden dann vorsichtig im ganzen wieder abwickeln, und er stellt die Rohseide dar, die aus zylindrischen und gleichförmig gebildeten Fäden ohne inneren Kanal besteht. In bezug auf ihr Wärmeleitungsvermögen stehen die Baumwollfasern obenan; sie leiten wie die Leinenfasern dreißigmal so gut wie die Luft, die Seide dagegen nur zwanzigmal, und die Wolle gar nur sechsmal.

Aus solchen Materialien werden nun die *Kleiderstoffe* hergestellt. Es ist bekannt, daß dies entweder durch Weben oder durch Wirken geschieht. Bei den gewirkten Kleiderstoffen werden die Fäden zu Maschen verschlungen, und es entstehen so Trikotstoffe und ähnliche Gewebe, die sich ganz besonders durch ihre Dehnbarkeit auszeichnen,

also sehr viel Luft zwischen ihren Fäden durchlassen. Die eigentlichen Gewebe aber, die ihrem Namen entsprechend gewebt werden, bestehen aus parallelen Fasern, die sich kreuz und quer durchdringen. Die Längsfasern bilden die Kette, die rechtwinklig zu ihnen verlaufenden den Einschlag. So sind die am meisten in Gebrauch befindlichen Gewebe beschaffen, und zwar sind bei Seide und Leinen die lufthaltigen Zwischenräume eng und verhältnismäßig geringfügig, während die Wollstoffe weit reichlichere Lufteinlagen aufweisen; auch sind sie in ihrer durchschnittlichen Stärke verschieden. Die dünnsten sind die glatten Seidenstoffe und Leinengewebe. Dann kommen die Trikotgewebe, die schon einen Millimeter stark und auch mehr werden können, weiterhin die Wollflanelle und schließlich die dicken Überzieherstoffe, die die Stärke eines halben Zentimeters erreichen können und darüber. Wesentlicher ist der Luftgehalt, der bei Leinen am geringsten und bei Flanell sehr hoch ist und bis zu neunzig Prozent ansteigen kann. Das Plätten, Stärken und Appretieren der Leinengewebe vertreibt die Luft fast völlig daraus. Je lufthaltiger, poröser ein solcher Stoff ist, desto eher kann er den Zweck der Kleidung erfüllen: den unter ihr liegenden Körperstellen Schutz gegen Druck und Stoß zu gewähren. Je mehr Luft in ihm ist, in desto weiterem Umfange läßt er sich zusammendrücken. Eine ganz besondere Eigenschaft der einzelnen Kleiderstoffe entsteht aus ihrer Beziehung zur Wasseraufnahme und zur Feuchtigkeit, denn durch dieses hygroskopische Verhalten sind alle Stoffe in der Lage, Wasserdampf aus der Luft in sich aufzunehmen, wobei Wärme entwickelt wird. Will man diese Benetzbarkeit der Gewebe herabsetzen, so läßt sich dies mit essigsaurer Tonerde erzielen. Auch ist es für die Zwecke der Kleidung wichtig, wieviel Wasser von einem Stoff nach seinem Eintauchen und Wiederauspressen in ihm zurückbleibt, wie groß also oder vielmehr wie gering seine Wasserkapazität ist, oder mit anderen Worten, wie viele oder wie wenige Poren dann noch lufthaltig bleiben. Eine weitere Besonderheit der einzelnen Gewebe, die aber ebenfalls von dem Porenvolumen abhängt und besonders von der Größe der Lufträume, ist ihre Durchgängigkeit für Luft, Wasserdampf und Kohlensäure und Gase überhaupt. Hier steht Baumwolltrikot obenan, dann folgen Loden und weiterhin Wolltrikot, während dichter Baumwollstoff außerordentlich undurchlässig ist.

Entsprechend dem Zwecke, dem sie dienen soll, setzt jede Kleidung, welcher Art auch immer, die *Wärmeabgabe* des Körpers herab.

Eine solche Verminderung der Wärmeabgabe entsteht hauptsächlich durch die Erschwerung der Wärmeleitung seitens der Kleidung, die selbst eine schlechte Wärmeleitung besitzt. Da alle zwischengeschaltete Luft von Wichtigkeit ist, so fällt einer jeden einzelnen Kleiderschicht die Aufgabe einer immer erneuten Hemmung der Wärmeabgabe zu. Das praktische Leben zeigt denn auch, daß gerade durch die Vermehrung oder Verminderung der einzelnen Schichten am ehesten eine Anpassung an Wärme und Kälte, an Klima und Witterung sich erreichen läßt. Dazu kommt dann die Durchgängigkeit der Gesamtkleidung. Ist der Luftwechsel ein reichlicher, so wird der Wärmeschutz dadurch verringert. Dieser Luftwechsel muß immer stattfinden, schon wegen der Wasserdampfabgabe aus dem Körper, da der Kohlensäuregehalt der Luft zwischen Körperoberfläche und Kleidung kein zu hoher werden darf. Bis zu welchem Grade dieser Luftwechsel gehen kann, läßt sich daraus ersehen, daß durch einen normalen Sommeranzug in jeder Stunde an tausend Liter Luft eintreten und immer wieder hinausdringen. Wird die Kleidung feucht, so wird sie schwerer, und bei starker Durchfeuchtung oft in ganz außerordentlichem Umfange. Lockere Wollstoffe können das Dreifache ihres Gewichts an Wasser aufnehmen. Dadurch wird dann die Wärmeabgabe stark gefördert, schon weil nasse Kleider viel besser Wärme leiten als trockene. Vor allem aber auch darum, weil sie durch die entstehende Verdunstung des aufgenommenen Wassers Kälte erzeugen. Ist eine Kleidung ganz und gar durchnäßt, so verbraucht die aus ihr verdunstende Wassermenge hierfür die gesamte Wärme, welche der Körper in einem Zeitraum von vierundzwanzig Stunden zu erzeugen vermag, und zwar wirken feuchte Kleider am meisten dann abkühlend, wenn sie das Wasser schnell aufsaugen und die Luft völlig aus ihren Poren entwichen ist. Hier haben die Wollstoffe den Vorteil, daß sie sich wegen ihrer Stützfasern nicht so glatt an die Haut anlegen, wenn diese stark schwitzt. Es müssen daher lockere, poröse Stoffe in Anwendung kommen, weil diese wenig Wasser aufnehmen und es nur langsam in sie eindringt, vor allem poröse Baumwollstoffe, da die Wollstoffe oft zu dick gewebt sind und auch nicht von jedermann auf der bloßen Brust getragen werden. Auch Trikotgewebe, in denen Wolle, Baumwolle und Leinen gemischt ist, sind zweckmäßig. Wolle läßt übrigens den Schweiß hindurch, so daß dieser bis an die Oberkleider tritt, was bei Leinen und Baumwolle, die ihn in sich zurückhalten, nicht vorkommt.

Heutzutage haben wir eine große Auswahl an hygienischer *Unter-
kleidung*. In Wolle kannte man schon seit langer Zeit die Lahmann-
und die Jägerwäsche. Auch sie ist heute noch vielfach im Gebrauch, aber
doch nur in der kälteren Jahreszeit und bei Leuten, deren Haut keine
Reizerscheinungen bei der Berührung mit Wolle aufweist. Allgemeiner
im Gebrauch ist die feinere Trikot- oder auch Netzwäsche, die in der
heißen Jahreszeit ganz vortreffliche Dienste leistet.

Die Frau sollte sich ebenso wie der Mann an das Tragen der Unter-
wäsche gewöhnen. Dem Bestreben unserer Zeit, recht schlanke Körper-
formen zu erzielen, wird gerade durch das Tragen der schmiegsamen
Trikotwäsche Rechnung getragen, denn ein wärmeres Gewebe auf bloßer
Haut erübrigt zwei weitere Wäschestücke. Es gibt sehr hübsche Modelle,
die sich im Aussehen kaum von eleganter Luxuswäsche unterscheiden.
Sie verleihen ein angenehmes festes Gefühl, weil sie nicht lose um den
Körper herumhängen, und aus dem gleichen Grunde schützen sie ihn
vor Erkältungen. Ihre Dehnbarkeit und ihre Porosität gestatten eine un-
behinderte Ausdünstung der Haut.

An sich ist die Unterkleidung der Frau ja schon bedeutend vernünftiger,
als sie es vor einem halben Jahrhundert war. Man konnte früher
kaum genug Röcke und Mieder, und an den Rücken wieder Falbeln
und Fältchen anbringen. Abgesehen von der unnützen Belastung, die
dieser Wäscheballast dem Körper zumutet, trug auch die Art der ver-
wendeten Stoffe dazu bei, den Frauenkörper möglichst luftdicht abzu-
schließen und die Hautporen sozusagen zu verstopfen. Die moderne
Wäsche besteht aus leichteren Stoffen, vielfach aus Seide und Seiden-
trikot. Aus mehreren Einzelteilen, die früher übereinander getragen
wurden, ist ein einziges bequemes und in jeder Beziehung empfehlens-
wertes Kleidungsstück geworden, die Hemdhose oder sogar die Rock-
hemdhose, die bei warmer Witterung vollkommen alle anderen Unter-
kleider ersetzt. — Wenn man sich häufigen Durchnässungen aussetzen
muß, so wird man am besten imprägnierte oder poröse Stoffe tragen,
weil durch eine Imprägnierung das Haften des Wassers an der Faser
herabgesetzt und das Aufsaugungsvermögen des Stoffes beseitigt wird,
so daß das Wasser vollständig an ihnen abläuft, das Gewebe für Luft
aber noch durchlässig ist. Ein solcher Stoff verdient bei weitem den
Vorzug vor den so vielfach im Gebrauch befindlichen Stoffen aus Kaut-
schuk und aus Gummi, welche jede Durchlässigkeit, auch für Luft,
gänzlich aufheben.

Die *Wasserdampfausscheidung* aus dem Körper, deren Förderung eine zweite Aufgabe der Kleidung ist, ist in weitem Umfange von dem jeweiligen Klima abhängig. Es kommt darauf an, daß die Luft zwischen Hautoberfläche und Kleidung sehr trocken gehalten wird, damit sich die Wasserdampfabgabe des Körpers ungehindert in sie hinein vollziehen kann. Das ist freilich nur möglich, wenn hier ein ständiger Luftwechsel im Gange ist, der nicht behindert werden darf, auch nicht etwa durch eine zu reichliche Schicht von Kleiderstoffen. Hier hängt vieles von den jeweils herrschenden klimatischen Verhältnissen ab. Ist die Außenluft sehr heiß und feucht und ohne Bewegung, so ist auch die Luft um den Körper herum feucht. Hier wird es dann ganz besonders nötig, die Kleidung so zu wählen, daß der Luftaustausch so rege als möglich stattfinden kann. Lockere Trikotstoffe besonders ermöglichen den weitestgehenden Luftwechsel und können unter Umständen verhüten, daß es überhaupt zur Schweißbildung kommt. Doch selbst, wenn solche Stoffe durchgefeuchtet sind, vermögen sie immer noch eine gewisse Abgabe von Wasserdampf zu gewährleisten, was Leinen und Baumwolle nicht können. Doch sind diese wieder dann angebracht, wenn der Körper in Ruhe bleibt und die Haut somit sehr wenig Wasserdampf hervorbringt, für die Körperruhe im Zimmer also oder gar im Bett.

Die Kopfbedeckung ist wichtig, weil von ihrer Beschaffenheit die Erhaltung unseres Haarschmuckes abhängt. Ganz ohne Hut zu gehen, ist nicht jedermanns Geschmack, aber es ist bei warmem Wetter tatsächlich das Gesundeste für unsere Kopfhaut, die ja den Nährboden unseres Haarwuchses bildet. Kindern sollte man auf jeden Fall den Aufenthalt im Freien ohne Kopfbedeckung gestatten und gebieten.

Die gesündeste Kopfbedeckung ergeben selbstverständlich Hüte aus leichtem, durchlässigem Material. Der leichte Strohhut, der als Sonnenschutz dient, entspricht hygienischen Anforderungen noch am ersten. Sehr schädlich ist das dauernde Tragen enger, steifer Hüte aus hartem Filz. Ebenso zu verwerfen sind Kappen aus Leder oder Gummi, die man wirklich nur als Schutz gegen Unwetter tragen sollte.

Auch gegen die Sonnenstrahlen hat die Kleidung Schutz zu gewähren. Hier spielt ihre *Farbe* eine wichtige Rolle. In den Tropen dringt durch die weiße Haut des Europäers die Sonnenstrahlung beträchtlich weiter in die Tiefe ein als durch die gefärbte des Eingeborenen. Ganz hellfarbige, am besten weiße oder höchstens hellgelbe Kleiderstoffe bilden hier den sichersten Schutz. Die Farbe ist bei weitem wichtiger als

die sonstige Beschaffenheit der Stoffe. Während die weißen von den leuchtenden Wärmestrahlen am wenigsten absorbieren und auch die hellgelben kaum mehr, so steigt dieser Nachteil bei dunkelgelben schon um die Hälfte mehr an, wird ein beträchtlicher für rote, und für schwarze der doppelte. Übrigens müssen auch bei uns in Europa unter Umständen Arbeiter in gewissen Betrieben vor allzu starker Wärmestrahlung geschützt werden, was hier am besten durch Asbestkleidung geschieht, die zugleich den Vorteil der Unverbrennbarkeit gewährt. Daß auch sonst die Färbung der Kleidung dadurch von Bedeutung werden kann, daß für sie giftige Farben zur Verwendung gekommen sind, möchten wir nur andeuten. Besonders wird hier Mißbrauch mit Arsen getrieben. Die leuchtendgrünen Tarlatanstoffe sind vielfach mit solch giftiger Farbe hergestellt. Auch Strümpfe werden reichlich mit Giftfarbe gefärbt und haben, ebenso wie derartig behandelte Unterkleider, Hautkrankheiten hervorgerufen. Auch muß dem Hutfutter Beachtung geschenkt werden, das nicht selten mit Bleifarbe getränkt ist.

Nun sind es nicht die Stoffe allein, die Schaden oder Nutzen bringen können, sondern auch die Arten, sie zu tragen. Es ist ein langes Kapitel, das von den Schädigungen des Körpers handelt, die ein fehlerhafter *Sitz der Kleidung* bedingt. Vom Korsett brauchen wir nicht viel zu erzählen, es hat sich ja zum großen Teil überlebt. Ob für immer, vermag man allerdings nicht zu sagen, das Wesen der Mode besteht ja immer darin, plötzlich dasjenige schön zu finden, was kurz zuvor für häßlich galt. Daß aber jede Einschnürung des Körpers, zumal wenn sie für lange Zeit und im Übermaße stattfindet, beträchtlichen Schaden an Wohlbefinden und an der Gesundheit herbeizuführen vermag, ist allgemein bekannt. Eine jede Erschwerung des Blutumlaufes, wo auch immer sie entsteht, bürdet dem Herzen eine Mehrarbeit auf, die sich schnell summiert und ihm, wo es diesem Mehr an Anstrengung nicht voll gewachsen ist, mit der Zeit schweren Schaden bereiten kann. Dies ist am augenfälligsten durch ein einschnürendes Korsett der Fall, das zudem den unteren und beweglichen, nachgiebigen Teil des Brustkorbes außer Form bringt und die Leber und die anderen dort lagernden Eingeweide schädigt. Ist doch eine große Zahl von Gallensteinerkrankungen bei Frauen zweifellos auf diese Ursache zurückzuführen gewesen. Auch sonstige Einschnürungen: allzu enge Kragen und übermäßig festsitzende Strumpfbänder und andere derartige Dinge können mit der Zeit in ähnlicher Weise zu Nachteilen und Krankheiten führen.

Wenn der weiche Sportkragen auch nicht bei jeder Gelegenheit zu tragen ist, so sollte ihn dennoch jeder bei der täglichen Arbeit bevorzugen. Gerade im beruflichen Leben, gleichviel ob man zu sitzender Lebensweise gezwungen ist oder nicht, behindert der steife Kragen am meisten und verursacht nicht selten Kopfschmerzen, Beklemmungen und nervöse Erscheinungen, die zu gänzlicher Arbeitsunfähigkeit führen können.

Nicht so rasch bemerkbare, aber deshalb nicht weniger schlimme Folgen hat das Tragen der runden Strumpfbänder für die Frau. Das Blut zirkuliert im Bein von unten nach aufwärts, also an sich schon in langsamerem Tempo. Hinzu kommt die Gewohnheit der Frauen, mit übergeschlagenen Beinen zu sitzen, wodurch gerade am Kniegelenk eine doppelte Blutstauung zustande kommt, die die Ursache von Krampfadern ist und mit der Zeit dem ganzen Bein eine plumpe, ungraziöse Form verleiht. Ebenso entsteht durch das runde Strumpfband eine häßliche Einschnürung über dem Knie, die sich durch keine Massage beseitigen läßt.

Ein loser Hüftgürtel, wie man ihn beim Sport und auch unter dem Tanzkleid zu tragen pflegt, bietet genügend Halt für lange, elastische Strumpfbänder, die sich aber nur an den Außenseiten der Schenkel befinden sollen, damit sie sich nicht über den Leib hinwegziehen, was für die inneren Organe wieder ebenso schädlich ist, wie das zusammenschnürende Korsett. — Anders verhält es sich in abnormen Fällen. Hier ist es oft sogar sehr notwendig, dem Leib einen festen Halt zu geben. Hängebäuche kann man nur durch eigens dafür konstruierte Gürtel korrigieren. Die Gürtel müssen verstellbar — nicht etwa dehnbar — sein, und den Leib von unten her stützen, damit die erschlafften und überlasteten Gewebe sich wieder festigen und erholen können. Eine völlige Heilung wird wohl kaum zu erzielen sein, aber doch eine Besserung. Vor allem bedeutet das feste Gefühl schon eine wahre Wohltat für die Frau, und sie wird in ihren Bewegungen weniger gehemmt sein, als wenn sie ohne Gürtel herumläuft.

Über das Tragen eines Gürtels während der Schwangerschaft sind sich die Ärzte nicht einig. Jedenfalls ist es natürlich für Mutter und Kind besser, wenn keine Beengung des Leibes notwendig ist. Eine Frau, die normal beschaffen ist und ihr erstes oder zweites Kind erwartet, bedarf keines Gürtels. Schwächliche Frauen, denen die Leibesfrucht zu schwer wird, oder deren Leib bereits von mehreren Kindbetten schlaff

geworden ist, müssen mindestens die letzten Monate ein Umstandskorsett tragen. Auch nach der Geburt ist das Tragen eines verstellbaren Gürtels, der den ganzen Leib umschließt und gleichzeitig dem Rücken Halt gibt, schon im Wochenbett geboten.

Der Büstenhalter ist für schlanke Frauen überflüssig. Besonders Kinder muß man mit festen Brustleibchen verschonen. Gerade in den Entwicklungsjahren muß sich die Brust des jungen Mädchens unbehindert entwickeln können. Sehr starke Mädchen und Frauen sollten einen Büstenhalter tragen, der so geformt ist, daß er wirklich Halt gibt, also eine Überlastung des zarten Brustgewebes und somit die Entstehung oder Verschlimmerung der Hängebrust verhütet. Auch diese Schutzmaßnahme ist hauptsächlich für die Wöchnerin von Wichtigkeit.

Was wir auch noch eindringlich vor Augen führen möchten, ist die fehlerhafte Form unserer *Schuhe*, die wir nun schon solange dulden, ohne daß eigentlich ein rechter Grund für ihren so weitverbreiteten Gebrauch ersichtlich wäre. Es genügt, einen Blick auf die anatomische Abbildung eines Fußes von der Sohle her zu werfen, und sich daneben die gleiche Ansicht der jetzt üblichen Schuhe — zumal eines Frauenschuhes — zu denken, um ohne weiteres zu sehen, daß ohne Einzwängung und Verschiebung aller seiner nachgiebigen Teile ein menschlicher Fuß in einem solchen Gehäuse nicht ungehindert Platz finden kann. Alle unsere Schuhe besitzen die drei großen Fehler, daß sie sich symmetrisch um eine Mittellinie aufbauen, während der Fuß nicht symmetrisch ist, daß das Leder des Schuhes so geschnitten ist, daß es über der Mitte seine größte Höhe hat, was ebensowenig dem anatomischen Bau entspricht, und daß es weiter sich nach vorn mehr und mehr abflacht und, ohne Rücksicht auf die Höhe der Zehen zu nehmen, ganz flach am vorderen Ende sich ansetzt, wodurch vor allem die große Zehe schwer beeinträchtigt wird. Die Entstehung des sogenannten eingewachsenen Nagels ist einzig und allein auf das Schuldkonto dieses Schuhwerks zurückzuführen. Auch die zweite Zehe wird verkrüppelt und verschoben, wobei unsere Strümpfe noch mithelfen, denn auch sie spitzen sich nach vorn zu und zwar so, daß die Spitze in der Mitte liegt, was ganz und gar unsinnig ist. Sie müßte sich an der Seite der großen Zehe befinden, und es müßte für den Fuß je einen rechten und einen linken Strumpf geben. Der schlimmste Nachteil eines Schuhes jedoch, der sich nicht dem anatomischen Bau des Fußes anpaßt, ist der, daß er zur Plattfußbildung führt. Der Mensch tritt nicht, wie ja im Anfang dieses Werkes

beschrieben wurde, mit der ganzen Sohle auf, sondern die Stütze des Körpers bildet ein in höchst sinnreicher Weise aus einer ganzen Reihe von einzelnen Knochenbausteinen zusammengefügtes und zusammengehaltenes Gewölbe, das die nötige Elastizität gewährt. Dieses Gewölbe sich zu erhalten, müßte das Ziel eines jeden Menschen sein, denn nur so bleibt er selbst beweglich und vermag ohne Beschwerde zu gehen und zu stehen. Bei unserer Schuhform fällt dieses Stützgewölbe mit seinem Scheitel allmählich um, und die Stützpunkte rutschen nach außen, weil der Fuß, der seine größte Höhe an seiner Großzehenspitze hat, in dem symmetrisch zugeschnittenen Schuhleder gezwungen ist, diese größte Höhe dadurch zu erreichen, daß er sich nach dem äußeren Rande hin dreht; damit rücken die Stützpunkte des Fußgewölbes ganz nach außen, während die Schwerlinie sich nach innen verschiebt und das Fußgewölbe sich allmählich umlegt und durchdrückt. Will man diese schweren Übelstände vermeiden, so muß die Schuhform der Fußform angepaßt werden.

Auch ist eine Beachtung des Materials beim Schuh genau so von Wert; wie bei der übrigen Kleidung. Während man beim Strumpf, bei Wäsche und Anzug darauf achtet, möglichst durchlässige Stoffe zu verwenden, benutzt man für die Bekleidung jenes Körperteils, auf dem die Hauptlast des Körpers aufruhet, und der am ehesten zu Schweißbildung neigt, ein ganz festes und undurchlässiges Material. Der ideale Schuh ist der ungefütterte, ausgeschnittene Schuh aus Segeltuch oder anderem porösen Stoff; auch die Sandale aus durchlöcherter oder in Streifen verarbeitetem Leder. Wenn auch heute die Opanke, die Sandale oder Sandalette noch nicht „gesellschaftsfähig“ und nicht bei jedem Wetter tragbar ist, so weist sie doch einen Weg zu künftiger, vernünftiger Fußbekleidung, denn sie hat gleichzeitig den Vorzug des flachen Absatzes, der dem Körperbau besser entspricht und die natürliche Haltung des Beckens nicht beeinträchtigt.

DRITTES BUCH

Die
gesundheitgemäße Lebensweise
des Menschen

ERSTES KAPITEL

Die einzelnen Lebensalter

Schon in Urzeiten hat die Sphinx dem Ödipus das Rätsel aufgegeben, welches Tier am Morgen auf vier Beinen, am Mittag auf zweien und am Abend auf drei Beinen sich bewege. Die Lösung hieß: der Mensch, der als Säugling auf allen Vieren kriecht, auf der Höhe seines Lebens auf seinen beiden Beinen dahergeht, und im Alter wieder einer besonderen Stütze bedarf. So sind auch die Anforderungen der *einzelnen Lebensalter* verschiedene. Je hilfloser der Mensch in seiner Umgebung steht, desto mehr bedarf er der Pflege. Zudem finden sich im Ablauf seines Daseins zwei sehr gewichtige Übergänge, die Pubertät und das Klimakterium: in der Jugend also die Übergangszeit, wo der Jüngling zum Manne wird und das Mädchen zur Frau heranreift, und im Herbst des Lebens dann wieder der Übertritt zum Alter, die Wechseljahre. Diese treffen nicht nur die Frauen in der bekannten Weise, sondern ebenso die Männer, nur daß sie bei diesen aus naheliegenden Gründen weniger deutlich in Erscheinung treten. Bei dieser Verschiedenheit der Aufgaben, welche der Gesundheitsschutz in den verschiedenen Lebensaltern zu erfüllen hat, müssen dieselben einzeln berücksichtigt werden.

In den allerersten Lebensjahren, wo der Mensch als unmündiger Säugling keinerlei Selbstbestimmung hat, sondern alles über sich ergehen lassen muß, was die ihn umgebenden Menschen und Dinge nur immer auf ihn einwirken lassen, sind Pflege, Wartung und Ernährung von ganz besonderer Bedeutung. Es ist ja bekannt, ein wie erschreckend großer Teil aller neugeborenen Menschen vor der Zurücklegung des ersten Lebensjahres wieder dem Tode anheimfällt. Für die körperliche Entwicklung und die ganze weitere gesundheitliche Verfassung des einzelnen wird hier sozusagen der Grundstein gelegt. Was im Anfang versäumt worden ist, läßt sich kaum jemals wieder einholen, und nicht nur im Beginn ihres allzu kurzen Lebens, sondern vielfach auch später und oft auch nach reichlichen Jahren gehen Menschen an den Versäumnissen zugrunde, die in ihrer ersten Lebenszeit verschuldet worden waren. Wir

brauchen daher nicht weiter auf die ungemein wichtige Bedeutung einer zweckmäßigen *Säuglingspflege* hinzuweisen.

Schon der plötzliche Wechsel seiner Umgebung, den ein neugeborenes Kind erfährt, und der so schroff ist, wie er kaum jemals im späteren Leben sich wiederholen kann, erfordert alsbald die höchste Sorgfalt. Bis dahin war es im Innern des Mutterleibes in hoher und zweckmäßiger Temperatur unter völlig gleichartigen Bedingungen geschützt eingeschlossen, sein Herz brauchte die Blutversorgung nicht selber zu leisten und seine Lungen nicht die Atmung, wie auch seine Verdauungsorgane keiner Nahrungsaufnahme bedurften. Nun gerät es ganz plötzlich in die rauhe Außenwelt, in die Kälte, es soll mit einem Male seinen Blutumlauf selber besorgen, denn die Nabelschnur ist ihm unterbunden und abgeschnitten. Es soll atmen und selbst sein Blut oxydieren, es soll in seinen jeder Funktion noch ungewohnten Magen und Darm Nahrung einnehmen, daß sie ihm nicht nur nicht schadet, sondern alsbald nicht nur für die Erhaltung, sondern auch für den in verhältnismäßig geradezu ungeheurem Maße vor sich gehenden Zuwachs ausreicht. Es ist leicht ersichtlich, daß hier schon geringe Versäumnisse die schwersten Folgen für den Säugling zeigen müssen. Zunächst muß der Rest der Nabelschnur beachtet werden, der dem Kinde noch anhängt, gewöhnlich trocknet er ganz von selbst ein und fällt gegen Ende der ersten Woche ab. Dies ist nicht möglich, ohne daß eine wunde Fläche zurückbleibt, deren Vernarbung eben später den Nabel bildet. Sie muß entsprechend geschützt werden und pflegt nach Ablauf der zweiten Woche sich überhäutet zu haben. Daß ein Kind in den ersten Tagen nach seiner Geburt an Gewicht abnimmt, und zwar nicht unbeträchtlich, ist nur normal. Die Abnahme kann bis dreihundert Gramm betragen. Das sollte daher keine Befürchtungen erwecken. Erst in der dritten Woche wird das Anfangsgewicht wieder erreicht, es gibt über die Gewichtszunahme der Säuglinge ungefähr Regeln, die aber nur ganz allgemein stimmen. Das Gesamtgewicht soll, immer zum ursprünglichen Gewicht hinzugezählt, in den ersten fünf Monaten die Monatsanzahl, multipliziert mit sechshundert Gramm, betragen, danach bis zum Ende des ersten Jahres die Zahl der Monate multipliziert mit fünfhundert Gramm. Das Anfangsgewicht kann durchschnittlich mit dreitausend Gramm angenommen werden; wenn man also bei einem einjährigen Kinde zwölf Monate mal fünfhundert Gramm zu dreitausend Gramm Anfangsgewicht hinzuaddiert, so bekommt man neuntausend Gramm oder achtzehn Pfund, was dem allgemeinen

Wachstum entspricht. Das Körpergewicht hat sich also nach einem halben Jahre ungefähr verdoppelt, nach einem ganzen Jahre ist es auf das Dreifache angestiegen, nach sechs Jahren pflegt es das Sechsfache und nach zwölf Jahren das Zehnfache zu sein. Wichtig ist, daß die Augen des Kindes nicht gleich allzu grellem Licht ausgesetzt werden. Das neugeborene Kind hat ja bisher sein Dasein im Dunkeln zugebracht, es versteht auch noch nicht die beiden Augäpfel entsprechend zu bewegen, es schielt daher teilweise, was keinerlei Bedeutung hat. Erst im zweiten Monat fängt es an, nach auffallenden Gegenständen, die man ihm vorhält, zu blicken, wie es ja auch zunächst nicht zu hören scheint und erst nach einigen Wochen auf Geräusche reagiert. Auch die Stuhlentleerungen beanspruchen Beachtung. Zunächst sind sie gänzlich schwarz und zähe und stellen das von den Hebammen sogenannte Kindspech dar, späterhin werden sie gelb und geschmeidig und kommen im Durchschnitt ungefähr dreimal am Tage zum Vorschein. Ihre Beschaffenheit ist ein wichtiges diagnostisches Merkmal. Weicht sie deutlich von der Norm ab, so können dem Störungen der Verdauung zugrunde liegen, die ärztlicher Hilfe bedürfen. Auch auf die Urinentleerung ist zu achten; sie darf nicht unter zwei Drittel der getrunkenen Flüssigkeit heruntersinken. Ein besonderes Kapitel bildet das Erscheinen der Zähne, die im großen und ganzen nacheinander immer zu denselben Zeiträumen auftreten, manchmal aber sich verzögern, was Unruhe hervorruft. Es ist aber noch niemals vorgekommen, daß ein Mensch keine Zähne bekommen hätte, wohl aber, daß er sie vorzeitig wieder verliert. Gewöhnlich um die Mitte des ersten Lebensjahres kommen zuerst die beiden Schneidezähne unten in der Mitte zum Vorschein, dann um fast zwei Monate später die entsprechenden beiden oberen und danach, rechts und links von diesen, die seitlichen oberen Schneidezähne. Erst gegen Ende des Jahres geschieht das gleiche mit den äußeren unteren, so daß ein einjähriges Kind seine acht vorderen Zähne zu besitzen pflegt. Bis das ganze Gebiß dieser Milchzähne vollkommen da ist, verstreicht wiederum ein volles Jahr. Erst mit der Vollendung des zweiten Lebensjahres ist das Gebiß vollständig. Dieses *Z a h n e n* der Kinder (vgl. Abb. 41, 42 und 43) geht bei jedem ohne weiteres vor sich, so viel Vorurteile und so viel Fabeln darüber auch entstanden sind. Es gibt überhaupt keine Zahnkrankheiten, auch nicht einmal die berühmten Zahnkrämpfe, und noch weniger Fieber und Durchfall und was sonst alles dem harmlosen Durchbruch dieser winzigen Dingerchen zugeschoben wird. Da zwei volle Lebensjahre eines

jeden Säuglings dahingehen, bis die Zahnreihe vollständig zum Vorschein gekommen ist, so fallen naturgemäß mancherlei Störungen und Krankheitserscheinungen in diesem Lebensalter rein zeitlich mit dem Durchbruch dieses oder jenes Zahnes zusammen, ohne daß aber tatsächlich irgendwelcher Zusammenhang zwischen den beiden Vorgängen besteht. So hat sich die Meinung allgemein im Volke gebildet, daß der Durchbruch der Zähne zu Krankheitserscheinungen und sogar zu schweren Krankheiten Anlaß geben könne. Das ist niemals der Fall, und alles Zeug, wie Zahnhalsbändchen und ähnliche Dinge, ist nicht nur gänzlich unnütz und überflüssig, sondern dient nur dem Aberglauben und läßt unter Umständen wichtigere und nützlichere Maßnahmen versäumen.

Von allergrößter Bedeutung ist die richtige und zweckmäßige *Ernährung* des Säuglings, die naturgemäß einzig und allein nur aus der Mutterbrust erfolgen dürfte. Wir haben über die außerordentlichen und unersetzlichen Vorzüge der Muttermilch gegenüber jener anderen Ernährungsart ihrem Gehalte nach schon gesprochen und möchten, abgesehen hiervon, an dieser Stelle nun nochmals darauf hinweisen, wie wertvoll allein schon die Tatsache ist, daß sie ganz unmittelbar von der Stelle ihrer Entstehung her in den Mund des Kindes gelangt, so daß bei ganz einfachen Vorsichtsmaßregeln jede Gefahr durch die Vermeidung von Verunreinigungen und Infektionen ausgeschlossen werden kann, daß diese Milch also stets absolut frisch ist, daß sie den Wärmegrad besitzt, der dem menschlichen Körper zukommt, daß sie nie verunreinigt, nie schlecht ist, also alle die Gefahren vermeidet, denen selbst die beste Kuhmilch auf ihrem stets unkontrollierbaren, weiten Wege vom Euter der Kuh bis an die Flasche und den Mund des Säuglings ausgesetzt ist, wo sie durch so viele Hände geht, in so vielen Gefäßen aufbewahrt, oft so viele Transporte zurückzulegen hat, zumal in der Hitze des Sommers, wo ja die Milch ganz besonders der Zersetzung und der Infektion ausgesetzt ist. Es muß daher vom ärztlichen Standpunkt wie von demjenigen des Staates aus mit allem Nachdruck dahin gestrebt werden, daß womöglich eine jede Frau *ihr Kind selbst stillt*, was eine viel größere Zahl von Frauen tatsächlich vermag, als in Wirklichkeit geschieht. Auch diejenigen Frauen, die vermeinen, nicht dazu in der Lage zu sein, können zum beträchtlichen Teil doch dahin gelangen. Voraussetzung allerdings ist, daß sie es mit Ernst versuchen, daß sie den Säugling tatsächlich anlegen und das immer wieder aufs neue, denn gerade das immer wieder-

holte Saugen ist der beste und wirksamste Anreiz für die Milchbildung. Je ergiebiger jedesmal die Brust durch den Säugling entleert wird, desto größere Fortschritte macht die Milchbildung, so daß die Mutter also gut tut, auch wenn durch irgendwelche Gründe der Säugling nicht regelmäßig die Brust absaugt, dies mechanisch durch die Milchpumpe vorzunehmen. Überhaupt sind die Säuglinge in bezug auf ihr Nahrungsbedürfnis von sehr verschiedener Art; manche stellen sich sehr ungeschickt an, andere saugen bald recht kräftig und ausreichend. Es gehört recht große Geduld dazu, immer wieder neue Versuche zu unternehmen, die niemals ausgesetzt werden dürfen. Vor allem ist hier die Regelmäßigkeit von größter Wichtigkeit. Sechsmal in vierundzwanzig Stunden ist das Kind anzulegen, also durchschnittlich alle vier Stunden. Doch sollen hiervon auf die Nacht größere Zwischenräume entfallen, nicht nur des Kindes wegen, sondern auch im Interesse der Mutter, die ihrer Nachtruhe nicht in zu weitgehendem Umfange beraubt werden darf. Wollen die Kinder nicht ausreichend saugen, so läßt sich die Milch abspritzen und mit Löffeln oder kleinsten Flaschen oder anderen zierlichen Hilfsmitteln schon von Anbeginn an dem Säugling beibringen. Manche Kinder wollen gern weiterschlafen, man soll sie dann mit Wasser anspritzen, damit sie lebhaft werden und die Brust nehmen, die andererseits auch nicht zu oft gereicht werden darf, weil sonst die zarten Verdauungsorgane der Säuglinge die aufgenommene Milch nicht ausreichend zu verdauen Zeit haben. Oft entsteht Zweifel, ob bei jeder einzelnen Mahlzeit nur die eine oder die beiden Brüste gereicht werden sollen; das hängt davon ab, ob in der einzelnen das ausreichende Nahrungsquantum vorhanden ist, was sich ja leicht durch ein Wiegen des Kindes vor und nach dem Trinkakt feststellen läßt. Ist die einseitig entleerte Menge nicht ausreichend, so muß eben die andere Brust noch nachhelfen, mit der dann beim nächsten Stillen der Anfang zu machen ist. Nachdem die Mutter mit größter Sorgfalt ihre Hände gewaschen und gereinigt hat und nachdem die Brust ebenfalls gewaschen und gereinigt worden ist, was auch nach dem Stillen zu geschehen hat, wo sie dann mit einem stets wieder zu erneuernden, ausgekochten Leinwandläppchen bedeckt wird, setzt die Mutter sich so auf einen niedrigen Sitz, daß sie mit der einen Hand den Rücken und den Kopf des Kindes bequem stützen kann, während sie mit der anderen die Brust in dessen Mund führt und dabei die kleine Nase nach aufwärts biegt. Die Warze der Brust hat nicht immer eine Form, die bequem und ausreichend eingeführt werden kann; man muß dann

eine gewisse Geschicklichkeit aufwenden, um eine ganze Partie der Brust zwischen die Lippen des Säuglings zu bringen. Eine jede einzelne Nahrungsaufnahme pflegt sich im allgemeinen über eine halbe Stunde hinzuziehen. Länger soll sie nicht dauern. Natürlich ist für die Beurteilung einer ausreichenden Ernährung nicht das einzelne jedesmalige Quantum ausschlaggebend, sondern das gesamte, während mehrerer Tage genossene. In letzter Linie aber entscheidet nur die Gewichtszunahme des Säuglings hierüber, die nicht allzusehr hinter der vorhin angegebenen Gewichtszahl zurückbleiben darf. Natürlich ist aber auch die ganze sonstige Entwicklung des Kindes im Auge zu behalten; die Gewichtszunahme bildet ja nur die Grundlage. Es ist auch kein Unglück, wenn hier und da auch einmal weniger Milch als nötig für kurze Zeit zur Aufnahme gelangt, dann kann die fehlende Flüssigkeitsmenge durch Wasser oder leichten Tee mit Zucker ersetzt werden, der mit einem Löffelchen verabfolgt wird.

Daß eine *stillende Mutter* der gleichen Sorgfalt bedarf wie der Säugling, ist wohl allgemein bekannt, läßt sich aber nicht eben so allgemein durchführen; immer aber muß sie eine zweckmäßige und ausreichende Ernährung haben, da ihr eigener Körper ja nur die Durchgangsstation für alle diejenigen Nahrungsstoffe ist, die dem Säugling zugute kommen. Doch darf andererseits hier keine Überfütterung eintreten, nur ausreichend soll die Nahrung sein. Im übrigen kann die Mutter so genährt werden, wie sie es von jeher gewohnt ist. Sie kann also auch derbere Speisen und solche genießen, die nicht direkt als Krankenkost angesehen werden. Nur muß sie sich von jeglichem Alkoholgenuß fernhalten, worin aber leichtes Bier nicht eingeschlossen ist. Auch Kaffee in nicht zu starker Konzentration ist erlaubt. Zum Wohlbefinden gehören nicht nur die ausreichenden Kalorien, sondern auch Nahrungen, die den Gewohnheiten und Neigungen entsprechen. Je wohler sich die Mutter fühlt, desto sicherer wird auch die Milch, welche sie in ihrem Körper bereitet, von guter Beschaffenheit sein; sie kann dann ihren Säugling ohne Unterbrechung stillen, und selbst, wenn einmal die Brustwarze wund wird oder leichte Entzündungszustände eintreten, so ist dies keineswegs ein völliger Ausschließungsgrund. Im Notfalle kann dann die Milch zunächst der Brust entnommen und dann dem Kinde beigebracht werden. Es kommt aber nicht selten vor, daß, während das Stillen der Mutter im besten Gange war, diese durch allerlei Zwischenfälle gezwungen wird, damit aufzuhören. Dann kommt zunächst die weitere Ernährung durch eine Amme in Frage, was natürlich sozial bedeutet, daß eine Mutter, die

sehr wohl in der Lage ist, ein Kind zu stillen, ihr eigenes Kind im Stiche läßt, um ein fremdes dafür zu ernähren. Nun sind jedoch die letzten und feinsten Zusammensetzungen der komplizierten organischen Stoffe, aus denen unser Körper sich bildet, bei jedem Individuum andere, und eine fremde Persönlichkeit, mag ihre Milchproduktion noch so sehr äußerlich derjenigen der Mutter entsprechen, vermag doch niemals mit ihrer Milch diejenige der eigenen Mutter ganz und gar zu ersetzen.

Die Gesamtdauer der Ernährung durch die Muttermilch pfl egt sich bis zum neunten Monat zu erstrecken, doch dehnt sie sich oft auch länger aus. Wird die Mutter aufs neue schwanger, so muß das Stillen aufhören. Man soll indessen immer darauf bedacht sein, es so einzurichten, daß das Absetzen nicht gerade in die heißen Sommermonate mit ihren Gefahren fällt. Auch soll dieses Abstillen nicht plötzlich vor sich gehen, sondern der Übergang von der natürlichen zur künstlichen Ernährung möglichst allmählich geschehen. Es kann sich sonst ereignen, daß der ungewohnte Genuß einer selbst einwandfreien Kuhmilch doch beträchtliche Krankheitserscheinungen hervorruft und man dann gar nicht so selten gezwungen ist, aufs neue erst wieder zur Mutterbrust zurückzukehren. Man gibt also noch während des Stillens Kuhmilch, und zwar in derartiger Mischung, wie sie dem Lebensalter des Kindes entspricht. Im vierten Monat würde man zwei Drittel Milch anzuwenden haben. Das langsame Vorgehen erstreckt sich auch auf die Zahl der einzelnen Mahlzeiten. Man beginnt so, daß man zunächst nur an Stelle einer einzigen natürlichen Mahlzeit pro Tag eine solche durch Kuhmilch setzt, und hierin zwar um so schneller, je besser der Wechsel vertragen wird, allmählich vorschreitet. Im Durchschnitt kann man darauf rechnen, daß nach drei Wochen der Übergang zur künstlichen Kost erreicht ist. Übrigens kann es schon von vornherein oder schon zu einem früheren Zeitpunkt nötig werden, beide Formen der Milchdarreichung vorzunehmen, wenn etwa die Mutter nicht über ausreichende Milchmenge verfügt oder aber durch Beruf und sonstige Verhältnisse gehindert ist, die nötig werdenden Mahlzeiten einzuhalten. Immer indessen muß dann versucht werden, in dieser Zwiemilchernährung die Frauenmilch so überwiegend wie nur möglich zu verwenden und nur den unabänderlichen Rest durch andere Milch zu decken. Das kann so geschehen, daß immer, soweit es möglich ist, zunächst die Brust dargereicht und nur die etwa fehlende Menge durch die Flasche ergänzt wird. Oft aber kann der Wechsel nur so geschehen, daß das eine Mal nur die Brust, das andere Mal nur die

Flasche in Tätigkeit tritt. Aber auch bei jeder reinen Flaschenernährung ist es hier zweckmäßig, wenn die Mutter imstande ist, das Kind zuvor an die Brust anzulegen, damit die Milchabsonderung der Frau nicht ins Stocken gerät. Es ist auch darauf zu achten, daß der Sauger der Flasche eine nur ganz kleine Öffnung besitzt, denn das Kind soll auch hier mit einer gewissen Kraft saugen lernen. Nur so läßt sich für die nötige Zeitdauer die Milchabsonderung in der Brustdrüse aufrechterhalten.

Für die *künstliche Ernährung* kommt zuerst die Kuhmilch in Frage, aber auch die Ziegenmilch ist geeignet. Analysiert man die Milch der einzelnen Säugetiere, so zeigt sich die Milch der Eselinnen und der Stuten der Frauenmilch am ähnlichsten. Diese ist aber nicht leicht zu erhalten und außerdem teuer. So hat sich als allgemeinstes und bequemstes Nahrungsmittel für die künstliche Ernährung die Kuhmilch ergeben, und zwar am besten, wie es ja im Handel allgemein der Fall, diejenige, welche eine Mischung der Milch von einer größeren Anzahl verschiedener Kühe darstellt, die natürlich von gesunden Tieren stammen und alle Sauberkeit beim Melken, Transportieren und Aufbewahren erfahren muß. Besonders wichtig ist die Aufbewahrung, da sich bei normaler Temperatur jede Milch schnell zersetzt. Sie muß daher sofort bis auf wenige Temperaturgrade abgekühlt werden, nicht aber etwa bis unter Null Grad. Hält man frischgemolkene Milch alsbald auf Eis, so wird sie dadurch für den nächsten Tag sicher vor Zersetzung bewahrt. Im Haushalt indessen empfiehlt es sich, jede Milch, die gebraucht wird, sofort abzukochen und nachher an einen kühlen Ort zu bringen, am besten in den Eisschrank, sonst in den Keller. Hier ist die in den letzten Jahren mehr und mehr zur Ausführung gekommene, von vornherein stattfindende Verteilung der Milch auf eine ganze Anzahl kleiner Flaschen, die eine jedesmalige Portion bilden, zweckmäßig. Es muß jede Flasche sogleich die zuckerhaltige Zusatzflüssigkeit erhalten und verschlossen werden, dann werden die ganzen Flaschen in einem Wasserbehälter durch Kochen sterilisiert, so daß die Hülzen aus dem Wasser herausragen. Doch muß der gesamte Inhalt der Flasche sich innerhalb des Wassers befinden. Nach fünf Minuten Kochdauer ist die Sterilisation vollzogen. Es wird nun durch allmähliches Hinzufießen von kaltem Wasser die kochende Flüssigkeit in dem Gefäß allmählich abgekühlt, so daß auch die Flaschen langsam abkühlen und nicht zerspringen. Dann erst kommen sie an den kühlen Ort ihrer Aufbewahrung. Aber wenn man auch dieses sorgfältige Verfahren anzuwenden nicht in der Lage ist, so muß die Milch, nachdem

sie während mehrerer Minuten in irgendeinem Topf zum Sieden gebracht war, erst wieder abgekühlt werden. Immer darf sie, erst wieder kühl geworden, in den Keller oder den Eisschrank kommen. Wird die Milch nicht sterilisiert, so soll die gezuckerte Flüssigkeit erst vor der Verabfolgung zugesetzt werden, weil sie sonst leichter verdirbt. Daß es eigene Kochapparate, besonders den so sehr eingeführten von Soxhlet gibt, daß auch die Milch bereits sterilisiert wird, alles das ist ja wohl allgemein bekannt. Hervorheben müssen wir indessen noch, daß man mit dem Kochen der Milch auch des Guten zu viel tun kann, wie es früher allgemein geschehen ist, weil in der Milch dadurch chemische Prozesse vor sich gehen, deren Produkte dann ungünstig wirken. Man muß daher immer wissen, ob eine Milch bereits vor der Lieferung sterilisiert worden ist, um sie nicht nochmals der Siedehitze zu unterziehen.

Die größte Sauberkeit bei allem ist selbstverständlich. Sie soll sich nicht nur auf die Milch selbst erstrecken, sondern überhaupt auf alles, was mit ihr direkt oder indirekt in Berührung kommt, die Flasche und die Gummisauger, aber auch alle Geräte, die zum Säubern benutzt werden. Bürsten, Schrot und Tücher müssen peinlichster Sauberkeit unterworfen werden, während die Gummisauger nach jedem Gebrauch innen und außen unter fließendem Wasser abzuspülen und mit Sodaauslösung oder Boraxwasser zu reinigen sind. Sie müssen dann nochmals mit Wasser gespült und in Tüchern oder Gläsern bis zum nächsten Gebrauch aufbewahrt werden, nicht, wie es vielfach üblich ist, in irgendwelcher Flüssigkeit, sondern trocken. Es wird fast immer notwendig, sich eine kleine Zahl verschiedener Sauger zu halten, deren Öffnungen unterschiedliche Größe besitzen. In die einfachen Gummihütchen kann man selbst mit einer glühenden Nadel das entsprechende Loch durchbrennen, je nach der Konsistenz der Nahrung. Je nachdem man dünnen Tee gibt oder Schleim oder sonst verschieden verdünnte Flüssigkeit, muß die entsprechende Öffnung gewählt werden. Die Trinkflasche muß solche Bezeichnungen tragen, daß man jederzeit auf den ersten Blick erkennen kann, wie groß die Entnahme aus ihr gewesen ist. Hier sind vielfach ganz unzuverlässig hergestellte Markierungen im Gebrauch. Die einfachen Striche, welche diese fabrikmäßig hergestellten minderwertigen Flaschen tragen, geben keine Gewähr. Man übe also Vorsicht beim Einkauf. Die Flasche soll auch kein größeres Quantum fassen als zweihundert Kubikzentimeter. Die bekannten sogenannten Patentverschlüsse mit einem Gummiring sind ganz zweckmäßig, der Verschluß kann aber

auch durch saubere Watte oder durch zusammengedrückten Mull geschehen, nur müssen diese jedesmal gewechselt und die Patentverschlüsse immer wieder gereinigt werden.

Wird zum Stillen mit der *Flasche* geschritten, so muß das Saughütchen erst im letzten Augenblick auf die Flasche aufgesetzt werden. Man darf es dabei nur an seinem unteren Ende anfassen. Seine Durchgängigkeit etwa, wie es immer noch zu geschehen pflegt, durch eigenes Probieren zu prüfen, ist streng verboten. Die Milch soll ungefähr fünf- unddreißig Grad Celsius, also wenn nur andere Thermometer zur Verfügung stehen, achtundzwanzig Grad Reaumur haben, was annähernd der Körpertemperatur entspricht. Man erzielt diese Wärmegrade am einfachsten dadurch, daß man die ganze Flasche in ein Gefäß mit Wasser von vierzig Grad Celsius setzt, wo sie sich langsam und gleichmäßig erwärmt. Während des Trinkens nimmt das Kind am besten dieselbe Lage ein wie beim Stillen aus der Brust, also halbseitlich. Die Flasche muß ihm während der ganzen Zeit gehalten werden, das Kind verliert sonst den Sauger und die Milch erkaltet oder ist zum Teil ausgelaufen. Der Sauger kann auch zu tief eingesogen werden. Gewöhnlich schläft ja das Kind beim Trinken ein, dann kann die Milch in falsche Wege, in die Luftröhre und in die Lungen eindringen und schwere Krankheiten und selbst Erstickung veranlassen. Trinken die Kinder langsam, so unwickelt man die Flasche mit einem Tuch, um eine zu schnelle Abkühlung zu verhindern. Der nichtgetrunkene Rest ist immer fortzugießen und ja nicht etwa in der Flasche aufzubewahren. Die Milch selbst kann zunächst nicht in ihrer vollen Konzentration verbraucht werden, sie ist zu verdünnen. Die Verdünnung soll aber nie, auch bei neugeborenen Kindern, nicht weiter getrieben werden, als bis zu gleichen Teilen, bis zur sogenannten Halbmilch, die also durch einen ebenso großen Zusatz von Wasser hergestellt wird. Der Verdünnung ist Zucker zuzusetzen, um den herabgeminderten Nährwert hierdurch wieder auszugleichen. Vielfach war früher die Sitte im Gebrauch, zu allererst den Kindern eine noch dünnere Milch zu geben. Es ist dies nicht empfehlenswert, und man ist hiervon jetzt ganz abgekommen; handelt es sich bei der Säuglingsernährung doch immer darum, soweit es nur die Verdauungsorgane des kindlichen Organismus vertragen, den Nährwert der dargereichten Nahrung so hoch wie möglich zu gestalten. In der vierten Woche ist es schon möglich, der Milch eine Schleimabkochung zuzufügen, von Hafer oder Gerste oder Weizen, auch Reis kann Verwendung finden. Je nach dem Alter des Kindes wird

ein Teelöffel bis ein Eßlöffel auf einen Liter Wasser hierzu verwendet. Der fertiggestellte Schleim muß durch ein Sieb gegossen und durch Wasserzusatz wieder auf seine ursprüngliche Menge aufgefüllt werden. Als Zucker kann der übliche Kochzucker dienen. Auf einen halben Liter Milch nimmt man fünfundzwanzig oder dreißig Gramm davon, die, wie alles in der Säuglingsernährung, wenn man vorsichtig sein will, nicht geschätzt, sondern genau gemessen und gewogen werden müssen. Von dieser Halbmilch bekommt das Kind während der ersten zwei Wochen Mengen, die allmählich größer werden, bis zu ungefähr einem halben Liter pro Tag und etwas darüber. Das Nahrungsbedürfnis des Säuglings steigt von selber an, schließlich kann er bei jeder seiner fünf Mahlzeiten ungefähr hundertachtzig Gramm Flüssigkeit erhalten. Später im dritten oder vierten Monat geht man auf eine konzentrierte Milch über. Hier sind in der Nahrung zwei Drittel Milch enthalten, und das dritte Drittel besteht nicht mehr aus Wasser oder aus Schleim, sondern aus Mehlsuppe. Die Gesamtmenge kann nun bis zu einem Liter pro Tag ansteigen, doch ist des weiteren Maß zu halten; es ist nicht nötig, ohne Grund die Nahrungsmenge immer mehr und mehr zu steigern. Befindet sich der Säugling wohl und nimmt er in normaler Weise zu, so bleibt man bei der bisherigen Menge stehen. Eine Überfütterung ist unter allen Umständen zu vermeiden. Einen ungefähren Anhaltspunkt hierfür kann die Vorschrift geben, daß man dem Kinde, bis es dreiviertel Jahre alt geworden, den zehnten Teil seines Körpergewichts an Milch und den hundertsten Teil davon an Zucker und Mehl gibt. Diese Mengen verteilen sich auf annähernd einen Liter Flüssigkeit, der in fünf Mahlzeiten an jedem Tage so genommen wird, daß Pausen von drei bis vier Stunden dazwischen liegen. Im sechsten Monat, wenn das Kind ein halbes Jahr alt wird, fängt man an, und zwar zuerst nur des Mittags, eine Beikost zu geben. Jetzt findet auch gewöhnlich der Übergang von der verdünnten Milch zur Vollmilch statt. Es muß aber nicht immerfort Vollmilch gegeben werden. Man kann nun des Abends zweckmäßig auch einen Milchbrei mit Grieß oder Zwieback verabfolgen. Es muß aber auch hier betont werden, daß jedes Kind eine persönliche Behandlung auch in betreff seiner Ernährung zu erfahren hat. Die andersartige Nahrung, die sogenannte Beikost, die also mit dem Beginn des zweiten halben Jahres, gleichviel ob Brusternährung stattfindet oder künstliche, einzusetzen hat, wird zunächst als Brühe von gestoßenem Reis oder gemahlener Graupen hergestellt. Sie kann Fleischbrühe sein oder auch Gemüsebrühe aus Mohrrüben, Kohlrüben

oder Kohlrabi, oder auch aus Spargel. Die Gemüse müssen wenigstens eine Stunde lang kochen und in dieser Gemüsebrühe dann der Grieß wenigstens zwanzig Minuten lang weiter gekocht werden. Bald kann man auch kleine Mengen von Kartoffeln zusetzen, die aber gut zerkleinert und durchgerührt werden müssen. Das Ganze wird anfangs sehr dünn hergestellt, weil die Kinder sich erst allmählich an die ungewohnte Nahrung zu gewöhnen pflegen und sie zurückweisen. Die ersten Mengen sollen so dünnflüssig sein, daß sie fast der bisherigen Flaschennahrung gleichen. Wenn die Kinder diese meist auch gewöhnlich wieder ausspucken, so nehmen sie sie doch recht bald ganz gern. Man kann auch ihrem persönlichen Geschmack dadurch Rechnung tragen, daß man entweder etwas Zucker oder etwas Salz hinzufügt und dann die Nahrung immer mehr und mehr konzentriert, bis sie breiig wird. Dann kann man auch Gemüse selbst zu verabreichen anfangen, Spinat oder Mohrrüben, alles fein durchgeseibt, weiter Fruchtsäfte von Himbeeren oder Kirschen oder Apfelsinen, am besten frisch bereitet. Auch geschabte Äpfel werden gern genommen und geschabte Mohrrüben. Die Fruchtsäfte sind recht nahrhaft und sollten immer Verwendung finden. Weiterhin gibt man dann am Abend einen Milchbrei und, wenn das Kind erst ein paar Zähne hat, kann es zu seiner Milch oder was es sonst aus der Flasche noch nimmt, einen Keks oder Zwieback erhalten. Alles aber muß, ebenso wie früher die Milch, richtig temperiert sein. Vor allen Dingen ist die Verweigerung der Nahrung sehr oft darauf zurückzuführen, daß sie zu heiß ist. Man koste daher stets zuvor, aber nicht mit demselben Löffel. Sollten die Kinder nur sehr langsam essen, so muß verhütet werden, daß die Speisen zu sehr abkühlen; es wird manchmal nötig, sie zwischendurch wieder anzuwärmen. Eier und Fleisch aber soll man, so nahrhaft sie auch sind, vor dem Ablauf des ersten Lebensjahres nicht geben und dann auch nur in feiner Zerteilung.

Ein Kind muß gebadet werden, ist dieses *Baden* doch sogar das erste Schicksal, das es erduldet, wenn es soeben geboren worden ist. Es gibt hierüber sogar offizielle Vorschriften für die Hebammen. Das Badewasser soll fünfunddreißig Grad Celsius an Temperatur haben, was mit dem Thermometer, nicht mit dem Ellbogen zu prüfen ist; die Säuberung, zumal die erste, hat mit Watte zu geschehen und nicht mit einem Schwamm. Beim Neugeborenen läßt sich am besten durch Abreiben mit Öl der anhaftende Kindsschlamm entfernen, nie aber dürfen die Augen mit dem Badewasser in Berührung kommen, sie müssen mit Watte, die

in durchaus reines anderes Wasser getaucht ist, gesäubert werden. Es ist richtig, den Säugling weiterhin möglichst vor der zweiten Mahlzeit zu baden und im Sommer erst gegen Mittag, damit er vorher an die Luft gebracht werden kann. Natürlich muß er bei jeder Beschmutzung gewaschen werden, aber beim Baden dringt das Wasser am besten überall hin. Es wird nicht immer beachtet, daß Türen und Fenster während des Badens geschlossen gehalten werden, die Gefahr einer Erkältung ist hier immer vorhanden. Man stellt darum die Badewanne am besten an den Ofen und umgibt sie mit einem Wandschirm und achtet auch darauf, daß nicht während des Badens Personen immerfort herein- und herauslaufen. Ein großer Fehler wird gewöhnlich dadurch begangen, daß die Badezeit übermäßig ausgedehnt wird. Das Baden hat so kurz und schnell wie möglich zu erfolgen, drei Minuten sind völlig ausreichend, fünf sollten nie überschritten werden. Man hüte sich auch vor einer nachfolgenden kalten Übergießung, die nur schädlich wirken kann. Auch verwende man nicht etwa die Wanne für irgendwelche andere Zwecke, wie zum Waschen der Windeln oder der Unterlagen der Wöchnerin. Man bringe das Kind so ins Wasser, daß man mit der linken Hand unter dem Kopf des Kindes unter das linke Schultergelenk herumgreift, so daß der Nacken auf dem linken Handgelenk ruht und mit der rechten freien Hand gewaschen werden kann. Das Kind muß ganz langsam unter Mitwirkung der rechten Hand ins Wasser gleiten, während die linke es dort unter dem Gesäß festhält. Beim Säubern mit einer besonders linden Seife dürfen die Falten, Hals, Ohren, Achselhöhle, Schenkelbeuge nicht übergangen werden. Das Gesicht aber ist immer selbständig außerhalb, niemals im Bade zu reinigen. Ist das Kind herausgenommen und in das Badetuch eingeschlagen, so wird es mehr durch Abtupfen als durch Reiben getrocknet und kommt sogleich in gewärmte Wäsche. Das Trocknen ist wichtig. Bleibt der Körper naß, so kann das zur Abkühlung, Erkältung und Krankheit führen. Auch die Ohren sind zu trocknen, niemals aber mit irgendwelchen harten Gegenständen, sondern nur mit gedrehten Wattestückchen. Man soll auch die Nägel bei dieser Gelegenheit, weil sie weich sind, von Zeit zu Zeit kurz schneiden, damit sich das Kind nicht kratzt. An das Baden schließt man dann die Mahlzeit im Bett an. Es muß dann eine Stunde verfließen, ehe das Kind ins Freie gebracht werden darf.

Da sich ein kleines Kind häufig naß macht, muß außer dem Baden oft eine Säuberung vorgenommen werden. Es ist notwendig, nach jedem solchen Benässen das Kind zu reinigen und zu pudern. Man sieht es ihm

gewöhnlich schon an, wenn es sich naß gemacht hat. Da die Urinentleerung beim Säugling eine häufigere ist, meist am Tage und weniger oft in der Nacht stattfindet, nicht selten besonders nach dem Trinken vor dem Einschlafen, so sollte man sich gewöhnen, das Kind vor dem Trinken *trocken zu legen*, so wenig es auch feste Regeln hierfür geben mag. Niemals aber soll man es etwa aus dem Schlaf wecken, um es trocken zu legen, es sei denn, daß es bereits wund wäre. Bei der Säuberung ist große Vorsicht zu üben. Desinfizierende oder sonst scharf wirkende Flüssigkeiten anzuwenden, muß streng vermieden werden. Auch darf die Haut nicht gerieben oder gar gescheuert werden. Alles hat mit äußerster Zartheit zu geschehen, schon um Infektionen zu vermeiden. Am besten nimmt man nur Watte zum Säubern. Kleine Mädchen müssen von vorn nach rückwärts gewischt werden, es könnte sonst durch Darmbakterien Blasenkatarrh entstehen. Der Puder ist danach nicht im Überschuß aufzutragen, sondern nur dünn. Auch muß alles, was überflüssig ist oder daneben fällt, wieder entfernt werden, es besteht sonst die Gefahr, daß der Puder, wenn er naß wird, sich zu einem dicken, harten Brei zusammenballt und die Haut sehr schädigt. Man kann ihn am besten verteilen, wenn er aus einer Dose mit durchlochtem Deckel gestreut wird. Ihn mit Watte aufzutragen, empfiehlt sich weniger, weil der Wattebausch, wenn er einmal benutzt ist, schmutzig wird und dann immer wieder mit dem frischen Puder in Berührung kommt. Mineralische Puder sind hier die besten, Talkum also oder Zinkpuder, beide zu gleichen Teilen gemischt; auch weißer Ton ist gut zu gebrauchen. Daneben gibt es eine ganze Reihe wertvoller Pudersorten, die von chemischen Fabriken hergestellt werden, Fettpuder, die das Austrocknen besorgen und auch die Feuchtigkeit abhalten. Nicht aber dürfen die hier und da sehr beliebten Mehle Verwendung finden, Kartoffelmehl oder Reismehl, da sie sich zersetzen und Schaden bringen.

Wichtig ist auch die Frage der *Kleidung* des Säuglings, die die Aufgabe zu erfüllen hat, ihn vor unnötiger Wärmeabgabe zu bewahren, dabei aber nirgends die zarte Haut zu drücken oder gar zu reizen oder durch unangebrachte Befestigung zu beschädigen; auch muß sie locker den Körper umgeben, die Atmung und die Blutzirkulation nicht hindern. Sie muß also so locker und so warm wie möglich sein, dabei aber darf das Kind nicht etwa, wie es leider so oft geschieht, übermäßig warm eingepackt werden, etwa gar so sehr, daß es in Schweiß gerät; es erkaltet sich dann übermäßig leicht. Die Kinder nehmen auch an Gewicht ab,

wenn sie allzuviel Wasser verlieren. Der Säugling muß in seiner Bekleidung viel Strampelfreiheit haben. Das junge Kind hat noch vom Mutterleibe her die Erinnerung, die Beine an den Leib angezogen zu halten; es fühlt wohl auch unbewußt, daß in dieser Lage die Wärmeabgabe von der Körperoberfläche aus die geringste ist. Auch liegen die angezogenen Oberschenkel dann nicht immer im Nassen, wenn es sich beschmutzt hat. Man soll das Kind also nach dieser Richtung hin gewähren lassen und ihm nicht immer wieder die Beine ausstrecken wollen. Neben der lockeren Umhüllung muß die Bekleidung, besonders also die der Haut unmittelbar anliegende Windel, zart gewebt sein, möglichst wenig Falten bilden und sich überall glatt anschmiegen, Flanell und Wolle ist schlecht zu waschen und hindert auch die Verdunstung; frisch gekaufter Stoff darf erst, nachdem er gewaschen ist, Verwendung finden. Die Größe der Windel soll einen Meter im Quadrat nicht ganz erreichen, sie wird zum Gebrauch dreieckig gefaltet, die darüber liegende kleinere hat nur fünfzig Zentimeter im Quadrat und soll gut Wasser annehmen. Bei der wasserdichten Unterlage, die angewendet zu werden pflegt, ist darauf zu achten, daß sie nicht etwa zu groß ist, weil sie sonst den Urin völlig in seiner ganzen Menge festhält und das Kind damit durchtränkt, so daß die Haut erweicht und wund wird. Um das Ganze kommt dann das Wickeltuch, das locker umgelegt und doch so befestigt werden muß, daß es nicht losgestrampelt wird. Man kann es auch gleich über die dreieckige Windel legen und dann ein größeres Wachstuch über das Bettuch breiten, niemals aber darf das früher so beliebte Wickeln des Kindes, das Einschnüren durch Binden stattfinden. Im übrigen braucht in der Erstlingskleidung, obwohl hier manche Mütter einen ganz unnötigen Drang nach Eleganz an den Tag legen, keineswegs die Wäsche immer aus Leinen bestehen. Gerade bei dem zarten kindlichen Organismus kommt es ja zu allererst darauf an, daß der Schweiß gut aufgesaugt wird, ohne daß eine nennenswerte Verdunstungskälte entsteht. Hierfür eignen sich durchlässige baumwollene Stoffe recht gut, die den Vorzug verdienen. Bei den Jäckchen sind gestrickte aus dem gleichen Grunde vorzuziehen, da sie sehr durchlässig sind und gut gewaschen werden können. Hemdchen und Jäckchen müssen so eingerichtet sein, daß das eine vorn, das andere hinten zu schließen ist. Die so sehr beliebten Steckkissen sind nicht das Richtige; jedenfalls sollte das Kind nicht mehr in ihnen eingewickelt liegen müssen, da es hierin leicht überhitzt werden kann. Auch ist die Säuberung, selbst wenn wasserdichte Unterlagen eingelegt werden, keine

leichte und oft eine unvollständige. Eine sorgfältig umgeschlagene wollene Decke ist bei weitem vorzuziehen. Später gibt es dann, wie bekannt, die langen Tragkleidchen, die aber Schuhe und Strümpfe nicht entbehrlich machen. Die Füße dürfen nie kalt werden. Die Schuhe müssen daher zunächst auch weich sein, am besten gehäkelt; erst später, wenn das Kind im Freien sich selbständig zu bewegen gelernt hat, dürfen Lederschuhe in Benutzung kommen. Auch der Kopf wird nur draußen mit einem Häubchen bedeckt, im Zimmer muß dieses fortfallen, um Verweichlichung zu verhüten und auch die Ohren nicht von der freien Luft abzuschließen. Sobald das Kind zu krabbeln anfängt, muß das Kleidchen kürzer und ein Windelhöschen angelegt werden, das an ein Leibchen angeknöpft wird. Gummi ist hierbei zu vermeiden, ebenso wie der Ersatz dieses Höschens durch eine umgebundene Windel, die sich immer verschiebt und den Leib nackt läßt.

Nun braucht auch das kleinste Wesen ein eigenes *Bett*. Am besten eignet sich hierfür ein Waschkorb, der mit Stoff ausgeschlagen wird, und zwar mit hellem Stoff, damit man seine Sauberkeit stets kontrollieren kann. Die Matratze vertritt eine Decke, die jeden Tag auseinander genommen, gelüftet und gereinigt werden kann; als Unterlage wird am besten und am billigsten Holzwolle in einem Bettbezug benutzt. Die Holzwolle kann mit Sodawasser immer wieder gewaschen und getrocknet werden und aufs neue zur Verwendung kommen. Am besten werden die Bettunterlagen mit wasserdichtem Stoff überzogen. Später kommt am vorteilhaftesten ein eisernes Bettgestell in Frage, das hohe Wände haben muß, denn ein Kind ist besonders vor Zugluft zu schützen, weil es vielfach frei liegt. Die Wände des Bettes sind daher entweder mit waschbarem Stoff zu versehen, der abgeknöpft oder gewechselt werden kann, oder man hängt auf den Bettrand Tücher, besonders am Kopfende, und schützt den Kopf auch beim Lüften des Zimmers noch direkt lose durch eine Windel. Federn sind zu vermeiden, vor allem als Deckbetten. Sie eignen sich noch weniger als Unterbetten. Der Grund ist leicht einzusehen; sie halten allzu warm und sind schwer oder gar nicht ausreichend zu reinigen, wenn sie, wie es hier unvermeidlich ist, beschmutzt sind, so daß sie dann bald zu reichlicher Entwicklung von Bakterien Anlaß geben, insbesondere von Schimmelpilzen. Der sogenannte Armeleutegeruch ist vornehmlich auf die in feuchten Betten ihren Sitz findenden Schimmelpilze zurückzuführen. Es gibt Holzwolle von so feiner und zarter Beschaffenheit, daß sie nach jeder Richtung hin die Bettfedern ersetzen kann; ihre Ver-

wendung im kindlichen Bett läßt sich um so leichter durchführen, als ein junges Kind eines Kopfkissens überhaupt nicht bedarf. Doch ist gerade dem Hinterkopf besondere Beachtung und Sorgfalt zuzuwenden, denn er ist oft ganz außerordentlich weich und nachgiebig, so daß er, wenn das Kind lange in derselben Lage verharret, hierdurch in seiner späteren Gestaltung stark beeinflusst wird. Es ist darum acht zu geben, daß die Kopfhaltung öfters geändert und gewechselt wird. Die Bettdecke pflegen kleine Kinder mit Vorliebe alsbald wegzustrampeln. Es müssen daher an ihren beiden oberen Enden Schleifen aus Band oder Gummiband angenäht werden, die in richtiger Höhe an den Seitenwänden zu befestigen sind. Man kann auch, was sich besonders im Sommer empfiehlt, durch ein über die oberen Kanten der Bettwände hinweg gespanntes GazeNetz den Säugling vor Fliegen schützen, nur muß dieses Schutznetz recht hoch über ihm angebracht sein, um den Luftaustausch nicht zu stören. Daß man das Bett auf Schaukelunterlagen stellt, also aus ihm eine Wiege macht, ist nicht vonnöten; dieser Gebrauch hat immer mehr abgenommen. Die Erfahrung hat allerdings gezeigt, daß eine schaukelnde Bewegung unruhige Kinder zur Ruhe bringt. Worin ein solcher Zusammenhang besteht, ist nicht bekannt. Ob das Wiegen den Säuglingen schädlich ist, darüber gehen die Ansichten auseinander. Jedenfalls aber ist es gewöhnlich überflüssig, und es ist daher richtiger, das Bett festzustellen. Als Bett wird auch gleichzeitig manchmal der Kinderwagen benutzt, in dem das Kind ins Freie gefahren wird. Auch dieser muß auf alle Fälle die Luftzirkulation frei geschehen lassen und darf darum nicht, wie es oft geschieht, mit Gummistoff ausgeschlagen sein. Wird er zugleich als Bett verwendet, so muß er im Laufe des Tages wiederholt ausgelüftet werden. Auch bei der Stellung des Bettes und des Wagens ist darauf acht zu geben, daß der Säugling nicht ins grelle Licht sieht, ebensowenig wie beim Fahren durch die Straßen. Da muß das Bett eben so gestellt werden, daß dies vermieden wird, und nicht etwa das ganze Zimmer zu solchem Schutze verdunkelt werden.

Nun ist auch die weitere *Umgebung* eines so jungen Menschenkindes nicht gleichgültig. Wo irgend möglich, wird man ihm ein Zimmer zuweisen, das ausreichend belichtet ist und genügend gelüftet und tunlichst auch im Sommer kühl gehalten werden kann. Auch darf, wenn es sich irgendwie vermeiden läßt, in diesem Zimmer nicht gekocht, noch gebügelt, noch gewaschen oder Wäsche getrocknet werden. Die so wichtige ausreichende Lüftung des Zimmers muß bequem zu ermöglichen sein.

Am besten eignen sich hierzu die sogenannten Kippfenster. Sind sie nicht vorhanden, so empfiehlt es sich, die Lüftung aus dem Nebenzimmer durch weiteres Öffnen der dortigen Fenster und der Zwischentüren zu bewerkstelligen. Wenn das Kind gleichzeitig im Zimmer bleiben muß, ist besondere Vorsicht geboten. Man kann dann zunächst das Nebenzimmer stark lüften und erst später die Zimmertüren öffnen. Jedenfalls darf das Kind niemals dem Zuge ausgesetzt werden. Auch hier aber ist vor der irrigen Ansicht zu warnen, daß etwa künstlich eingebrachte Wohlgerüche oder Luftverbesserungssensenzen die Reinheit und Güte der Luft irgendwie beeinflussen können. Sie verunreinigen sie nur und verdecken bestenfalls ihren üblen Geruch durch den eigenen. Nie aber kann reine Luft anders erzielt werden, als durch Ersetzen der verbrauchten mittels frischer, reiner Luft. Um irgendwelche Verunreinigung der Luft durch Staub zu vermeiden, muß nicht nur stets feucht aufgewischt, sondern auch feucht abgestaubt und alles dasjenige vermieden werden, was die Luft beeinflussen kann, so besonders auch stark duftende Blumen. Ein Wickeltisch empfiehlt sich schon darum, weil das Kind auf ihm bequem liegt. Es darf auch hier nicht etwa an den Armen emporgezogen, sondern muß stets mit der ganzen Hand unter Kopf, Nacken und Rücken aufgerichtet werden. Der Aufenthalt auf dem Wickeltisch ist besonders auch zur Besichtigung und Beobachtung des kindlichen Körpers zu benutzen. Ist es größer geworden, so bekommt es eine sogenannte Gehbarre, worin es von selber sich aufzurichten lernt und gleichzeitig auch vor der Berührung mit allem Unzuträglichen im Zimmer geschützt ist. Hier muß den Boden wiederum eine kleine besondere Matratze aus waschbarem Stoff bilden, denn der Zimmerboden mit seinem Staub gibt Gelegenheit zur Infektion. Der Aufenthalt in solchem abgegrenzten Raume hat auch einen gewissen erzieherischen Wert, indem er das Kind verhindert, allen auftretenden Launen und Wünschen seiner Bewegungsfreiheit nachgeben zu können. Es muß dem Kinde selbst überlassen bleiben, wann es sich zuerst aufrichtet und die ersten bescheidenen Versuche zum Gehen macht. Man soll es also nicht etwa vorzeitig hierzu bringen wollen, da die Beine dann die Last noch nicht tragen können und krumm werden. Die Laufstühle und das früher so beliebte Gängelband sind darum auch nicht zweckmäßig, und ein Spielstühlchen darf auch erst dann in Tätigkeit treten, wenn das Kind allein zu sitzen vermag. Für das Sitzen gilt dasselbe wie für das Gehen; auch hier muß die Muskulatur erst die ausreichende Kraft erlangt haben, sonst kann leicht eine Verbiegung der Wirbelsäule

entstehen. Darum soll das Kind auch nicht übermäßig lange hintereinander im Sitzstühlchen verharren. Dessen Sitzbrett darf keinesfalls das so beliebte Loch tragen, weil sonst jede Erziehung zur Sauberkeit und zur Regelmäßigkeit erschwert wird.

Wichtig für den Säugling ist, daß er ausreichend in reine, frische Luft gebracht wird, die gerade für ihn und seine Entwicklung unbedingt notwendig ist. Es kann damit schon sehr frühzeitig ungefähr im zweiten Monat, und zwar im Sommer etwas früher, im Winter etwas später, begonnen werden. Dabei ist darauf zu achten, daß vor allem im Sommer der Wagen nicht durch ein Verdeck oder gar noch durch Vorhänge geschützt wird, und das Kind tief in Betten eingehüllt liegt. Man lasse vielmehr den Wagen ungeschützt und hülle das Kind in die nur unbedingt nötigen Decken oder Betten, die dazu dienen sollen, übermäßigen Wärmeverlust zu vermeiden und nicht dazu, eine Wärmestauung vorzunehmen. Bei der Beurteilung der Witterung ist nicht so sehr auf die Temperaturgrade Rücksicht zu nehmen, sondern auf die Stärke des Windes. So kann bei Windstille auch der Säugling ruhig bei einigen Kältegraden an die frische Luft gebracht werden. Was die Tageszeit anbelangt, so nütze man in erster Linie die Vormittagsstunden. Ist die Gelegenheit dazu vorhanden, so fahre man mit dem Kind in Gegenden, die reine, frische Luft, soweit man in der Großstadt davon reden kann, aufweisen. Ist das nicht möglich, so ist sicherlich besser, das Kind lange Zeit, eventuell den ganzen Tag, in einem frischgelüfteten, sonnigen Zimmer unterzubringen, als es in den lärmgefüllten Straßen mit schlechter Luft mehr oder weniger lange spazieren zu fahren. Es ist selbstverständlich, daß im Winter dieses frischgelüftete Zimmer etwas angewärmt ist. Ist man gezwungen, das Kind in einem solchen Zimmer unterzubringen, so bedecke man es nur je nach der Jahreszeit mit einer leichteren oder schwereren Decke, die im Sommer bei entsprechender Temperatur ganz weggelassen werden kann, damit das Kind in seinen natürlichen Bewegungen nicht behindert ist und auf diese Weise selbst zu seiner guten Entwicklung beitragen kann. Dieses ausgedehnte Verbringen des Kindes in frischer Luft bewirkt neben der günstigen Entwicklung eine allmähliche Abhärtung und damit steigende Widerstandsfähigkeit des jungen Körpers. Wenn man auf der einen Seite auch vor einer oftmals übertriebenen Abhärtung warnen muß, so ist es auf der anderen Seite doch zweckmäßig, diese schon in frühester Kindheit vorzunehmen und einzuleiten. Hier werden für die Zukunft des Kindes planmäßige, allmählich einsetzende Abhär-

tungsprozeduren günstig wirken. Diese müssen, um hier nur das meist geübte Gebiet der Kaltwasserbehandlung zu streifen, selbstverständlich in den ersten Sommermonaten begonnen werden, wobei man zunächst laues oder abgestandenes Wasser verwendet, um erst allmählich, je nachdem, wie das Kind auf Grund seiner Konstitution die Maßnahmen verträgt, zu kühlerem Wasser überzugehen. Nun noch ein Wort zur Besonnung. Genau so wie beim Erwachsenen ist es erst recht beim Kinde mit seiner viel zarteren Haut, seinen viel zarteren Knochen, vor allem des Schädeldaches und der noch nicht vollständig knöchern geschlossenen Schädelhöhle nicht angezeigt, das Kind längere Zeit der direkten Besonnung in Ruhelage auszusetzen. Damit ist nicht gesagt, daß das Kind vor der Besonnung überhaupt geschützt werden soll. Es ist nur nötig, daß das Kind während der Besonnung bewegt wird, also, da es noch nicht selbst laufen kann, in der Sonne gefahren wird. Auf diese Weise werden die bekannten Schädigungen durch lange, direkte Besonnung in der Ruhe, die wir ja auch an Erwachsenen nach sinnlos langem, ruhigem Liegen in der Sonne beobachten, verhindert.

Schon in frühester Zeit hat weiter die Erziehung einzusetzen, die in allererster Linie darin bestehen muß, daß das Kind an Regelmäßigkeit in seiner Erziehung, Pflege, Ernährung und sonstigen Verrichtungen gewöhnt wird. Es ist selbstverständlich, daß hier, wie während der ganzen Erziehung, am wirksamsten das eigene Verhalten der Eltern und Erzieher ist, die auch für ihre eigenen Pflichten besonders in allem, was mit dem Säugling geschieht, sich größter Regelmäßigkeit befleißigen müssen. Besonders wichtig, dabei aber sehr vernachlässigt, erscheint die Ernährungsfrage, bei der man schon das Kleinkind zu Mäßigkeit und Einfachheit erziehen kann. Man mißt die Nahrung dem Alter und Bedürfnis entsprechend ab und verabfolgt nur diese Menge, auch dann, wenn das Kind nach mehr verlangt. Auch der sogenannte Schnuller oder Zulp ist eine grobe Unsitte, die nur in den allerseltensten Fällen Berechtigung hat, nämlich nur dann, wenn das Kind übermäßig und lange schreit, wodurch eventuell körperliche Schäden z. B. Nabelbrüche entstehen können, und alle anderen Beruhigungsversuche gescheitert sind. Es ist allerdings verkehrt, dann den üblichen Gummiaufsatz der Flasche, etwa noch mit Zucker gefüllt und mit einem Korkpfropfen geschlossen, zu geben. Abgesehen davon, daß man durch die Füllung mit Süßigkeit bei dem Kinde nur immer wieder das Verlangen nach demselben hervorruft und es auf diese Weise an den Schnuller gewöhnt, besteht die große Gefahr, daß

dieser Guimbiaufsatz eingesogen wird, wodurch Erstickungsmöglichkeit entsteht. Wenn man überhaupt einen solchen Schnuller gibt, dann muß derselbe mit einem großen, knöchernen Ring am Ende versehen sein, so daß er nicht ganz in den Mund gelangen kann; am besten ist es, ihn noch irgendwo am Bett zu befestigen. Oberste Notwendigkeit ist, daß er weiterhin in hygienisch einwandfreiem Zustand gehalten wird, jederzeit gut gereinigt werden kann und aus diesem Grunde möglichst glatte Flächen ohne Rinnenbildung und Verschnörkelungen aufweist. In den Fällen, in denen ein solcher Schnuller wirklich gegeben werden muß, versuche man aber, das Kind sobald als möglich wieder davon zu entwöhnen. Auch mit der Erziehung zur Reinlichkeit kann schon frühzeitig, etwa im vierten, fünften Monat begonnen werden. Wenn die Kinder daran gewöhnt sind, daß sie davon befreit werden, wenn das Bedürfnis erledigt ist, so werden sie sich bald danach richten.

Auch die Erziehung zur Folgsamkeit soll frühzeitig einsetzen. Es darf das Kind, wie das leider vielfach geschieht, nicht sofort bei jedem Schreien aufgenommen, geschaukelt usw. werden. Weiter darf man nicht sogleich jedem Willen nachgeben. Vor allem ist es vollkommen verkehrt, wie man das leider nicht zu selten sieht, und rächt sich später bitter, wenn das Kind seinen Willen durch Schreien, Strampeln und sonstige Gebärden ertrotzen kann. Hier ist von Anfang an energisch entgegenzutreten, was nicht immer durch körperliche Züchtigung zu geschehen braucht, die vor allem niemals aus geringfügigen Anlässen vorgenommen werden sollte. Während der Entwicklung des Kindes übertreibe man die Beschäftigung des Erwachsenen mit dem Kinde nicht, sondern überlasse das Kind vielmehr weitgehend sich selbst. Ebenso ist es unnötig, dem Kind immer neue Spielsachen zu bieten. Ist doch bekannt, daß das Kind mit seiner Phantasie sich mit den einfachsten Dingen lange Zeit gut beschäftigt und oft die unscheinbarsten Gegenstände seine liebsten sind, mit denen es stundenlang zu spielen versteht. Bei der Anschaffung von Spielsachen beachte man, daß sie hygienisch einwandfrei sind. Wir wissen ja, daß das Kind alles in den Mund nimmt, ja nehmen muß, weil es alle Dinge zunächst mit dem Gefühl beurteilt und mit den Lippen und der Zunge am feinsten fühlt. Daher dürfen Spielsachen für das Kleinkind nicht irgendwelche sich ablösende Farben besitzen, dürfen nicht spitzig oder eckig sein und sollten auch keine Stoffbezüge haben, die Fasern abgeben. Am besten eignen sich Spielsachen aus Zelluloid, da diese abwaschbar sind, somit infolge der Reinigung den hygienischen

Anforderungen entsprechen. Sie besitzen allerdings die Gefahr, daß sie in die Nähe der Flamme gebracht, sofort lichterloh brennen, worauf also acht zu geben ist. Bei den oft gebräuchlichen Gummipuppen sollte man nur solche wählen, bei denen keine Metallpfeife eingearbeitet ist. Diese sind ja meist nur eingeknüpft und besitzen außerdem scharfe Ränder, so daß die Gefahr besteht, daß das Kind diesen Metallknopf, der natürlich wegen seiner kühlen Beschaffenheit besonders gern in den Mund genommen wird, allmählich herauslöst und dann verschluckt und sich an den scharfen Rändern außerdem noch verletzen kann.

Die im vorigen Abschnitt besprochene Pflege des Säuglings und zugleich planmäßige Abhärtung sind auch der beste Schutz gegen Krankheiten, bei denen der Säugling durch die unter den Namen Kinderkrankheiten allgemein bekannten Infektionen, wie Masern, Scharlach, Keuchhusten, Windpocken, Diphtherie, sowie durch Verdauungskrankheiten besonders gefährdet ist. Selbstverständlich können daneben auch andere Erkrankungen eintreten. Die Verdauungskrankheiten des Säuglings entstehen meistens durch zersetzte oder verunreinigte Nahrungsmittel, in allererster Linie der Milch, was besonders in der heißen Jahreszeit der Fall ist. Es muß immer wieder darauf hingewiesen werden, daß, abgesehen von allen anderen, gerade mit Rücksicht auf die Ernährungsstörungen die Muttermilch die beste und einwandfreieste Ernährung des Säuglings ist. Leider sind weite Kreise von dieser Selbstverständlichkeit aus den verschiedensten Gründen abgekommen. Genügt die Brusternährung nicht oder muß aus anderen Gründen eine Zusatznahrung gegeben werden, so ist zur Vermeidung des Brechdurchfalles auf einwandfreie Beschaffenheit der Beikost zu achten. Vor allem ist im Sommer auf entsprechende Kühllhaltung der Milch Sorgfalt zu legen. Zur einfachen Durststillung verwende man kühles, abgekochtes Wasser oder ganz dünnen Tee. Entsteht trotzdem Brechdurchfall, so ist selbstverständlich sofort ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen, Milch ist in der Nahrung wegzulassen und als Flüssigkeit darf nur dünner Tee gereicht werden. Die Hauptsache bei der Pflege ist größte Reinlichkeit, vor allem dann, wenn der Erwachsene neben dem Kranken auch gesunde Säuglinge zu versorgen hat, da die Gefahr einer Übertragung außerordentlich groß ist. Diese Reinlichkeit ist auch in gesunden Tagen besonders angezeigt; man achte darauf, daß das Kind nichts, was auf den Boden gefallen oder sonst beschmutzt ist, in den Mund steckt, da auch dadurch Infektionen verschiedenster Art entstehen. Ebenso sei man bei

dem Umgang mit anderen Kindern vorsichtig und gestatte nur den Verkehr mit gesundheitlich einwandfreien Kindern. Selbstverständlich ist, daß auch Erwachsene, die an Husten, Auswurf oder sonstigen Erkrankungen leiden, von dem Säugling fernzuhalten sind. Ein außerordentlich gefährlicher Unfug ist das Küssen des Säuglings, besonders dann, wenn es auf den Mund geschieht.

An das Säuglingsalter schließt sich das *Kleinkindesalter* an, das wohl das schönste sowohl für die Eltern als auch für das Kind selbst ist. In dieser Zeit ist besondere Sorgfalt auf die Ernährung zu legen. Das Kind ißt jetzt bereits alles, was der Erwachsene zu sich nimmt. Man muß bei der Ernährung des Kindes jetzt bedenken, daß es nicht nur die Nahrungstoffe für den Lebenshaushalt benötigt, sondern darüber hinaus die verschiedenen Stoffe für das Wachstum. Für das Kind sind eine Reihe von Stoffen besonders nötig und zwar die sogenannten Vitamine und Kalksalze, die für den Knochenbau sehr wichtig sind. Auf diese Weise kann schon durch die richtig zusammengesetzte normale Nahrung die vielgefürchtete englische Krankheit oder Rachitis vermieden werden. Im allgemeinen soll die Nahrung viel frisches Gemüse und Obst enthalten und abwechslungsreich sein. Fleisch und Eier sollen durchaus nicht, wie vielfach angenommen und getan wird, die Hauptrolle spielen. Eine gut gemischte sogenannte Hausmannskost ist auch für das Kind das vorteilhafteste. Als Brot verwende man auch für das Kleinkind bereits Schwarzbrot und nicht, wie das häufig geschieht, Weiß- oder gar reines Weizenbrot. Die Milch soll das Kind nicht entbehren, sie ist als Getränk zweckmäßigerweise zu oder noch besser nach dem Essen zu reichen, damit nicht durch Trinken vor dem Essen das Kind mehr oder weniger satt ist, was durch die natürliche Gerinnung der Milch im Magen bedingt ist, und dann nichts mehr oder zu wenig ißt. Schließlich ist darauf zu achten, daß die Nahrung gut zerkleinert wird, weil sie dann vom Körper viel besser ausgenützt wird. Ebenso verkehrt ist es, wenn man die Kinder die Nahrungsaufnahme in spielerischer Weise zu lange hinausziehen läßt, denn die erkalteten Speisen können eventuell Verdauungsstörungen hervorrufen. Schließlich darf den Kindern schon in diesem Alter nicht gestattet werden, Speisen, die sie nicht mögen, entweder zurückzuweisen oder in ungenügender Menge aufzunehmen. Das Kind muß alles essen, was auf den Tisch kommt.

Auch jetzt, wo das Kind verständig wird, muß es zu eigener Reinlichkeit angehalten werden. Diese erstreckt sich auf die eigene allgemeine

Körperpflege, wobei den *Nägeln* und der *Mundpflege* besondere Sorgfalt zuzuwenden ist. Schon das kleine Kind soll dazu erzogen werden, nach jeder Nahrungsaufnahme die Zähne zu putzen oder zumindest neben dem morgendlichen Mundreinigen, abends vor dem Schlafengehen die Zähne zu säubern.

Zur allgemeinen Pflege und Erziehung sei besonders betont, daß auch das Kleinkind mindestens noch 12 Stunden Schlaf benötigt. Es ist daher ein Unfug, wie man das leider nicht allzu selten beobachten kann, die Kleinkinder abends länger wachzuhalten oder gar mit ihnen auf der Straße zu sein. Auch das Kleinkind gehört allerspätestens um 8 Uhr ins Bett. Dieses soll ihm möglichst allein zustehen, denn es ist gesundheitsschädlich, die Kinder mit Erwachsenen zusammen schlafen zu lassen. Bei der sonstigen Erziehung vermeide man frühzeitiges Heranbringen geistigen Stoffes, was eine unnötige Anstrengung des Gehirnes bedeutet, die zumindest für das Kind nicht vorteilhaft ist. Manche Eltern sind ja besonders stolz darauf, ein sogenanntes kluges Kind zu besitzen, merken aber nicht, daß das unnatürlich, unkindlich wirkt, wozu noch kommt, daß sie später große Enttäuschungen erleben können. Das gleiche gilt für die körperliche Ausbildung. Man halte das Kleinkind zu ungezwungenem Spielen und körperlicher Betätigung an, ohne es, wenn es unlustig oder müde ist, dazu zu zwingen. Durch solche erzwungene übermäßige Betätigung kann nur körperlicher Schaden gestiftet werden. Nur das bewegungsarme Kleinkind sollte zu regelmäßigen Übungen herangezogen werden, die allerdings auch in Spielform dem Kind näher gebracht werden können. Man achte darauf, daß beide Körperhälften ausgebildet werden und lasse das Kind die verschiedenen Verrichtungen mit beiden Seiten ausführen. Man sollte auch mit dem Unfug des sogenannten „schönen Händchens“ aufhören. Beim Gehenlernen und später beim Gehen halte man das Kind nicht immer dazu an, die Fußspitzen schön nach außen zu setzen, denn das ist eine unnatürliche Fußhaltung. Die beste Fußhaltung beim Gang besteht entweder in einem parallelen Aufsetzen der beiden Füße, wobei gelegentlich die Fußspitzen ein klein wenig nach außen gerichtet sind. Mit dem 6. Lebensjahr erfolgt durch die *Einschulung* ein bedeutungsvoller Eingriff in das bisherige Leben des Kindes. Es soll hier nicht über die verschiedenen hygienischen Erfordernisse in Bezug auf Klassenzimmer, Beleuchtung, Lüftung, Heizung, Schulbänke usw. gesprochen werden, da das heute in der Schulhygiene selbstverständliche Einrichtungen sind. Auf eins sei nur hingewiesen, da unseres Wissens dar-

auf nicht hinreichend achtgegeben wird. Es sollten in jeder Klasse Schulbänke verschiedener Größe vorhanden sein, damit für die verschieden großen Kinder jeweils die passende Sitzgelegenheit vorhanden ist. Daraus ergibt sich, daß das Setzen der Kinder etwa nach Leistungen oder das ständige Wechseln der Plätze unzweckmäßig ist.

Zwei Dinge müssen besonders erwähnt werden, das ist die um diese Zeit oft auftretende *Kurzsichtigkeit*, die sogenannte Myopie, und der *Haltungsverfall*. Die erstere entsteht durch unzureichende Beleuchtung und durch falsche Körperhaltung. Durch unzureichendes Licht ist das Kind gezwungen, den Kopf weit vornüber zu beugen und das Auge dauernd auf übertriebene Nähe einzustellen. Durch diese Zustände, auf die im übrigen auch zu Hause hinreichend achtgegeben werden sollte, entwickelt sich allmählich eine Verlängerung der Augapfelachse nach hinten. Der Haltungsverfall entsteht durch zu lang dauerndes ununterbrochenes Sitzen, wodurch die Muskeln, die den Körper aufrecht halten, allmählich ermüden, so daß der Körper nach vorn in sich zusammenfällt. Die chronische Überbeanspruchung dieser Muskeln führt dazu, daß dieser Zustand nach und nach ein dauernder wird. Das zweckmäßigste Mittel gegen den Haltungsverfall ist die Einfügung von Pausen, in denen durch entsprechende Übungen eine Entlastung der angestregten Muskeln vorgenommen wird.

Die idealste Lösung ist in der sogenannten *Waldschule* zu erblicken, die am Rande der Großstadt gelegen, den Unterricht größtenteils im Freien abhält. Die Unterrichtsstunden werden in zweckentsprechender Weise durch Stunden körperlicher Betätigung unterbrochen, so daß dadurch die verschiedenen Folgen, die wir unter dem Namen *Schulschäden* zusammenfassen, vermieden werden.

Im späteren Schulalter tritt dann in der sogenannten *Pubertätszeit* die sexuelle Differenzierung ein. Der Eintritt derselben ist sowohl bei den einzelnen Individuen als auch bei den verschiedenen Rassen verschieden. So wissen wir, daß bei den in warmen Klimaten wohnenden Südländern die Reifezeit sehr früh, bei den im hohen Norden wohnenden Völkern sehr spät eintritt. Sie beruht in der zunehmenden Entwicklung und Funktion der Geschlechtsdrüsen, die neben ihren Hauptprodukten, den Samen- und Eizellen, noch besondere Stoffe, die sogenannten *Hormone*, absondern. Unter dem Einfluß dieser Hormone entwickeln sich die spezifisch geschlechtlichen Merkmale des Körpers, neben der sekundären Behaarung bei dem Mädchen die Brüste und die besonderen Formen des weiblichen

Körpers, beim Jungen die Veränderungen im Kehlkopf mit dem bekannten Stimmwechsel und die besonderen Formen des männlichen Körpers, also überhaupt alle charakteristischen Geschlechtsunterschiede. In dieses Alter fällt eine offenbar auch durch die genannten Hormone bedingte Vermehrung des Wachstums. Weiter wissen wir, daß häufig die inneren Organe, besonders das Herz, mit dem äußeren Körperwachstum nicht Schritt hält und daß weiter ein Mißverhältnis in dem Wachstum zwischen Herz und Hauptschlagader besteht, so daß das Herz jetzt viel mehr Arbeit zu leisten hat, da es, abgesehen von dem erwähnten Wachstumsmißverhältnis, auch den nun viel größeren Organismus intensiv mit Blut versorgen muß, um die Stoffe für das vermehrte Wachstum heranzubringen. Infolgedessen ist das an sich schon maximal arbeitende Herz besonders gefährdet. Das gilt vor allem bei der *sportlichen Betätigung*. Es sei hervorgehoben, daß diese gerade in dem Pubertätsalter von besonderer Bedeutung und wünschenswert ist, um dem Körper die nötigen Wachstumsreize, besonders für die Breiten- und Umfangsentwicklung, zu geben. Es muß aber vor einer Übertreibung gewarnt werden, weil dadurch Herzschädigungen entstehen, die oft von dauernder Natur sind. Aus diesem Grunde sind vor allem die sogenannten Dauerübungen und ein sogenanntes regelmäßiges und schweres Wettkampftraining zu unterlassen. Auch Übungen, die mit Pressungen verbunden sind, sind schädlich. Die besten Übungen für die Pubertätszeit sind sogenannte Schnellkraftübungen, zu denen in erster Linie kurze Schnellläufe, Schwimmen über kurze Strecken und vor allem die verschiedenen Spiele gehören. Sinn aber haben all diese sportlichen Übungen nur, wenn sie planmäßig, regelmäßig und unter Aufsicht einer entsprechend geschulten Kraft geschehen. Bei dem weiblichen Geschlecht tritt in der Pubertätszeit als äußeres Zeichen der Geschlechtsreife die sogenannte Monatsblutung in Erscheinung, die bei dem jungen Mädchen aber häufig nicht in dem bei der erwachsenen Frau üblichen drei- bis vierwöchentlichen Abstand auftritt, sondern oft unregelmäßig ist. Auch ist sie oft mit Schmerzen und allgemeinen Beschwerden verbunden. Außerdem ist zu bedenken, daß das verloren gegangene Blut wieder ersetzt werden muß. Es erscheint daher angezeigt, vor allem bei schwächlichen Mädchen, während dieser kritischen Tage eine gewisse Schonung auszuüben und in diesen Tagen die Beschäftigung und Betätigung und, wenn möglich, auch die Berufsausübung so zu gestalten, daß der Blutverlust nicht unnötig gesteigert wird. In solchen Fällen ist es allerdings dann auch notwendig, das sonstige Verhalten, also z. B. geselli-

gen Verkehr, Lektüre und alles, was auf die geistige und besonders auf die erotische Sphäre erregend wirkt, entsprechend einzustellen.

Bei beiden Geschlechtern kommt es mit Eintritt der Geschlechtsreife zu allen möglichen die Phantasie erregenden Zuständen und zu den ersten erotischen Erregungen, die sich in den mannigfachsten Weisen äußern. Es ist in dieser Zeit die *sexuelle Aufklärung* unbedingte Notwendigkeit. Sie hat in allererster Linie durch die Eltern zu geschehen. Leider wird sie von diesen aus unverständlichen Gründen sehr häufig vernachlässigt oder überhaupt unterlassen. Damit begehen diese eine große Sünde gegen ihre Kinder; denn diese suchen sich dann diese Aufklärung aus fragwürdigen Büchern, die mit glühenden Augen und fliegenden Pulsen verschlungen werden, oder von ebenso fragwürdigen sogenannten älteren Freunden. Selbstverständlich hat auch die Schule an der sexuellen Aufklärung mitzuarbeiten, indem sie bei geeigneten Unterrichtsgebieten in natürlicher ungekünstelter Form an die Erscheinungen im Tierreich anknüpft. Aber eine noch so gute allgemeine Aufklärung der Schule kann niemals die durch Eltern ersetzen, da eine solche Aufklärung stets individuell auf das einzelne Kind abgestuft sein muß. Daher ist auch von den sogenannten Aufklärungsvorträgen in den oberen Klassen der höheren Schulen nichts oder nicht viel zu halten, da sie ohnedies ja meist zu spät kommen und wiederum die besondere körperliche und geistige Verfassung des einzelnen Kindes nicht berücksichtigen können. Sind sich die Eltern dieser wichtigen Aufgabe bewußt und führen sie sie richtig durch, dann kann sehr viel Unheil von ihren Kindern ferngehalten werden, da diese dann auch die Gefahren erkennen, in denen sie schweben können. Wann diese Aufklärung erfolgen soll, kann natürlich nicht generell gesagt werden. Es hängt das in allererster Linie von der individuellen Entwicklung des Kindes und dann aber auch von dem Milieu, in dem sich das Kind befindet, ab.

Ist die sexuelle Reifung und die gänzliche Vollendung der körperlichen Beschaffenheit abgeschlossen, dann kommt die Zeit des Höhepunktes des Lebens. In dieser und zwar erst in dieser sollte die *Eheschließung* erfolgen. Der Abschluß der Entwicklung ist genau wie der Zeitpunkt des Eintrittes derselben nicht nur bei den einzelnen Individuen, sondern auch bei den einzelnen Rassen außerordentlich verschieden. Dadurch kommt es z. B., daß in den südlichen Ländern Eheschließungen in einem für unsere Anschauungen außerordentlich frühen Alter erfolgen. Bei unseren Frauen ist die Formentwicklung des knöchernen Beckens, der für die

Schwangerschaft und vor allem für die Geburt von so großer Bedeutung ist, frühestens um das 18., oft sogar erst um das 20. Lebensjahr beendet, so daß vor diesem Alter eine Eheschließung nicht vorgenommen werden sollte; denn der tiefste Sinn und heiligste Zweck der Eheschließung ist ja, Nachkommen zu zeugen und damit in seinen eigenen Kindern fortzuleben. Das Alter des Mannes ist für gewöhnlich um zehn Jahre höher als das der Frau. Es hat das eine gewisse Berechtigung, da die völlige Ausbildung des Mannes eine Reihe von Jahren, wenn auch nicht zehn Jahre, später abgeschlossen ist, als die der Frau. Weiter ist zu berücksichtigen, daß die Gebärfähigkeit der Frau ja begrenzt ist auf die Zeit von dem Abschluß ihrer körperlichen Entwicklung bis zu den Wechseljahren, während der Mann seine Zeugungsfähigkeit bis in ein weit höheres Alter hinein behält. Auf der anderen Seite soll natürlich sowohl der Mann als auch die Frau in den Jahren, in denen Kinder gezeugt werden, nicht zu alt sein, da der Gesundheitszustand der Eltern von größter Bedeutung für die Nachkommenschaft ist und zu alte Eltern nicht selten schwächliche Kinder hervorbringen, wenn auch oft gerade das Gegenteil der Fall ist.

Die größte Bedeutung für die Eheschließung kommt dem Gesundheitszustand beider Partner zu, weil das, abgesehen von allem anderen, für die Nachkommenschaft von besonderer Bedeutung ist. Daher wird immer wieder mit Recht die Forderung erhoben, daß für die Eheschließung *Gesundheitszeugnisse* von beiden Partnern verlangt werden. Den an verschiedenen Orten eingeführten *Eheberatungsstellen* kommt dann besondere Bedeutung zu, wenn sie tatsächlich Eheberatung treiben, und nicht, wie das vielfach geschah, in erster Linie Belehrungsstellen über die Verhütung von Schwangerschaft sind. Bei den Gesundheitsattesten wird vielfach, ebenso wie bei der richtigen Eheberatung, besonderer Wert auf ansteckende Krankheiten und zwar in erster Linie auf Tuberkulose und Syphilis gelegt. Natürlich kommt diesen beiden besondere Bedeutung zu, da bei Befallensein des einen Partners der andere ebenfalls infiziert und auch die Nachkommenschaft geschädigt wird oder überhaupt ausbleibt.

Bei der *Tuberkulose*, die, wenn überhaupt, so nur in den seltensten Fällen definitiv heilbar ist, wird meist nicht die Tuberkulose als solche, sondern die Anlage dazu vererbt. Diese Anlage und die meist schwächliche Konstitution solcher Kinder bedürfen nur eines geringen Anlasses, um die Tuberkulose ausbrechen zu lassen. Aus diesem Grunde müßten, so grausam das für den Betroffenen auch ist, alle an offener oder allge-

meiner Tuberkulose leidenden, von der Eheschließung ausgeschlossen werden, was in verschiedenen Staaten bereits offiziell angestrebt wird. Ist es aber zur Eheschließung zwischen einem Gesunden und einem an Tuberkulose Erkrankten gekommen, dann ist die größte Vorsicht geboten, daß keine Ansteckung des Gesunden stattfindet. Vor allem gilt das in Bezug auf die Nahrungsmittel und Nahrungsaufnahme und die Hygiene des täglichen Lebens. Ist es bei einer tuberkulösen Frau zu einer *Schwangerschaft* gekommen, so ist dauernde ärztliche Überwachung notwendig, weil unter dem Einfluß der Schwangerschaft nicht zu selten der tuberkulöse Prozeß sich akut verschlimmert, was zur Gefährdung des mütterlichen Lebens führen kann. In solchen Fällen wird der Arzt eventuell vor die Tatsache gestellt, die Schwangerschaft unterbrechen zu müssen, um wenigstens das Leben der Mutter zu retten. Diese Unterbrechung kann allerdings nur von einem Ärztekollegium beschlossen werden. Kommt es ohne Gefährdung der Mutter und ohne Verschlimmerung des Leidens zu einer Austragung der Schwangerschaft, dann sollte im Interesse des Kindes dieses am besten der Mutter zunächst ganz entzogen werden, zum mindesten ist allergrößte Vorsicht am Platze, damit das Neugeborene nicht tuberkulös infiziert wird. In erster Linie sollte die Mutter mit den an sich nur zu verständlichen Liebkosungen des Kindes äußerste Zurückhaltung und Vorsicht walten lassen.

Anders liegen die Verhältnisse bei der *Syphilis*, die durch entsprechende rechtzeitige Heilmaßnahmen geheilt werden kann. Zudem besitzen wir in der sogenannten Wassermannschen Reaktion ein, wenn auch nicht absolut zuverlässiges Mittel zur Feststellung, ob das syphilitische Gift noch im Körper vorhanden ist oder nicht. Sind alle Kuren sachgemäß und gewissenhaft durchgeführt und ergibt die Wassermannsche Reaktion ein Freisein des Körpers von dem syphilitischen Gift, so wird danach später eine Ehe möglich sein und gestattet werden können. Allerdings empfiehlt es sich, nach der Heilung noch einen längeren Zeitraum bis zur Eheschließung verstreichen zu lassen. Als solcher sind etwa fünf Jahre anzusehen. Geschieht eine Eheschließung vor der Ausheilung der Syphilis, so erfolgt mit den Samenzellen eine Übertragung der Krankheit auf das entstehende Lebewesen, das dann entweder nach einigen Wochen oder Monaten abstirbt, so daß es zur *Frühgeburt* kommt, oder das dann als syphiliskrank zur Welt gebracht wird. Gleichzeitig wird durch das keimende Leben die Krankheit häufig auch noch auf die Mutter übertragen.

Erwirbt ein Ehegatte außerhalb der Ehe Syphilis, so sind natürlich erst recht alle Vorsichtsmaßregeln durchzuführen, um eine direkte oder indirekte Ansteckung des Partners zu vermeiden. Außerdem ist natürlich Enthaltensamkeit dringend notwendig, um *krankhafte Nachkommenschaft* zu vermeiden. Eine intensive Behandlung ist erforderlich. Sonst gilt hier das oben über diese Erkrankung Gesagte. Ist es trotzdem zu einer Schwangerschaft gekommen, und hat diese zur Geburt eines syphiliskranken Kindes geführt, so muß dieses natürlich entsprechend behandelt und es darf auch nur von der Mutter selbst gestillt werden, falls diese syphilitisch ist, und niemals von einer gesunden Amme, weil diese dadurch infiziert werden kann. Ist die Mutter nicht syphilitisch geworden, so sollte man auch die Mutter das Kind nicht stillen lassen.

Eine ebenfalls für die Erzielung von Nachkommenschaft nicht belanglose Erkrankung ist die andere weitverbreitete Geschlechtskrankheit, der Tripper oder die *Gonorrhoe*. Diese Krankheit ist im Gegensatz zur Syphilis keine Allgemeinerkrankung, sondern eine örtliche, die aber einen sehr chronischen Charakter annehmen und sich aufsteigend über die gesamten Geschlechtsorgane ausbreiten kann und sie dadurch für ihre Funktionen untauglich macht. Zweifellos beruht ein großer Teil der kinderlosen Ehen auf dieser Erkrankung; auch ein großer Teil der sogenannten Einkindehen ist darauf zurückzuführen. Das Gefährliche der Erkrankung liegt darin, daß sie nach dem Abklingen der akuten Entzündungserscheinungen und dem damit parallel gehenden Verschwinden der Schmerzen und sonstiger Beschwerden nicht nur in den Schleimhäuten der äußeren Geschlechtswege, wo sie ja zuerst auftritt, bestehen bleibt, sondern auch in das Innere aufwandern kann, so daß sie lange Zeit, auch nach Jahren noch, infektionsfähige Keime enthält, die dann gelegentlich aus irgendwelchen Gründen wieder aufflackern und neue Infektionen hervorrufen können. So kann es geschehen, daß z. B. ein Mann seine Frau infiziert, ohne daß die Erkrankung bemerkt oder beachtet wurde und so in dem akuten Stadium vorüberging, da sie ja im allgemeinen bei der Frau infolge der besonderen anatomischen Verhältnisse geringere Beschwerden verursacht, und daß dann der Mann, der sich längst geheilt glaubte, sich wieder von seiner Frau akut nach Jahren infiziert, was natürlich zu den schwerwiegendsten Weiterungen für den Bestand der Ehe führen kann. Daraus ergibt sich, daß diese Erkrankung sofort nach ihrem Auftreten intensivster ärztlicher Behandlung bedarf, um sie zur Ausheilung zu bringen, bevor sie von der Schleimhaut der

äußeren Geschlechtswege auf die Geschlechtsorgane übergreift. Erwähnt sei noch, daß das Kind einer an Tripper erkrankten nicht oder ungenügend behandelten Frau während des Geburtsaktes gefährdet ist, weil es eine gonorrhöische Augenerkrankung davontragen kann.

Kommt es während einer Schwangerschaft zu einer gonorrhöischen Infektion oder tritt während einer solchen doch eine Schwangerschaft ein, so ist gerade in diesem Zustand eine intensive Behandlung sofort notwendig, damit die Erkrankung auf die vorderen Schleimhautwege beschränkt bleibt und zur Ausheilung kommt, ehe die Geburt eintritt. Ist bis dahin die Erkrankung nicht abgeheilt, so bestehen schwere Gefahren für die Frau, weil dann durch Eröffnung der Geburtswege die Infektion in die Gebärmutter und ihre Anhänge aufsteigt und dort zu schweren Entzündungen führt, die sogar Allgemeinerkrankungen des Körpers zur Folge haben können. Nach solchen schweren Erkrankungen der Geschlechtsorgane kommt es dann meist zu einer *Sterilität der Frau*, weil die sich bei der Heilung bildenden narbigen Verwachsungen den Eileiter undurchgängig machen, so daß die Eizellen aus dem Eierstock nicht mehr durch die Eileiter in die Gebärmutter gelangen und auf der anderen Seite die Samenzellen nicht mehr durch den Eileiter der Eizelle zur Befruchtung entgegenwandern können. Die Folge davon ist, daß Eizellen künftig nicht mehr befruchtet werden können, obwohl alle sonstigen Funktionen des Menstruationszyklus aufrecht erhalten bleiben.

Nicht bloß die eben genannten Erkrankungen sind für das Eingehen einer Ehe von Bedeutung, sondern noch eine Reihe anderer, wenn nicht noch wichtigerer Erkrankungen, bei denen die *Vererbung* eine große Rolle spielt. Daher ist es für die Erzielung eines gesunden Nachwuchses von großer Bedeutung, in der Familie beider Partner nach solchen Krankheiten zu forschen, wobei die *Verfolgung des Stammbaumes* notwendig ist. Es gehören hierher in erster Linie eine Reihe von Geisteskrankheiten, die das Gesetz zur Verhütung minderwertigen Nachwuchses (*Sterilisierungsgesetz*) aufführt. Es ist das ein Gesichtspunkt, der bisher in verhängnisvoller Weise vernachlässigt worden ist. Wir können vom volksgesundheitlichen Standpunkt aus unserer neuen Führung nicht dankbar genug sein, daß sie in dieser Richtung die Initiative ergriffen hat. Es besagt das Gesetz, daß Personen, die mit solchen Erkrankungen belastet sind, bzw. deren Nachkommen mit größter Wahrscheinlichkeit an solchen erkranken werden, wenn auch die Person selbst bisher nicht krank gewesen ist, aber in ihrer Vorfahrenreihe solche Erkrankungen vorhanden

sind, unfruchtbar gemacht werden können. Wie notwendig solche Maßnahmen sind, geht daraus hervor, daß der bekannte *Rassenhygieniker Lenz* die Gesamtzahl der Menschen, deren Fortpflanzung im sozialen Interesse und damit im Interesse unseres Volkes unerwünscht ist, für das Deutsche Reich folgendermaßen einschätzt:

Grund erblicher Anlage	%	Das sind von 60 Millionen Einwohnern rund
schwachsinnig	rund 1,5	1 000 000
idiotisch	„ 0,25	170 000
geisteskrank	„ 1,5	1 000 000
epileptisch	„ 0,15	100 000
psychopathisch	mehrere Prozent	mehrere Millionen
geistig nicht vollwertig	rund 10	über 6 000 000
blind	„ 0,015	rund 10 000
hochgradig schwachsinnig	„ 0,75	50 000
taubstumm	„ 0,025	15 000
hochgradig schwerhörig	„ 0,75	50 000
körperlich schwach oder siech	mindestens 10	über 6 000 000

Über die Einzelheiten dieses Gesetzes, über die Freiwilligkeit oder den Zwang zur *Unfruchtbarmachung* kann hier nicht ausführlich gesprochen werden, man muß vielmehr die einzelnen Bestimmungen selbst genau einsehen. Hervorgehoben sei nur, daß durch die Sterilisierung nur die Möglichkeit, Nachkommen zu zeugen, genommen wird, nicht aber die Möglichkeit des weiteren geschlechtlichen Verkehrs, es sich also nicht, wie verschiedentlich irrtümlich angenommen wird, um eine Kastrierung mit all ihrea verschiedenen Erscheinungen handelt.

Nun noch ein Wort zur *Verwandtenehe*, da vielfach die Meinung verbreitet ist, daß dadurch Schädigungen entstehen. Eheschließungen ganz naher Blutsverwandter sind durch Gesetzgebung schon verboten. Es kommt aber nicht allzu selten vor, daß z. B. Vetter und Base oder Onkel und Nichte heiraten, ohne daß sich bisher hat nachweisen lassen, daß die Nachkommen aus solcher Ehe stark gefährdet sind. Es ist selbstverständlich, daß Kinder aus Verwandtenehen genau so Krankheiten aufweisen können, auf die man natürlich dann mehr Aufmerksamkeit wendet als bei anderen Fällen. Sind beide Teile erbggesund, so werden im allgemei-

nen besondere Krankheiten auch ausbleiben, bei Vorliegen einer Erbkrankheit werden solche Erkrankungen natürlich genau so vererbt und dann in Erscheinung treten, wie bei nicht blutsverwandten, erbkranken Partnern. Anders liegen die Verhältnisse, wenn die Eheschließungen verhältnismäßig naher Blutsverwandter immer und immer wieder fortgesetzt werden, so daß schließlich das entsteht, was man *Inzucht* nennt. Daß dann im Laufe der Generationen Schädigungen auftreten können, ist möglich. Daß Verwandtenehen an sich nicht unbedingt schädlich zu sein brauchen, ergibt sich schon daraus, daß sie bei den alten Kulturvölkern, vor allem bei den Ägyptern, weit verbreitet waren. Die alten ägyptischen Könige haben sogar stets ihre Schwestern geheiratet. Wären hier auffällige Schäden zutage getreten, so wären bei diesen Kulturvölkern derartige Verwandtenehen sicher bald unterblieben. Nach den Vererbungsgesetzen liegen die Verhältnisse ja auch ganz anders. Wir müssen heute bei Erbgesunden annehmen, daß die Ursprünge aus den Keimzellen, wenn diese aus verwandtschaftlich nahestehenden Personen stammen, keine anderen sind, als wenn sie von fremden Persönlichkeiten kommen.

Was die Kinderzahl anbelangt, so ist in den letzten Jahren und Jahrzehnten der Wille zum Kind in weiten Kreisen herabgesetzt oder gar verschwunden. Dadurch ist es zu weitverbreiteter *Kinderlosigkeit* oder zur Einkind-, höchstens Zweikindehe gekommen. Dieser Zustand ist aber für die Erhaltung unseres Volkes auf die Dauer unhaltbar, vor allem, weil sich in allererster Linie die Kreise mit wertvollem Erbgut die mehr oder weniger vollständige Beschränkung der Kinderzahl zu eigen gemacht haben. Wenn unser Volk künftig erhalten bleiben soll, so ist hierzu eine durchschnittliche Kinderzahl von 3,5 nötig. Es muß also der *Wille zum Kind* wieder anezogen und ausgebildet werden. An dem mangelhaften Willen zum Kinde und der zu geringen Kinderzahl sind vor allem die Großstädte beteiligt. Diese erhalten ihre bisherige Einwohnerzahl nur dadurch, daß immer wieder neue Zuwanderungen aus dem flachen Lande in die Großstadt erfolgen, das noch einen größeren Kinderreichtum aufweist. Wäre z. B. Berlin in Bezug auf seine Bevölkerung auf sich selbst angewiesen, so würde diese Millionenstadt in etwa 150 Jahren nur noch einige hunderttausend Einwohner aufweisen. Leider verfallen aber auch die immer wieder nach der Großstadt einwandernden frischen Kräfte dem gleichen mangelhaften Fortpflanzungswillen, so daß im allgemeinen diese Eingewanderten oft schon in der dritten oder vierten Generation aussterben. Eine Änderung in diesem Zustand ist auch aus dem Grunde not-

wendig, weil unser Volk, in dem bekanntermaßen der nordische Anteil mit am verbreitetsten ist und das wohl unbestritten zu den besten Kulturträgern der Gegenwart gehört, sonst einem langsamen Völkertod entgegengeht, obwohl es noch zu großen Leistungen auserschen ist. Auch hier läßt sich die bestehende Gefahr am besten aus einigen Kurven zusammensetzen, die den Altersaufbau unseres Volkes zeigen. Während der Altersaufbau des deutschen Volkes im Jahre 1910 den typischen eines wachsenden Volkes darstellte mit einer entsprechend breiten Schicht des Nachwuchses, zeigt der Aufbau des Jahres 1930 bereits die Merkmale eines schrumpfenden Volkes, in dem die unteren Jahrgänge schmaler geworden sind. Geht die Entwicklung in dem gleichen Maße weiter wie bisher, so werden wir im Jahre 1960 den Aufbau eines sterbenden Volkes haben. Das Merkmal desselben ist eine immer schmalere Basis des Nach-

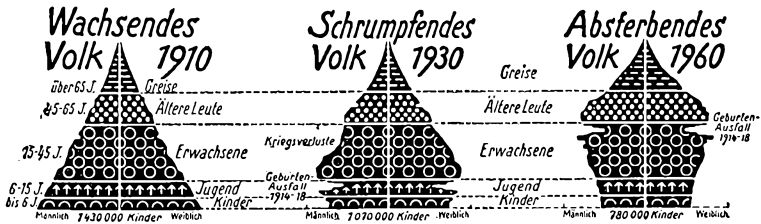


Abb. 145. Die sterbende deutsche Nation.
(Aus H. W. Siemens: „Vererbungslehre“. J. F. Lehmanns Verlag, München.)

wuchses, auf der sich noch größere Breiten älterer Schichten aufbauen, so daß eine Vergreisung des deutschen Volkes stattfindet, nach deren Verschwinden eine immer ungünstigere Alterszusammensetzung eintreten wird.

Zudem bestehen noch die Gefahren einer stärkeren Ausbreitung kulturell nicht so hochwertiger Völker. Während das deutsche Volk gegenwärtig noch einen Geburtenüberschuß von etwa 12—15 hat, weisen die östlichen Völker, vor allem die Polen, ein Mehrfaches davon auf. Geht die Entwicklung in dem bisherigen Sinne weiter, so werden in etwa 3, 4 oder 5 Generationen die Deutschen von 65 Millionen auf etwa 30 Millionen zusammenschmelzen und aus den Polen wird dagegen ein 70 Millionen-volk geworden sein. Welche Gefahren in diesen Tatsachen liegen, kann sich jeder selbst ausmalen. Auch hierin hat ja unser Staat bereits die ersten Maßnahmen ergriffen, so z. B. durch Ehestandsdarlehen oder Steuernachlaß für Kinderreiche, wobei man sich nur nicht der Meinung

hingeben sollte, daß diese Vergünstigung allen ohne Unterschied zukommt. Für den um die Zukunft seines Volkes Besorgten ist es selbstverständlich, daß es sich hier um eine Vergünstigung handelt, die nur Erbgesunden und von diesen wieder in erster Linie denen mit einem hochwertigen Erbkomplex zukommen kann. In der gleichen Linie bewegt sich das große *Siedlungsprogramm* unseres Führers. Es sollen Erbgesunde aus der Großstadt herausgebracht und auf eigener Scholle wieder bodenständig angesiedelt werden. Unter dem günstigen Einfluß des Lebens auf dem Lande werden die volkszerstörenden Einflüsse der Großstadt vermieden und der Grund für einen gesunden, zahlreichen Nachwuchs gelegt. Hinreichendes Land ist vor allem im Osten des Reiches noch vorhanden. Ein Teil der Besitzer der riesengroßen Güter hat sich der Notwendigkeit des Siedlungsgedankens für unser Volk nicht verschlossen und bereits hinreichend Land für Schaffung von Bauernhöfen zur Verfügung gestellt, und wo das nicht geschieht, ist im Interesse unserer völkischen Zukunft ein Eingreifen des Staates notwendig. Es hat für das Bestehen unseres Volkes keinen Sinn und Zweck, wenn dort große Güter mit Hunderten von Morgen Grund und Hunderten von Angestellten vorhanden sind, während das Volk in seinem besten Teil allmählich zugrunde geht. Wir wollen und müssen an deren Stelle Hunderten von erbgesunden Deutschen dafür eigenen Grund und Boden schaffen und ihnen dabei die Verpflichtung auferlegen, daß sie zur Erhaltung des Volkes durch Zeugung des Mindestdurchschnittes beitragen.

Bei der Eheschließung muß noch darauf hingewiesen werden, daß es für die Erhaltung unseres Volkes von größter Bedeutung ist, daß *Mischehen* vermieden werden, das heißt, Ehen mit fremdrassigen Völkern. Es ist für den Bestand des Volkes nicht gleichgültig, wenn eine Ehe mit fremdrassigen Partnern geschlossen wird. Zu diesen fremden Rassen gehören in erster Linie die gelbe, die schwarze Rasse und die beiden jüdischen Rassen. Es entstehen dadurch *Bastards*, die nicht bloß somatisch (körperlich), sondern in erster Linie auch psychisch (seelisch) eine für jedes Volk unzweckmäßige Mischung darstellen. Und schließlich haben wir ja auch noch gar nicht nötig, unsere Volkszahl durch Zuführung fremdrassigen Blutes zu erhalten, wie es z. B. das sterbende Frankreich durch Heranziehung der Neger tut!

Es seien hier noch kurz die in Deutschland vorkommenden Rassen erwähnt und ihre äußeren Merkmale schlagwortartig hinzugefügt:

1. Nordische Rasse. Sie ist hochgewachsen, körperschlank, langköpfig,

schmalgesichtig mit ausgesprochenem Kinn, die Nase ist schmal mit hoher Nasenwurzel, das Haar ist weich und hell, die Augen sind etwas zurückliegend und ebenfalls hell, die Hautfarbe ist rosigweiß.

2. Westische Rasse. Klein gewachsen, verhältnismäßig körperschlank, langköpfig, schmalgesichtig, aber mit wenig ausgesprochenem Kinn, Nase ebenfalls schmal mit hoher Nasenwurzel, das Haar weich, aber braun oder schwarz, die Augen ebenfalls zurückliegend, aber dunkel, die Haut bräunlich.

3. Dinarische Rasse. Hochgewachsen und körperschlank, kurzköpfig, dabei schmalgesichtig mit steil abfallendem Hinterhaupt. Die Nase springt stark hervor. Das Haar ist braun oder schwarz, die Augen sind dunkel, die Hautfarbe bräunlich.

4. Ostische Rasse. Klein, körperbreit, kurzköpfig, breitgesichtig mit wenig ausgesprochenem Kinn, Nase kurz und stumpf mit flacher Nasenwurzel, das Haar ist hart und braun oder schwarz. Augen nach vorn liegend, braun. Die Hautfarbe ist gelblich bräunlich.

5. Ostbaltische Rasse. Kurzgewachsen, breit, kurzköpfig, breitgesichtig mit wenig ausgesprochenem Kinn und breitem, massigem Unterkiefer, breite eingebogene Nase mit flacher Nasenwurzel, das Haar ist hell und hart, die Augen nach vorn liegend und ebenfalls hell, leicht schief gestellt erscheinend, helle Haut.

6. Fälische Rasse. Sehr hochgewachsen, ziemlich körperbreit, lang- bis mittelköpfig, Nase mittelbreit, Haar hell, Augen in niedrigen Höhlen liegend, hell, Haut hell.

Es ist selbstverständlich, daß diese körperlichen Merkmale allein die verschiedenen Rassen nicht charakterisieren, sondern daß dazu noch eine große Reihe seelischer Merkmale hinzukommen, die aber hier im einzelnen nicht ausgeführt werden können.

Weiter muß festgestellt werden, daß die genannten Rassen nicht mehr überall rein vorkommen, sondern daß vielmehr eine Mischung derselben in großen Gebieten stattgefunden hat. Man kann jedoch immer wieder, wie schon erwähnt feststellen, daß auch dann noch in der deutschen Bevölkerung der Anteil der nordischen Rasse meist überwiegt.

In die Zeit der Ehe fällt nach dem Höhepunkt des Lebens auch wieder der absteigende Akt, in dem ein wichtiger Einschnitt liegt. Es ist das die sogenannte Menopause oder das *Klimakterium*, das sich äußerlich bei der Frau mit dem Aufhören der Fortpflanzungsfähigkeit und dem Erlöschen der Menstruation äußert, während beim Mann zwar die Zeugungs-

fähigkeit abzunehmen beginnt, ohne aber vollständig aufzuhören. Sie kann vielmehr individuell verschieden bis in das hohe Alter hinein erhalten bleiben. Diese Zeit, die man sprachlich oft auch als *Wechseljahre* bezeichnet, erstreckt sich über eine Reihe von Jahren und birgt mancherlei Gefahren in sich. Es ist vor allem die Zeit, in der Veränderungen in dem Blutgefäßsystem vor sich gehen, die zu einer Herabsetzung der Elastizität derselben und zu Kalkeinlagerungen führen. Es bildet sich also allmählich eine sogenannte *Arterienverkalkung* oder Arteriosklerose aus. Da sich die ganzen Umstellungen der Wechseljahre vor allem eben bei der Frau am Gefäßsystem abspielen, ist es klar, daß hier manche Gefahren bestehen. Es ist also eine gewisse Schonung und Vorsicht am Platze. Die Beschwerden, die während dieser Zeit der Wechseljahre auftreten, sind mannigfachster Art. Meist bestehen sie in plötzlichem Blutandrang (Wallungen) nach dem Kopf mit Schweißausbrüchen und sonstigem allgemeinen Unbehagen. Vielfach beobachtet man Herzbeschwerden und gelegentlich auch direkt Herzschwäche. All diese Symptome und auch die meisten der anderen Beschwerden lassen erkennen, wie sehr gerade das Gefäßsystem an dieser Umstellung beteiligt ist. Daraus geht schon hervor, daß diese Zeit nicht leicht genommen werden darf.

ZWEITES KAPITEL

Beruf

In einer Betrachtung über den Schutz der Gesundheit und die Vermeidung von Krankheitsgefahren darf eine kurze Übersicht über die Schädlichkeiten, welche aus dem *Beruf* erwachsen, nicht fehlen. Wir Menschen sind ja alle abhängig von unseren äußeren Verhältnissen, und so vielfach das Gute und Zweckmäßige auch erkannt wird und der Wille vorhanden ist, es zu befolgen, so erlauben doch nur allzu häufig die äußeren Umstände nicht, alledem nachzukommen, was förderlich und notwendig wäre. Ebenso wie die Möglichkeit der Heilung nicht einem jeden in dem wünschenswerten Umfange zur Verfügung steht, ebenso wenig ist er in der Lage, den Gefahren immer völlig zu entgehen, die der Beruf, von dem er leben muß, in sich birgt, wenngleich sich hier schon vieles gegenüber den früheren Zuständen gebessert hat und vor allem die sogenannte Gewerbehygiene, die unter der Aufsicht des Staates

die schlimmsten Schäden im Arbeitsbetriebe zu verhüten vermag, von Tag zu Tag eine immer größer werdende, segensreiche Ausdehnung gewinnt.

Nun hat aber jedermann innerhalb der ihm gezogenen Grenzen fast immer einen gewissen Spielraum, in welchem er seine Berufstätigkeit günstiger oder schädlicher gestalten kann. Ganz besonders wichtig ist der Wechsel zwischen Ruhe und Arbeit, der stets berücksichtigt werden sollte. Hier liegen die Dinge ebenso als wenn, um ein Beispiel zu brauchen, jemand etwa mit einem Male eine Schuld von tausend Mark zurückzahlen soll, was er nicht vermag, wozu er aber wohl und vielleicht sogar mit Leichtigkeit imstande wäre, wenn er zwei Jahre, hundert Wochen hindurch, in jeder Woche nur zehn Mark aufbringen müßte. Das Beispiel ist ein wenig kraß, aber es erläutert vielleicht den Zusammenhang. Wenn jemand eine Reihe von Stunden angestrengt tätig sein muß und er hat dazwischen keine Gelegenheit sich zu erholen, so können ihm unter Umständen sechs Stunden angestrengter Arbeit hintereinander mehr schaden als acht Stunden am Tage, zwischen die er zwei oder dreimal eine längere Erholungspause einschieben kann, was sich ja leicht daraus erklärt, daß eben der Wiederersatz der durch die Arbeit verbrauchten Stoffe sich erst wieder zu einem Teile vollzogen haben muß, bis ein neuer Verbrauch stattfindet. Daß auch die gesamte Arbeitszeit nicht über ein gewisses Maß hinausgehen darf, ist eine Erkenntnis, die sich erfreulicherweise in den letzten Jahren durchweg Bahn gebrochen hat. Der sogenannte Achtstundentag ist keineswegs etwa nur eine politische Forderung, er hat in den Lebensbedingungen des arbeitenden Körpers seine Begründung. Natürlich kann auch hier nicht eines für alles gelten, es kommt sehr auf die Art der Arbeit an und auf den Körperverbrauch, den sie herbeiführt. Ein Portier, der vor einem großen Hotel steht, leistet in der gleichen Zeit wohl kaum dasselbe Maß von Arbeit wie ein Arbeiter in einer Schmiedewerkstatt. Jedenfalls sollte also ein jeder, der es irgendwie einrichten kann, sei es, daß er für sich arbeitet oder in einem größeren Betriebe, dahin streben, in ausreichender Weise Arbeit und Ruhe miteinander abwechseln zu lassen. Es versteht sich von selbst, daß dieses Gebot für solche Personen, die nicht allzu kräftig oder gar direkt leidend sind, eine doppelte Bedeutung hat. Gerade bei schwerer Arbeit müssen alle schon erörterten Grundsätze in bezug auf Ernährung und den Genuß von erregenden Dingen, vor allem über Reinlichkeit des Körpers und den Aufenthalt in frischer Luft und alle die anderen Grundsätze der Hygiene die sorgsamste Befolgung finden. Ein anderer Punkt ist in der seelischen Rück-

wirkung der Arbeit auf den Arbeiter zu suchen. Das seelische Befinden ist ja außerordentlich eng mit dem Körper verknüpft, und eins wirkt auf das andere zurück. Es sind darüber sogar schon unmittelbare Untersuchungen angestellt worden. Es hat sich gezeigt, daß an hellen, sonnigen Tagen bei weitem mehr Arbeit unter sonst gleichen Bedingungen geleistet wurde als bei trübem Wetter, das Verstimmung und Mißmut mit sich bringt. Das schlimmste aber bei der Arbeit, wie sie heute betrieben wird und mehr und mehr zur Ausführung gelangt, ist die furchtbare Eintönigkeit, welche dem einzelnen Arbeiter ein jedes Interesse an dem nehmen muß, was er schafft. Das immer mehr sich ausdehnende Ford-System, die Arbeitsteilung überhaupt, die bis ins kleinste geht, muß in demjenigen, der dazu verurteilt ist, Tag für Tag und Jahr für Jahr immer wieder an derselben Schraube denselben Kopf mit seiner Maschine zu erzeugen, eine Monotonie hervorrufen, die auch körperlich ungünstig auf seinen Organismus zurückwirken muß. Wenn früher ein Schuster einen Schuh fertigte, so hat er ihn von Anfang bis zu Ende selbst hergestellt, und zwar einen ganz bestimmten Schuh für eine ganz bestimmte Persönlichkeit. Er hatte den Ehrgeiz, einen bestimmten Auftraggeber zu befriedigen und ihm zu zeigen, was er vermochte. Heute sitzt derselbe Schuhmachergeselle von früh bis abends das ganze Jahr hindurch an derselben Stelle, vor sich eine kleine Maschine, in die er immer wieder aufs neue ein ihm zugeführtes Stück Leder hineinsteckt, damit diese Knopflöcher hineinstanzt, das Leder wandert weiter, er weiß nicht wohin, er weiß nicht wofür, immer aufs neue wiederholt sich dasselbe eintönige Schauspiel, hundertmal, tausendmal an jedem Tage. Wo soll jetzt die nötige Befriedigung, die Stimmung, die Fröhlichkeit herkommen, die die Voraussetzung auch für das körperliche Wohlbefinden ist?

Bei der Ausführung der verschiedenen Berufsarbeiten gelten selbstverständlich alle die Regeln der Hygiene, die auch sonst Bedeutung haben, nur daß eben einmal die Arbeit selbst und sodann die äußeren Verhältnisse nicht immer den nötigen Schutz ausreichend gewähren können. Es ist unvermeidlich, daß während der Arbeit die Arbeiter sich *Berufsschädlichkeiten* aussetzen müssen, auf die im einzelnen einzugehen zu weit führen dürfte. Wir erinnern hier nur an die ganz beträchtliche Zahl von Tätigkeiten, mit denen eine außerordentlich hohe Hitze verknüpft ist, an Bäcker, Heizer und Feuerarbeiter. Bei manchen anderen Berufen ist es unvermeidlich, daß die Arbeiter dabei in Schweiß

geraten. Welche schädlichen Folgen das hinterher haben kann, wenn ohne die nötige Vorsicht nun der Schweiß verdunstet und dem Körper Wärme entzieht, haben wir schon früher auseinandergesetzt, zumal wenn etwa Zugluft den Körper trifft und die Verdunstung von der Hautoberfläche beschleunigt. Es ist daher hier durchaus unerlässlich, bei jedem Wechseln des Raumes und vor jedem Hinaustreten in kühlere Umgebung die Körperoberfläche ausreichend zu trocknen. Auch muß die Haut, weil eben dieses Abwischen und Abreiben so oft nötig wird, und um so öfter, als gerade bei diesen Berufen Erholungspausen eingeschaltet werden müssen, hier eine ganz besondere, andauernde Pflege erfahren. Auch ist darauf zu achten, den Wasserverlust immer wieder zu ersetzen, keinesfalls aber etwa durch Alkohol. Auch die Kleidung muß entsprechend gewählt werden. Umgekehrt sind wieder viele Berufe mit Nässe und Kälte verknüpft. Die Arbeiter müssen stundenlang in der Feuchtigkeit oder gar im Wasser stehen. Hier muß dann durch ausreichende Körperbewegung die Blutzirkulation immer wieder angeregt werden, was auch da notwendig ist, wo die Arbeit ein längeres Verharren in einer und derselben Stellung erfordert. Außerdem aber kommt bei allen diesen Überanstrengungen oder unzweckmäßigen Haltungen einzelner Körperteile die Blutzirkulation auch sonst noch in Schwierigkeiten. Das Blut hat ja seine eigene Schwere und eine nicht unbeträchtliche. Wenn dauernd die Füße herabhängen, so wird dem Herzen die Rückbewegung, die Emporhebung des Blutes erschwert. Es kommt zu den sogenannten Krampfadern, die ja oft aus anderen Ursachen, besonders bei Frauen, die Wochenbetten überstanden haben, schon bestehen und nun immer weiter nachteilig beeinflußt werden, so daß Blutstauungen hier leicht entstehen können, die zur Venenthrombose führen. Auch haben die so schwer wieder heilenden Unterschenkelgeschwüre häufig hierin wegen der unzureichenden Ernährung der betreffenden Körperstellen ihre Ursache. Hier empfiehlt sich vorzubeugen, was durch Wickeln mit Binden oder das Tragen von Gummistrümpfen oft schon ausreichend erzielt werden kann. Daß die sogenannte sitzende Lebensweise in gleichem Maße ihre Nachteile hat, ist allgemein bekannt. Hier sind es Venen des Unterleibs, in denen keine ausreichende Blutbewegung vor sich geht, so daß Hämorrhoiden entstehen und Anschoppungen der Leber. Alle diese und noch manche andere Zustände von unzweckmäßiger Betätigung des ganzen Körpers oder einzelner seiner Teile müssen in der freien Zeit durch entsprechende Gegenmaßnahmen wieder ausgeglichen werden. Wer also viel sitzt, muß

sich in der freien Zeit betätigen, und wer sich im Beruf anstrengt, nachher ausreichend ruhen.

Nun verlangt der Beruf oft die unmittelbare Beschäftigung mit schädlichem oder gar *giftigem Material*. Hier sind, wie gesagt, durch die Gesetzgebung bei uns in Deutschland schon reichliche Schutzmaßnahmen getroffen, aber diese können niemals so umfassende werden, daß der einzelne nicht allen Grund hätte, selbst vorsichtig zu sein und sich so weit wie möglich hier vor Nachteilen zu schützen. Viele Tätigkeiten gehen schon mit einer starken Staubentwicklung, mit Rauch und anderen pulverförmigen Substanzen, die bei der Arbeit losgesprengt werden und in die Luft gelangen, einher. Hier muß Schutz getroffen werden, daß sie nicht in die Atmung gelangen, was natürlich bei direkt giftigen Gasen und Dämpfen ganz besonders wichtig ist. Die Eingänge der Nase und des Mundes müssen hier unmittelbaren Schutz finden, durch Schwämme und Tücher und sogenannte Respiratoren, die während der Arbeit getragen werden. Nur geht es hier wie so oft im Leben, daß die stete Gewohnheit die Gefahr gering achten läßt. Wie schließlich der Feuerwehrmann sich nicht mehr vor der Flamme und der Arzt sich nicht mehr vor der Ansteckung fürchtet, so werden den Arbeitern solche Schutzmaßnahmen bald unbequem und lästig, viele von ihnen sind leichtsinnig genug, sie bald abzulegen, und so setzen sie sich dann immer wieder solchen Gefahren bei ihrer Arbeit aus, die unvermeidlich sind, wie sehr auch durch die allgemeinen Vorschriften der Staub sogleich abgesaugt und aus dem Arbeitsraume entfernt wird. Aber beim Schleifen, bei der Bildhauerei und bei vielen anderen derartigen Berufen ist es ja ganz und gar unmöglich, daß nicht auch der Arbeitsstaub in die Atmungsorgane gelangt. Wir haben früher in der Medizin direkt von der sogenannten Steinhauerlunge gesprochen, und es ist leicht erklärlich, daß die Gefahr einer solchen Einatmung eine um so größere ist, je feiner und dabei härter und scharfkantiger der Staub ist, was besonders für die Diamantschleiferei gilt. Daneben kann außer seiner mechanischen Wirkung aber der eingeatmete Stoff auch noch an sich giftig sein oder, was leider ja ebenfalls häufig der Fall ist, schädliche Keime, die sogenannten Mikroorganismen, mit sich führen. Wir erinnern nur an die Gerber und Lederzurichter und alle diejenigen, die mit Fellen und Haaren und sonstigem Material zu tun haben. Dann können neben den sogenannten Staubinhalationskrankheiten auch schwere Infektionskrankheiten entstehen, unter denen der Milzbrand die schlimmste ist. Sonst sind die Luftwege

der am meisten gefährdete Teil. Auch die Augen können unter solchen Umständen schweren Schaden erleiden und müssen überall, wo Staubentwicklung vorkommt, geschützt werden. Sonst kann es langwierige und oft dauernde Entzündungen geben. Die Hauptsache aber hier ist wie immer und überall äußerst peinliche Sauberkeit und Reinlichkeit nicht nur des Körpers, sondern auch der Kleidung. Wer es sich irgend leisten kann, müßte für den Beruf völlig eigene Kleider anlegen, und auch diese müssen ununterbrochener Säuberung unterworfen werden.

Eins von den Giften, die ganz besonders bei den häufigsten Fabricationen auftreten, ist das Quecksilber, das bekanntlich schon bei normaler Temperatur verdampft und in die Atmung gelangt, noch mehr natürlich bei erhöhten Wärmegraden. Aus der ärztlichen Verwendung, die es bei Einreibungskuren erfährt, geht hervor, daß es auch durch die Haut in den Körper zu dringen vermag; ebenso kann es in die Verdauungswege gelangen, wenn die Hände damit verunreinigt sind und zum Munde geführt werden. Die größten Gefahren sind hier durch die Gesetzgebung beseitigt. Ein anderes Gift ist das Blei, das der Arbeiterschaft außerordentliche Gefahren bringt, besonders den Schriftsetzern, aber auch solchen Arbeitern, die bleihaltige Glasuren zu verfertigen haben. Heute ist dieses Übel nicht nur durch die sorgsamten Vorschriften der Gewerbehygiene stark eingedämmt, sondern ein großer Teil des Schriftsatzes findet nicht mehr mit der Hand statt, während früher jeder Setzer eine jede Letter aus dem Setzkasten herausnahm und in den Winkelhaken einbrachte. Die Schriftgießmaschinen lassen ein direktes Berühren der bleihaltigen Schrift mit den Händen gar nicht mehr vorkommen, und dementsprechend sind die schweren Lähmungen und die schmerzhaften Koliken, welche die Bleivergiftung mit sich führte, beträchtlich zurückgegangen. Jedenfalls muß jeder, der mit Blei zu tun hat, sich immer wieder auf das Sorgfältigste säubern und unter keinen Umständen, wie es immer noch oft geschieht, im Arbeitsraume essen oder rauchen oder sonstwie Gelegenheit nehmen, Blei zum Munde zu bringen. Auch ist gerade hier eine sehr eingehende Zahnpflege nötig, weil das Zahnfleisch ganz besonders vom Blei geschädigt wird. Vor allem ist auch die üble Angewohnheit zu unterlassen, das Arbeitsgerät, Pinsel etwa, die mit Bleifarbe getränkt sind, während der Arbeit vorübergehend mit dem Munde festzuhalten. Weitere gewerbliche Gifte sind sodann das Arsen, das im Schweinfurter Grün vorkommt und mit dem Maler und Färber, aber auch andere Berufsklassen zu tun haben, wie Putzmacherinnen und alle

Arbeiter, die mit gefärbten Stoffen hantieren. Seit die Verwendung arsenhaltiger Farben durch die Gesetzgebung verboten worden ist, sind diese Erkrankungen wesentlich zurückgegangen, während das Kupfer in der Form von Grünspan immer noch Vergiftungen macht und eine Reihe anderer Stoffe gleichfalls. Besonders sind es die Farben, die ja schließlich in den allermeisten Erzeugnissen der Industrie vorkommen, welche vielerlei Gifte enthalten. Es gibt keine einzige Farbe, ob es sich um weiß oder gelb, um grün oder blau oder rot, um braun oder violett und schwarz handelt, unter denen sich nicht giftige Gemenge befinden. Blei, Chrom und Arsen, Kupfer, Quecksilber, Schwefel und andere Gifte in den mannigfachsten chemischen Verbindungen werden zum Herstellen der verschiedensten Farben verwendet. Wer damit zu tun hat, und das kommt noch häufig vor, obwohl die meisten dieser Farben verboten sind, hat große Vorsicht auszuüben, wenn er sich vor Schaden bewahren will.

Ein besonderes Wort noch über die *geistige Arbeit*. Auch bei der geistigen Tätigkeit ist der notwendige Wechsel zwischen Ruhe und Arbeit von großer Bedeutung. Gerade ein so zartes Organ, wie das Nervensystem und das Gehirn, darf niemals überanstrengt werden. Auch hier also ist jede übermäßige Arbeitsdauer vom Übel, ganz besonders in der Jugend. Das gilt aber auch für jedes andere Lebensalter. Bei geistiger Arbeit kann die nötige und ausreichende Ruhe niemals entbehrt werden. Hier ist auch nicht nur körperliche Ruhe, sondern ausreichender Schlaf von größtem Nutzen, weil ja gerade dieser den Ruhezustand des Gehirns bedeutet. Wenn alle Menschen ausreichend schlafen müssen, so müssen es die geistigen Arbeiter in ganz besonderem Umfange, und auf der anderen Seite dürfen sie das Gehirn, das schon durch ihre Arbeit beträchtlich erregt wird, nicht noch durch vermeidbare Reizmittel, durch Kaffee, Alkohol, Tabak und andere Reize noch weiter erregen. Daß auch sonst alles, was bei der hier meist stattfindenden sitzenden Lebensweise von Nutzen ist, zu geschehen hat, versteht sich von selbst. Wer viel geistig zu arbeiten hat und dadurch lange Stunden ans Zimmer gefesselt ist, sollte durch reichlichen Aufenthalt im Freien und durch den Genuß von frischer Luft sich immer wieder erholen und in angemessener Weise anregen. Auch müssen Spaziergänge und körperliche Betätigung regelmäßig stattfinden und wenn irgend möglich auch einmal eine längere Ferienpause eingeschaltet werden, die am besten durch Reisen ausgefüllt wird, damit zu dem Ausruhen des Gehirns auch neue Eindrücke sich hinzustellen, um die Erholung vollständig zu machen.

Oft ist auch die geistige Arbeit mit körperlicher verquickt. Ich erinnere an die Schauspieler, an die Sänger und viele andere, an die Künstler überhaupt. Bei den einen wird durch Singen und Sprechen der Kehlkopf und die Stimmorgane gleichzeitig überanstrengt, so daß auch hier eine besondere Pflege und Schonung nötig wird, wie die Vermeidung des Aufenthaltes in rauchigen und staubigen Räumen. Es darf aus der Hitze des Theaters oder des Vortragraumes kein plötzlicher Übergang in die kalte Außenluft stattfinden. Auch hier ist das Rauchen noch schädlicher als sonst. Neben der Vorsorge für die geistige Tätigkeit hat hier auch die Pflege der speziellen körperlichen Platz zu greifen. Bei Malern, Radierern, bei Schriftstellern und Gelehrten sind es wieder die Augen, die neben der geistigen Tätigkeit leicht der Überanstrengung anheimfallen. Diejenigen, die ihr Gehör besonders gebrauchen müssen, die Musiker vor allem, haben es ebenso wie die Mitglieder mancher anderen Berufe, die vielleicht plötzlichen Gehöreindrücken ausgesetzt sind, zu schützen durch die bekannten Wattebäuschchen, die man in den äußeren Gehörgang bringt. Wo ein plötzlicher starker Knall oder Schall zu erwarten ist, tut man gut, den Mund offen zu halten, weil dann das Trommelfell keinen Schaden erleidet, und wer als Redner und mehr noch als Sänger seine Lungen viel braucht, soll ja in seine Tätigkeit immer wieder Ruhepausen einschalten. Singen ist eine höchst anstrengende Beschäftigung, und bei Bläsern, ob sie nun Trompete oder Glas blasen, stellt sich leicht noch die als Emphysem bekannte Erweiterung in den Lungen ein, die ihre Elastizität verloren haben und hierdurch zu schlimmen Krankheitszuständen gelangen können.

DRITTES KAPITEL

Der Schutz vor Erkrankung

Der beste und wichtigste Schutz vor Erkrankung jeder Art ist die Reinlichkeit. Alles Fremde und Schädliche, was den Körper treffen kann, findet natürlich auf einer unsauberen Oberfläche und noch mehr in den vielen Buchten, Taschen und Öffnungen, die der Körper zeigt, eine bei weitem günstigere Gelegenheit zu haften und einen wesentlich besseren Nährboden für sein Weiterwuchern, als an einem sauberen Organismus, der immer wieder aufs neue gebadet, gesäubert und gereinigt wird. Was bisher über eine gesundheitsgemäße Lebensweise gesagt wurde, dient

gleichzeitig auch dem Schutze vor Erkrankung und das um so mehr, wenn durch zweckmäßige Abwechslung von Betätigung und Ruhe eine *Abhärtung* des Körpers zustande gebracht wird. Alles, was hier in der Lebensweise zweckmäßig ist, dient auch der Abhärtung des Körpers, die zum Ziele hat, daß auf ihn auftreffende Reize möglichst geringfügige Reaktionen in ihm auslösen, daß er gegen die Unterschiede der Temperatur möglichst wenig empfindlich wird. Alles kommt hier darauf an, daß die Hautgefäße prompt und einwandfrei auf die äußeren Reize reagieren und sich ihnen gegenüber richtig einstellen, und das läßt sich, wenn auch nur allmählich und in sorgfältig bemessenem Vorschreiten, durch Luftbäder, durch Wasseranwendung, durch Duschen erzielen, die nur ganz kurze Zeit, nur wenige Sekunden lang, einwirken dürfen und schließlich, wo es möglich ist, als Wechseldusche verwendet werden können, indem heißes und kaltes Wasser abwechselnd einwirkt. Eine rationelle Hautpflege trägt ebenfalls sehr zur Abhärtung bei, Seife, auch solche, der Marmorstaub beigemischt ist, oder ein Abreiben mit feinem Sand fördert die Beseitigung der oberflächlichen Epidermisschuppen und ihren Wiederersatz und öffnet die Poren. Wo es nötig ist, muß der so entstandene Verlust an Fett durch ein mäßiges und bescheidenes Wiedereinfetten ausgeglichen werden. Auch die chemische Einwirkung des Lichtes, die in den Luftbädern mitspricht, ist wesentlich. Nur hüte man sich davor, etwa Sonnenbäder allzu lange und allzu intensiv vorzunehmen, da die in dem Sonnenlicht enthaltenen, vielen und sehr wirksamen chemischen Strahlen leicht Schädigungen hervorrufen können. Die hierdurch entstehende Bräunung der Haut ist ein vorteilhafter und schützender Vorgang. Auch sonst gibt es allerlei weitere Mittel der Abhärtung, die aus dem Vorhergehenden mit Leichtigkeit zu entnehmen sind.

Wenn wir nun auf den eigentlichen Schutz vor Erkrankung näher eingehen, so kann es sich in der Hauptsache nur um den Schutz vor Ansteckung, um den *Schutz vor Infektionskrankheiten* handeln, die, wie wir nun wissen, unter Mitwirkung von Bakterien zustande kommen, die in den Körper eindringen und in ihm einen Kampf ums Dasein führen, dessen äußerer Ausdruck eben die Krankheit ist, ein Kampf, der wie jeder Kampf mit dem Siege der einen oder der anderen Partei, des Menschen oder der Bakterien, seinen Ausgang nimmt. Dem mächtigen Organismus des Menschen stehen winzig kleine, dafür aber unendlich viele und millionenhaft sich vermehrende Mikroorganismen gegenüber, die leider nur allzu oft den Sieg davontragen. Dabei

müssen für die Frage, die uns jetzt hier interessiert, infektiöse und kontagiöse Krankheiten unterschieden werden, solche also, in denen der Ansteckungsstoff von außen her den Kranken befällt, und solche wieder, die durch unmittelbare Ansteckung von Person zu Person übertragen werden. Die Vorsichtsmaßnahmen in dem einen wie in dem anderen Falle sind ihrer Natur nach verschieden. Ehe wir jedoch des näheren auf sie eingehen können, muß in kurzen Worten zum Verständnis der Schutzwirkungen, die uns hier möglich sind, das Wesen der Bakterien, der Infektion und der Abwehrmöglichkeiten des Organismus besprochen werden.

Unsere Kenntnisse über die pathogenen Mikroorganismen, die *krankmachenden Lebewesen*, sind noch nicht alten Datums, sie fußen auf der von Lister geschaffenen Asepsis, auf dem Studium der Bakterien durch Pasteur und ganz besonders auf den Arbeiten Kochs, des Entdeckers des Tuberkelbazillus. Das Hauptverdienst für das nähere Verständnis der Zusammenhänge kommt wieder einem Deutschen, Ehrlich, zu, auf dessen Anschauungen und Untersuchungen alsdann Behring und eine große Zahl weiterer Forscher, so auch Wassermann, sich gründen. Die kleinsten Lebewesen, die Mikroorganismen, gehören meist der Botanik an. Ihre Bezeichnung und Benennung erfolgt nach äußerlichen Eigenschaften. Die Bakterien unter ihnen sind Spaltpilze und pflanzen sich dementsprechend fort. Ihrer äußeren Form nach teilt man sie in Bazillen ein, was Stäbchen bedeutet, und in Kokken, was Kugeln heißt. Das sind die beiden Hauptformen. Es kommen noch hinzu die Vibrionen, die ebenfalls feine Stäbchen sind, aber eine korkzieherartige Bildung zeigen. Eine weitere Gruppe dieser kleinen Lebewesen sind sodann die Protozoen, die Urtierchen, denen die Erreger der Malaria und der Syphilis, auch die des Rückfallfiebers angehören. Sie sind hauptsächlich unter den Erregern der vielfachen und verschiedenartigen Gruppen und Krankheiten vertreten. Die verschiedenen Bazillen bringen gerade die schwersten Krankheiten zur Entstehung, in allererster Linie die ja allbekannten Tuberkelbazillen die Tuberkulose. Dann gibt es Diphtheriebazillen. Auch die Verursacher des Wundstarrkrampfes sind Bazillen, ebenso wie die der Influenza, des Keuchhustens, des Aussatzes der Bibel, den wir heute Lepra nennen, der Ruhr, der Pest und des Rotzes, des sogenannten weichen Schankers und mancher anderer dieser Krankheiten, unter denen die Menschheit dahinsiecht, und deren Ausrottung erst jetzt mit der fortschreitenden Erkenntnis in Angriff genommen werden konnte und hoffentlich von Erfolg begleitet sein wird. Aber auch die Kokken,

die kugelförmigen Bakterien, sind eine schwere Plage für das Menschengeschlecht. Auch sie werden nach ihrer äußeren Gestalt, von der auch die Art ihrer Teilung und Fortpflanzung abhängig ist, bezeichnet. Die beiden Hauptformen sind hier die sogenannten Staphylokokken, die so heißen, weil sie in der Form einer Weintraube sich darstellen, und die Streptokokken, welche eine Kettenform wie eine Perlenschnur zeigen. Diese sind die oft überaus schädlichen Erreger von Eiterungen. Eine besondere Form unter ihnen zeigen die Gonokokken, die Erreger der Gonorrhöe, des Trippers. Aber auch die Urheber der akuten Lungenentzündung, die Pneumokokken und die ihnen nahestehenden Meningokokken, welche die oft auch epidemisch auftretende Gehirnhautentzündung verursachen, gehören hierher.

Wir kennen viele dieser einzelnen Bakterien dadurch, daß es mit der Zeit gelungen ist, sie in Erkrankungsfällen in dem erkrankten Organismus oder in dessen Auswurfstoffen aufzufinden. Bei ihrer außerordentlichen Kleinheit konnte eine Sichtbarmachung überhaupt erst dann in Frage kommen, als die mikroskopische Technik so weit vorgeschritten war, um auch derart winzige Objekte erkennen zu lassen. Es gibt unter den Mikroorganismen eine Unzahl der verschiedensten Arten, harmlose und giftige, gleichgültige und krankheitserregende, die in ihrem Aussehen ganz und gar gleich sind und sich in nichts voneinander unterscheiden. Selbst die schärfsten Mikroskope hätten eine Differenzierung, eine Unterscheidung, dieser sich so ähnlichen und von ihrer Umgebung sich ganz und gar nicht abhebenden Formgebilde nicht ermöglicht, wenn es nicht der Forschung gelungen wäre und vor allen anderen dem eben schon erwähnten Paul Ehrlich, in genialster Weise Färbungsmethoden aufzufinden, welche es ermöglichen, die einzelnen Bakterien und gerade die spezifischen unter ihnen sicher von allen anderen zu unterscheiden. All diese Färbemethoden, die oft außerordentlich kompliziert sind, stellen chemische Reaktionen dar, nur daß sie mit Farbstoffen, hauptsächlich mit Anilinfarben ausgeführt werden, und beruhen darauf, daß die Hüllen oder die Körper der einzelnen Mikroorganismen das Vermögen haben, in sie eingedrungene Farbstoffe von bestimmter Zusammensetzung und chemischer Eigenschaft gegenüber zerstörenden Einflüssen festzuhalten. Wenn man also eine kleine Menge des Auswurfs eines Schwindsüchtigen mit einer bestimmten Farbe, sagen wir mit Fuchsin, unter bestimmten Reaktionen und sonstigen chemischen Voraussetzungen färbt, so wird natürlich alles zunächst die rote Farbe annehmen. Nicht nur die

Tuberkelbazillen, sondern auch alle anderen Bakterien, die sich immer reichlich und in mannigfaltigsten und auch ähnlichen Formen im Speichel finden, und auch alle körperlichen Gebilde, die Eiterzellen, die Mundepithelien und was nur immer im Bilde sich zeigt, werden rot erscheinen. Es wäre also zunächst außer der allgemeinen Verdeutlichung noch nicht viel gewonnen. Wird jedoch nun eine bestimmte Säure in einer gewissen Konzentration zur Einwirkung gebracht, so zerstört diese überall den roten Farbstoff. Das ganze Präparat wird entfärbt, nur die Tuberkelbazillen nicht, und wenn man diese nun auch schon ausreichend als isolierte, rote Stäbchen erkennen könnte, so läßt sich ihre Lage und ihre Form nun dadurch noch viel deutlicher machen, daß unter bestimmten Bedingungen aufs neue ein anderer Farbstoff hinzugefügt wird, und zwar ein solcher, der eine Kontrastfarbe bildet, in unserem Beispiel vielleicht Malachitgrün. Dieser färbt nun wieder alles grün, die Gewebestandteile ebenso wie alle übrigen Bakterien, nur nicht die Tuberkelbazillen, die ihren roten Farbstoff festhalten und den neuen nicht eindringen lassen, so daß man in der genauesten und zierlichsten Form die roten Bakterien in der grünen Umgebung zur Anschauung erhält. Aber die bakteriologische Forschung ist weitergegangen. Konnte man so mit der Zeit immer mehr Bakterien von besonderer Form und besonderer Reaktion durch Färbung sichtbar machen und feststellen, daß die eine oder die andere Art regelmäßig bei der einen oder der anderen Krankheit auftritt, so war damit noch keineswegs irgendein Beweis dafür geliefert, daß gerade diese Art der Bakterien nun auch die Ursache für die Krankheit sei, daß sie die Krankheit tatsächlich hervorgerufen hätte. Hier ist dann durch Koch der riesengroße Fortschritt erzielt worden, indem es ihm gelungen ist, aus der verwirrenden Fülle der immer vorhandenen, vielfachen Bakterien gerade die spezifischen auszusondern, und damit nicht genug, für sie Möglichkeiten und Bedingungen zu finden, um sie außerhalb des Körpers rein zu züchten und wachsen und sich fortpflanzen zu lassen. Die Methode hierfür ist ebenso einfach wie sinnreich. Es wird ein wenig aus dem Material entnommen, das voraussichtlich die Krankheiten erzeugenden Mikroorganismen enthält, etwa eine Platinöse voll und in einen Nährboden eingebracht, der durch Erwärmung flüssig gemacht worden ist, hauptsächlich in Gelatine oder in Agar oder auch in Fleischwasser und anderen Substanzen. Wird eine solche flüssige Substanz tüchtig durchgeschüttelt und dann ganz flach auf Glasplatten ausgegossen, so erstarrt sie hierauf bald. Die einzelnen in ihr enthaltenen

Keime fangen an, auf ihr zu wachsen, wenn sie unter geeigneten Bedingungen gehalten wird, unter denen die richtige Wärme die Hauptsache ist, und entwickeln sich auf der Platte, wenn man nicht zu viel von ihnen eingebracht hat, ein jeder für sich in einzelnen Kulturen. Diese lassen sich einzeln abnehmen, prüfen und färben, und so gelangt man dazu, den wesentlichen Mikroorganismus aus der großen Zahl der nebenstehenden zu isolieren. Er wird dann für sich allein aufs neue auf einen Nährboden übertragen und von Zeit zu Zeit immer wieder durch neue Übertragungen fortgepflanzt. So gelingt es, Reinkulturen der einzelnen Bakterien zu erzielen und mit diesen, soweit es möglich ist, den Beweis ihrer tatsächlichen krankheitserregenden Eigenschaft zu führen. Die Schwierigkeit hierbei ist die, daß man natürlich an Menschen derartige Versuche nicht vornehmen darf, die einzelnen Tierarten aber keineswegs für alle die Erkrankungen in gleicher Weise empfänglich sind, welche die Menschen heimsuchen. Mit der Tuberkulose war es ein besonderer Glücksfall, daß sich in den Meerschweinchen, aber auch in anderen Tieren besondere Gattungen fanden, welche bei der Einimpfung der kleinsten Menge von Tuberkelbazillen in Reinkultur an Tuberkulose erkrankten und nach dem Tode von diesen Bakterien durchsetzt waren, die sich mit Sicherheit durch ihre spezifische Farbenreaktion als solche nachweisen ließen. Sehr häufig jedoch gelingt dies nicht.

Nun darf man aber keineswegs glauben, daß etwa nichts weiter dazu gehört als der Bazillus und sein Eindringen in den Körper. Das kann sich ein jeder schon selbst sagen, denn wir leben nicht nur in einem Meere von derartigen gefährlichen Kleinlebewesen, sie befinden sich in reicher Zahl auch dauernd an und in unserem Körper. Wir führen Staphylokokken auf unserer Haut mit uns und im Munde Pneumokokken und andere üble Dinge. Bei großen Epidemien ist nicht nur anzunehmen, sondern erwiesen, daß fast alle Menschen den ansteckenden Stoff mit sich herumtragen, ohne daß sie doch alle etwa erkranken oder gar sterben. Diese zum Glück für die Menschheit vorhandene Erscheinung beruht darauf, daß für die Entstehung der Krankheit, für die Möglichkeit, daß die Bakterien in ihm Fuß fassen können, eine besondere *Disposition* des Organismus die Voraussetzung ist. Diese Disposition beruht zunächst auf denselben Faktoren, die den Inbegriff der Gesundheit bilden. Ein in allen Teilen seines Organismus normaler und gesunder Mensch verfügt von Natur aus über Abwehrmöglichkeiten, die das Eindringen aller der schädlichen Keime vielfach überhaupt unmöglich machen. Wir

besitzen nämlich einen Schutzwall von Zellen, der sich über die ganze äußere und innere Körperoberfläche erstreckt und sie in unversehrtem Zustande erhält und den Eintritt der Schädlichkeiten verhütet. Wenn sie dennoch hier oder da Eintritt gefunden haben, so werden sie durch die Abwehrkräfte der Organe und Zellen im Inneren des Organismus vernichtet und gelangen nicht zur Entwicklung. Jede Infektionskrankheit ist ein Kampf des lebenden menschlichen Körpers mit der eingedrungenen Schädlichkeit, ein Kampf, der hauptsächlich auf chemischem Wege ausgefochten wird, indem die Bakterien in ihrem Lebensprozeß Stoffe hervorbringen, die als Gifte auf den menschlichen Körper wirken. während umgekehrt der Organismus unter dem Anreiz dieses Angriffes Gegenstoffe, Gegengifte, zu entwickeln vermag, welche die Bakteriengifte aufheben und unschädlich machen und gleichzeitig für die Bakterien als Gifte wirken und sie abtöten. Je nachdem in diesem Kampfe diese Toxine der Bakterien oder die Antitoxine der Körperzellen die Oberhand erringen, gestaltet sich der Ausgang des Krankheitskampfes. Übrigens kommen dem Körper seine Einrichtungen auch auf mechanischem Wege zu Hilfe. Die weißen Blutkörperchen, die im Blute so reichlich vertreten sind, führen unter sich besondere Zellen, die Phagozyten genannt worden sind. Sie haben tatsächlich das Vermögen, die Bakterien aufzufressen, sie schließen sie in ihren Zelleib ein und machen sie dadurch unschädlich. Das wesentliche aber ist die chemische Abwehr, die eben je nach der Lebenskraft des einzelnen und nach der besonderen Beschaffenheit und Lebensfähigkeit seiner Körperzellen eine verschiedene ist. Ein gesunder und kräftiger Organismus ist also zunächst imstande, jeden derartigen Angriff, jeden krankmachenden Mikroorganismus abzuschlagen, an sich abprallen zu lassen oder ihn alsobald zu vernichten, nicht etwa nur den einzelnen einer bestimmten Krankheit. Wäre dem nicht, so, so würde es ja undenkbar sein, daß das Menschengeschlecht überhaupt noch lebte, denn es hat sich ja seit Millionen von Jahren immer weiter fortgepflanzt, hat an Zahl sogar zugenommen, und das schon in den alten Zeiten, wo von Hygiene und von Krankenheilung kaum die Rede war. Erst wenn aus natürlicher Veranlagung oder durch Erblichkeit oder eigene Unachtsamkeit und Schuld diese Abwehrkräfte des Körpers vermindert oder gar vernichtet sind, ist der Organismus dem äußeren Angriff preisgegeben. Schon darum also hat eine vernünftige Lebensweise alles zu vermeiden, was eine solche Schwächung herbeiführen kann, alle Überanstrengung und Übermüdung, wie sie außer dem

Beruf eine übertriebene Sportbetätigung erzeugen kann. Alle Erkältungszustände, vor allem aber Ausschweifungen jeder Art und übergroßer Genuß von Alkohol und anderen Reizmitteln setzen diese Immunität beträchtlich herab und steigern die Disposition zur Krankheit.

Es war soeben von *Immunität* die Rede, von der besonderen Eigenschaft eines lebenden Wesens, krankmachenden Einflüssen gegenüber unangreifbar zu sein. Diese Immunität ist also, wie wir soeben ausgeführt haben, für gesunde, kräftige und unversehrte Persönlichkeiten allen diesen Krankheitseinflüssen gegenüber vorhanden. Sie kann aber außerdem auch noch einzelnen Krankheitserregern gegenüber dadurch erworben werden, daß die betreffende Persönlichkeit eine solche Krankheit schon einmal durchgemacht und erfolgreich überstanden hat. Es ist ja bekannt, daß Kinder, die einmal Masern gehabt haben, sie nicht wieder bekommen; dasselbe gilt für eine ganze Reihe anderer Krankheiten. Hier haben die Schutzstoffe, die Antitoxine, die der Organismus während des Ablaufs der Krankheit unter dem Anreiz der Maserntoxine hervorgebracht hat, sich im Körper erhalten und wirken in ihm weiter, je nach der Art der einzelnen hierher gehörigen Krankheiten, entweder für das ganze Leben oder nur für eine Reihe von Jahren. Immerhin machen sie für diese Zeit den Körper immun; in welchem Grade, hängt von der früher überstandenen Krankheit ab. Hat diese nach Schwere und Zeit ausreichend lange eingewirkt, um beträchtliche Mengen von Schutzstoffen hervorzurufen, so ist dementsprechend auch die Schutzwirkung im allgemeinen eine umfassendere. Aber das ist nicht etwa eine starre Regel. Auch bei nur mäßigen Krankheitserscheinungen und bei nur verhältnismäßig kürzerem Zeitablauf kann eine ausreichende Immunität erzielt werden, pflegen doch von altersher schon Mütter in Jahren, in denen die Masern epidemisch auftreten und einen besonders leichten Verlauf nehmen, ihre gesunden Kinder absichtlich an kranken anzustecken, damit sie die doch unvermeidliche Krankheit in dieser leichten Form überstehen und vor einem späteren, vielleicht schweren Verlauf geschützt bleiben. Auf diesem Zusammenhange beruht ja auch die Erfindung der *Schutzimpfung*, der Schutzpockenimpfung durch Jenner. Kühe haben sehr häufig Pockenpusteln an ihrem Euter, und die Mägde, die sie melken, bekommen dann an ihren Fingern und Händen ähnliche Pusteln. Jenners Scharfblick hat nun beobachtet, daß alle diese solcher örtlichen und unmittelbaren Ansteckung unterliegenden Frauen bei Pockenepidemien, wie sie damals in unheilvollster Weise wüteten, von

der Krankheit verschont blieben und hat dann durch Übertragung solcher Pockensubstanz auf Gesunde in diesen einen leichten Ablauf der Krankheit hervorgerufen, der sie für eine spätere Infektion immun machte. Wir sehen das ja heute alltäglich in der segensreichen Einrichtung der Pockenschutzimpfung, die eine der glücklichsten Errungenschaften der Menschheit darstellt. Überall wo ein Staat dazu übergegangen ist, sie durch Gesetzeskraft allgemein durchzuführen, sind die schwarzen Pocken, diese schwere, unheilvolle und für das ganze Leben entstellende Krankheit, völlig ausgelöscht und beseitigt worden. Der Impfschutz gegen Pocken hält mit Sicherheit nur eine Reihe von Jahren vor. In Deutschland werden die Kinder nach dem ersten Lebensjahre geimpft und dann nach zehn Jahren wieder. Eine spätere Impfung ist heutzutage, wo, wie gesagt, die Pocken ausgerottet sind, nicht nötig. Sollte wider Erwarten eine Epidemie auftreten, so hat jeder die Verpflichtung, sich und die Seinen sofort impfen zu lassen. Seither sind auf ähnlichem Wege und unter gleichen Zusammenhängen eine ganze Reihe von Schutzimpfungen gegen einzelne Krankheiten gefunden worden, die alle auf dem Prinzip beruhen, daß eine einmal überstandene Erkrankung, wie sie die Impfung leichter Form hervorruft, den Körper zur Hervorbringung von Schutzstoffen veranlaßt, die dann lange hinaus vor einer eigentlichen Erkrankung schützen. Um diese Schutzstoffe in ausreichender Menge und genügender Konzentration zu erzielen, bedarf es der Mitwirkung des Tierkörpers, und zwar eines großen tierischen Organismus, wie das Pferd einen darstellt. Dieses liefert das sogenannte *Heilserum* in zureichender Menge, das besonders bei der Diphtherie bekannt geworden ist und große Verbreitung erlangt hat. In dem umfangreichen Körper des Pferdes wird die Krankheit erzeugt und die in seinem Blutserum, in der von allem Zellstoff und von Fibrin befreiten Flüssigkeit des Blutes, entstandenen Schutzstoffe werden mit dem Serum dem menschlichen Körper einverleibt, entweder zu Immunitätszwecken, von denen wir hier sprechen, oder aber bei der schon ausgebrochenen Krankheit zu Heilzwecken, um die von dem kranken menschlichen Körper selbst produzierten Antitoxine zu vermehren und zu unterstützen. In neuester Zeit sind aber noch weitere, zwar ähnliche aber doch andersartige Wege eingeschlagen worden, um die Abwehrtätigkeit zu erhöhen, und zwar dadurch, daß versucht wird, diese selbst zu steigern und zu höherer Produktion von Gegengiften anzuregen. Es ist dies die sogenannte *Reiztherapie*, die ebenso wie die Heilserumanwendung auch für die

Zwecke der Immunisierung dient, und die im wesentlichen darin besteht, daß die Krankheitserreger in Reinkultur gezüchtet, dann aber abgetötet werden, und zwar in besonderer, schonender Weise. Sie können dann, da sie ja eben abgetötet sind, etwa durch unmittelbare Krankheitserregung, kein Unheil mehr anrichten, reizen aber mit ihren toten Leibern dennoch die Zellen des Organismus ausreichend, um eine erhöhte Schutzstoffproduktion herbeizuführen, die eine Immunität von längerer Dauer verbürgt. Diese Formen von Schutzimpfungen sind sehr reichlich zur Anwendung gekommen und haben sich gegen Cholera, gegen Typhus, Ruhr und manche andere Infektionskrankheit bewährt.

Wer eine Gefahr kennt, hat sie schon halb überwunden. Niemand kann sich gegen eine Krankheit schützen, wenn er nicht die Wege der Ansteckung kennt, auf denen eine solche vor sich geht. Wir haben schon kurz angedeutet, daß alle durch äußere Erreger verursachten Krankheiten in die beiden Gruppen zerfallen, daß sie, wie man früher zu sagen pflegte, entweder infektiös oder kontagiös sind, daß die Erreger, welche sie verursachen, entweder aus der weiten Umgebung des Menschen, aus der Luft, aus dem Wasser oder sonstwoher kamen, oder aber, daß sie kontagiös, im eigentlichen Sinne, anstecken und von Mensch zu Mensch übertragen werden, daß der Übergang in einen gesunden Körper nur von einem erkrankten, der den Ansteckungsstoff beherbergt, ausgeht. Viele der Krankheitserreger, und sicherlich mehr noch als wir im Augenblicke kennen, leben in der Natur und pflanzen sich dort fort. Das Ziel allen Schutzes gegen Infektionskrankheit ist natürlich das, womöglich alle Krankheitserreger, die dem Menschen gefährlich werden können, zu vernichten. Aber ein solches Ziel ist, wenn es überhaupt jemals erreichbar sein könnte, noch in weitester Ferne. Es ist unmöglich, die in der Natur lebenden Krankheitserreger zu erfassen und zu vernichten, es bleibt uns nichts anderes übrig, als ihnen gegenüber uns auf die Verteidigung einzustellen, zumal gegen alle, die in der freien Natur lebensfähig sind und bleiben und sich in ihr ständig fortpflanzen. Zu dieser gehören die so sehr gefährlichen Erreger des Wundstarrkrampfes, die Tetanusbazillen. Andere wieder erlangen ihre Hauptausdehnung und wesentliche Verbreitung nur unter besonders günstigen äußeren Umständen. Es sind diejenigen Bakterien, auf denen das Auftreten großer Epidemien beruht, die Cholera- und Typhusbazillen und andere, die im menschlichen Darmkanal während der Erkrankung ihren Sitz haben, die Typhusbazillen und die Bakterien der Ruhr, die dann mit den Exkrementen der

Kranken ins Freie gelangen. Das geschieht auch mit anderen, die nur weniger lange Zeit sich außen lebensfähig erhalten können, und von denen die Tuberkelbazillen die wichtigsten sind. Sie gehen nach der Ausscheidung, die am häufigsten durch den tuberkulösen Auswurf vor sich geht oder durch die Milch tuberkulöser Kühe geschieht, in kurzer Zeit zugrunde, aber immerhin doch erst nach einer gewissen Zeit, und können inzwischen gefährlich werden. Im Gegensatz zu allen diesen halten sich die Erreger der kontagiösen Krankheit nicht selbständig in der freien Natur auf, sie brauchen den menschlichen Organismus, um in ihm zu leben und ihn dabei krank zu machen. Hier findet die Übertragung nur von Mensch zu Mensch statt. Am allerhäufigsten geschieht dies bei den sogenannten Windpocken, der Diphtherie, den Masern, dem Scharlach. Da hier die Wege der Ansteckung andere sind als dort, so muß der Schutz davor gleichfalls ein anderer sein. Bei vielen Übertragungen spielt die Ernährung und insbesondere das Trinkwasser die Rolle des Übermittlers. Bei allen derartigen Epidemien soll nur abgekochtes Wasser und nur gekochte Nahrung genossen werden. Vor allem sind Früchte und Gemüse oft die Träger der Infektionsstoffe. Die Ansteckung von Mensch zu Mensch findet sehr häufig durch die immer noch nicht beseitigte Unsitte statt, zu husten und zu niesen, ohne die Umgebung davor zu schützen. Es ist durchaus nicht nötig, um eine Übertragung zu erzeugen, daß größere, unmittelbar sichtbare Mengen von Auswurfstoffen in die Luft gebracht werden; das gefährlichste hier ist die sogenannte Tröpfcheninfektion. Bei jedem Hustenstoß, bei dem Niesen gelangen eine Unzahl nicht sichtbarer, allerfeinster Tröpfchen in die Umgebung, die voller Bakterien stecken, und die, wie auf das sicherste festgestellt worden ist, sehr weit, bis fast auf zwei Meter Entfernung geschleudert werden und Ansteckung verursachen. Bei vielen schlimmen Infektionen sind die Luftwege mit ergriffen und katarrhalisch infiziert. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Tuberkulose sehr häufig auf diesem Wege übertragen wird, auch die Lungenpest und ganz sicher in den allermeisten, wenn nicht in sämtlichen Fällen die Grippe, die Masern, der Keuchhusten und der allgemeine Schnupfen. Bei den heutigen Formen des Verkehrs, wo die Menschen in nächster Nähe sich lange Zeit gegenüber sitzen und einander anhusten, ist eine Verbreitung aller dieser Krankheiten fast unvermeidlich. Eine weitere Art der Übertragung geschieht durch unmittelbare Berührung, zumal wenn es sich um Verletzungen der Oberhaut oder gar um Wunden, wenn auch kleinsten Umfanges, handelt.

Die schlimmste Form ist die Blutvergiftung, wo septische Bakterien in den Körper eindringen. Das Kindbettfieber ist nichts anderes. Es hat früher furchtbar gehaust und nur durch die ungesäuberten Hände der Hebammen seinen Eingang durch die große Wundfläche der Gebärmutter gefunden. Alle die Geschlechtskrankheiten, die Syphilis, der Tripper, der weiche Schanker werden durch die unmittelbare Berührung des gesunden Organs mit dem kranken übertragen, da die kleinste nicht sichtbare Verletzung der Oberhaut genügt, um als Eingangspforte zu dienen. Bei anderen Krankheiten wieder sind es Insekten, welche die Vermittlung übernehmen. Die Fliegen sind nicht nur eine Plage an sich, sondern sehr gefährliche Mitbewohner unserer Häuser, zumal sie es lieben, sich ebenso wahllos auf Körperauscheidungen und Schmutzstoffe zu setzen, wie auf Früchte und Nahrungsmittel, und dann von der einen Stelle Krankheitserreger auf die andere zu übertragen, von wo aus sie beim Genuß in den menschlichen Körper gelangen. Aber auch Insekten, welche stechen und saugen, nehmen Krankheitserreger in sich auf und übertragen sie beim Stechen auf einen anderen gesunden Menschen. Am bekanntesten ist dieses Vorkommen bei der Malaria, der so außerordentlich verbreiteten Tropenkrankheit. Auch die sogenannte Schlafkrankheit wird in solcher Weise weitergegeben und die Trypanosomenkrankheit, alles Krankheiten, die in den Tropen ihre Ausbreitung haben und bei dem heutigen reichlichen und schnellen Verkehr auch vereinzelt zu uns nach Europa gelangen. Auch sonst sind Stechmücken beim Rückfallfieber beteiligt und sogar Läuse beim Fleckfieber. Gegen alle diese Feinde kann der Schutz des einzelnen nur ein geringer sein, hier müssen allgemeine staatliche Maßregeln eingreifen, die auch schon hier und da mit Glück in Angriff genommen worden sind. Eigentlich sollten alle Fliegen vertilgt werden, wo es nur möglich ist, wozu ein jeder beitragen könnte. Sümpfe, in denen sich die Übeltäter aufhalten, müßten ausgetrocknet werden. Wenn es auch noch lange Zeit währen dürfte, bis alle diese schädlichen Tiere völlig ausgerottet worden sind, so werden spätere Jahrhunderte doch dieses Ziel erreichen. Es kann aber heute schon ein jeder für sich den Kampf gegen Läuse und anderes Ungeziefer aufnehmen. Auch hier wieder zeigt sich, von wie großer, ausschlaggebender Bedeutung die Reinlichkeit für den Menschen ist.

Wir dürfen hoffen, daß mit der fortschreitenden Wissenschaft immer mehr sicher wirkende Schutzimpfungen gegen die einzelnen Infektionskrankheiten aufgefunden werden. Heute verfügen wir schon über eine

ganze Anzahl davon. Einen absolut sicheren und durch keinerlei Gegen- gründe fortzuleugnenden Schutz gibt bisher nur die Pockenimpfung ab, vielleicht auch die Schutzimpfung gegen Diphtherie, wengleich deren allgemeine Wirksamkeit darum nicht mit positiver Sicherheit behauptet werden kann und ein gesetzlicher Zwang zu ihrer ausnahmslosen Durch- führung nicht besteht. Eine große Anzahl anderer Impfungen sind wohl auch durchaus wirksam, aber auch hier mangelt es noch an ausreichen- der Übersicht und Erfahrung, und so müssen wir, wollen wir uns gegen alle diese Krankheiten schützen, soweit der Staat noch nicht in der Lage ist, durch allgemeine Maßnahmen die Gefahr abzuwehren, selber das Unserige tun, den Bakterien den Eintritt in unseren Körper so schwer wie möglich zu machen. Wir müssen alles vermeiden, was eine *zeit- weise Disposition* für ihre Ansiedlung in unserem Körper schafft, wir dürfen ihm nicht durch unzumutbare Lebensweise eine höhere Emp- fänglichkeit für die Bakterieneinwanderung verleihen. Reinlichkeit nach jeder Richtung, aber auch der Schutz vor Erkältung ist ein dringendes Erfordernis. Wie sehr die Erkältung den Körper zur Einwanderung der Bakterien disponiert, geht schon daraus hervor, daß Jahrhunderte hin- durch, ehe die Bakteriologie sich ausgebildet hatte, alle diese Krank- heiten als Erkältungskrankheiten angesehen wurden. Wenn jemand in den kalten Fluß gefallen war und hinterher Lungenentzündung bekam, so waren es nicht die Bakterien, sondern die plötzliche Abkühlung, die nach der herrschenden Meinung die Krankheit hervorgerufen hatte, wäh- rend der tatsächliche Zusammenhang der ist, daß durch den Unfall den Bakterien erst der Nährboden bereitet und ihnen die Möglichkeit ge- geben wird, nunmehr den Körper zu überfallen. Wissen wir doch ebenso seit langer Zeit, daß die als Gelenkrheumatismus bezeichnete Infektions- krankheit mit Vorliebe dann entsteht, wenn die Kranken sich in feuchten Wohnungen aufgehalten haben. Auch hier ist der Zusammenhang der gleiche. Jede Erkältungskrankheit ebnet den Boden für die Infektion, und da nicht nur die bereits im Gange befindliche Krankheit einen Kampf zwischen dem menschlichen Organismus und der Menge der Bakterien darstellt, sondern auch das Krankwerden in der gleichen Weise vor sich geht, indem der gesunde Körper den Ansturm der Bakterien abzuweisen vermag, der geschwächte Organismus dagegen nicht, so ist überhaupt und ganz besonders in Zeiten von Epidemien und auch schon in denjenigen Abschnitten eines jeden Jahres, in welchen diese soge- nannten Erkältungskrankheiten vornehmlich auftreten, im Übergange vom

Winter zum Sommer insbesondere ganz außerordentliche Sorgfalt geboten. Die kleinste Erkältung kann ebenso wie die kleinste Wunde am Körper die Eingangspforte für verhängnisvolle Krankheiten darbieten. Wir wissen auch, daß bestimmte Krankheiten, wie vor allem die Tuberkulose, als erblich gelten. Auch hier ist es nicht die Krankheit selbst, die vererbt wird, sondern nur die mangelhafte Widerstandsfähigkeit, die Disposition zur Tuberkulose, die sich ganz besonders in diesem Falle erst dann ausgebildet hat, wenn der Körper eben erwachsen ist. Die Kinder von Schwindsüchtigen pflegen nicht alsbald, sondern erst in den späteren Jahren die Krankheit zu empfangen. Wäre es in der Theorie denkbar, einen solchen erblich belasteten jungen Menschen schon frühzeitig gänzlich von allen Einflüssen, die eine Übertragung des Tuberkelbazillus bewirken können, abzusperren, so würde er trotz seiner Hinfälligkeit, die er diesem Bakterium gegenüber besitzt, dennoch von der Krankheit nicht befallen werden. Denn ihr Zustandekommen ist bei ihm wie bei jedem anderen Menschen von dem Überwiegen des einen oder des anderen Faktors abhängig, von der Kraft des Ansturms der Bakterien auf der einen Seite und von der Widerstandsfähigkeit des Körpers auf der anderen Seite. Sie ist bei ihm allerdings eine geringe und herabgesetzte, reichte aber, wenn kein Feind ihn bedrängte, dennoch aus, ihn vor der Krankheit zu bewahren. Alle solche gefährdeten und erblich belasteten Personen müssen daher von Anfang an darauf bedacht sein, ihre Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, sich abzuhärten und eine jede Schwächung des Organismus, und wäre es auch nur die geringfügigste, zu vermeiden, vor allen Dingen in den verhängnisvollen Jahren, die mit der Pubertät beginnen und bis weit in die zwanziger Jahre hineinreichen, und natürlich auch, und das in erster Linie, jeder Gelegenheit zur Infektion weit aus dem Wege zu gehen.

Dieser unmittelbare *Schutz vor Ansteckung* ist nun bei den einzelnen Krankheiten ein verschiedener. Wir haben eben von der *Tuberkulose* gesprochen und wollen diese jetzt gleich erörtern. Man weiß, welche ungeheueren Verheerungen sie leider in der Bevölkerung anrichtet, und wie schwierig ihre Bekämpfung oder gar Ausrottung sich gestaltet, wenngleich die letzten Jahrzehnte schöne Erfolge aufzuweisen haben. Die Schwierigkeit liegt eben darin, daß zwei Faktoren an ihr mitwirken. Ganz abgesehen von ihrer Vererbung kommt als erster Faktor die Disposition zur Tuberkulose überhaupt in Betracht, die Schwächung und die dadurch hervorgerufene erhöhte Empfänglichkeit

des Körpers für die Aufnahme des Erregers. Da, wie der Onkel Bräsig bei Fritz Reuter sagt, die Armut meist von der Powerteh herkommt, so kommt die Tuberkulose auch meist von der Armut her, von der Unterernährung, von dem Wohnen und Zusammengepferchtsein großer Menschenmassen in gesundheitlich ungünstigen Räumen und von all dem Elend, das uns nicht nur der Krieg gebracht hat, sondern das leider so viele unserer Volksgenossen auch sonst im Leben zu erdulden haben. Das neue Deutschland ist dabei, hier die bessernde Hand anzulegen. Und wenn wir erst so weit sind, daß jeder Mensch ausreichend und gesundheitsgemäß essen, wohnen und Erholung finden kann, dann wird die Tuberkulose aussterben, denn der Tuberkelbazillus brauchte dann ja gar nicht mehr vernichtet zu werden, er würde an der Gesundheit und der Robustheit der Menschen wirkungslos abprallen. Bald wird es so weit sein, daß dieser böse Feind keinen Eingang mehr in den menschlichen Körper finden wird.

Da eine jede solche Erkrankung sich über viele Jahre hinzuziehen pflegt, so ist ein jeder Tuberkulöser ein schlimmer Feind für seine Umgebung, und diese hat die Aufgabe, sich vor dem Ansteckungsstoff zu schützen, und das um so mehr, als ja meist auch die anderen Familienmitglieder das gleiche schlimme Erbteil mit sich herumtragen und dadurch noch mehr gefährdet sind als jeder dritte. Die Hauptgefahr bildet der Auswurf. In ihm halten sich die Tuberkelbazillen in ungeheuren Mengen auf. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß ein jeder Hustenstoß, auch ohne daß irgendwelche sichtbaren Mengen von Auswurf dabei zutage treten, durch die sogenannte Tröpfcheninfektion im weiten Umkreise die Luft infizieren kann, so daß bei dem engen Zusammenleben und bei der Wartung und Pflege der Kranken es ganz unausbleiblich ist, daß seine Umgebung in diese gefahrvolle Sphäre hineingerät. Der Auswurf selber, der, solange er feucht und klebrig ist, nur bei unmittelbarer Berührung den Ansteckungsstoff übertragen läßt, trocknet, wenn keine Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, sehr bald aus. Man denke nur an irgendein Taschentuch, in das der Kranke hineinspuckt, das dann umherliegt und trocken wird. Dann zerstäuben Sputummasse und Tuberkelbazillen und werden eingeatmet. Es ist daher nötig, daß jeder Tuberkulöse seine Spuckflasche bei sich führt, ein kleines verschließbares mit desinfizierender Flüssigkeit gefülltes Gefäß, in das hinein er ausschließlich seinen Auswurf zu geben hat. Natürlich dürfen seine Taschentücher und seine sonstige Wäsche, die mit Auswurf

befleckt sein können, nicht mit der Wäsche anderer Bewohner zusammen gewaschen werden. Er muß eigenes Eßgeschirr haben. Eine sehr häufige Übertragung findet auch durch Küssen statt, zumal Tuberkulöse erotisch besonders leicht erregbar sind, weil sie sich fast immer in einem leichten Fieberzustande befinden. Kurz, die Wege der Übertragung sind mannigfaltige. Sie lassen sich natürlich hier nicht sämtlich aufzählen. Wer die Gefahr kennt, wird sich in jedem einzelnen Falle am besten selber raten können. Immer aber ist die Vernichtung des Auswurfes eines Tuberkulösen mit allergrößtem Ernste durchzuführen. Das sicherste ist, ihn zu verbrennen. Auch läßt sich durch eine Erziehung des Kranken vieles erreichen. So sollte er daran gewöhnt werden, bei jedem Husten ein Tuch vor den Mund zu halten. Sehr zweckmäßig sind hierfür Papierservietten, die wohlfeil sind und jedesmal verbrannt werden können. Er sollte streng vermeiden, andere zu küssen, zumal Kinder, eine Unsitte, die ja weit verbreitet ist, und eigentlich auch niemandem die Hand reichen. Auch in dieser Hinsicht läßt sich ein Kompromiß finden, wenn er alles, was mit seinem Husten und Auswurf und ähnlichem zusammenhängt, nur mit der linken Hand zu vollführen sich gewöhnt, so daß die rechte frei von Ansteckungsstoffen bleibt. Eine große Schwierigkeit eines ausreichenden Schutzes bildet aber auch die Tatsache, daß die Krankheit bei sehr vielen Menschen leider erst spät solche Erscheinungen macht, daß sie augenfällig werden, während der Ansteckungsstoff schon in ihnen ist und von innen nach außen gebracht wird. Solche Kranke bleiben dann unter Umständen viele Jahre in ihrer gewohnten Umgebung und halten weder sich selbst für ernstlich krank, noch geschieht dies von seiten ihrer Nächsten. So kommt auch kein Arzt in die Lage, die Gefährlichkeit und die Infektionsmöglichkeit der Krankheit festzustellen, so daß diese sich leicht weiter auf andere Personen verbreiten kann. Andererseits ist die aus besonderer Vorsicht vorgenommene Verbringung eines solchen Kranken in den allerersten Anfängen nach einer Lungenheilstätte für ihn selbst nicht unbedenklich, denn wenn sein Katarrh nicht tuberkulös sein sollte, was sich im Anfang schon darum nicht mit vollster Sicherheit feststellen läßt, als ja in dem Anfangsstadium oft die Tuberkelbazillen im Auswurf noch fehlen oder kein für die Untersuchung ausreichendes Material produziert wird, so wird er in der Heilstätte durch die vielen anderen Kranken trotz aller dort geübten Vorsicht mit Sicherheit infiziert und tuberkulös. Daß ein jeder, der irgendwie zu dieser Krankheit disponiert ist, sich mehr noch als ein

anderer vor dem Genusse von Milch von zweifelhafter Herkunft und auch von ebensolcher Butter in acht nehmen muß, liegt auf der Hand.

Eine weitere Gruppe von ansteckenden Krankheiten, die vornehmlich nur das jugendliche Alter befallen, sind die sogenannten Kinderkrankheiten, unter denen die *Masern* am häufigsten vorkommen. Wie ansteckend sie sind, weiß ja ein jeder. Da sie zumeist im schulpflichtigen Alter auftreten, so sind hierüber allgemeine gesetzliche Bestimmungen getroffen worden, welche sich nicht nur auf die erkrankten Schüler, sondern auch noch auf deren Geschwister erstrecken. Die Masern sind eine Krankheit, die wohl ausnahmslos ein jeder durchmacht. Es ist gar nicht ratsam, sich ihr entziehen zu wollen. Es gibt ein zutreffendes französisches Sprichwort, daß es mit den Masern ebenso ginge, wie mit der Liebe. Je später sie einen befallen, desto schlimmer verlaufen sie. Andererseits bietet ja die Überstehung einer einmaligen Krankheit hier einen Schutz für ein späteres Wiedererkranken. Wenn auch hier und da Fälle von einem wiederholten Erkranken an Masern berichtet werden, so sind das gewöhnlich irrtümliche Diagnosen; nur eine unter solchen Erkrankungen wird tatsächlich als Masern festgestellt, die anderen beziehen sich auf die viel harmloseren Röteln. Will man die anderen Kinder vor der Krankheit schützen, so muß auch hier wieder besonders dem Husten Aufmerksamkeit zugewandt werden.

Die Masererkrankung verläuft immer mit einem gleichzeitigen Katarrh der Luftröhren, und hier findet dann Tröpfcheninfektion statt, die sich oft um so weniger vermeiden läßt, als dieses katarrhialische Stadium dem Ausbruche des eigentlichen, charakteristischen Masernausschlages vorhergeht. Im übrigen sind sie bei weitem weniger ansteckend, als die beiden anderen schweren Kinderkrankheiten. Nicht einmal die Hautschuppen, die sich nach dem Abklingen des Ausschlages ablösen, übertragen hier die Krankheit. Nur alles, was mit dem Munde in Berührung kommt, das Eßgeschirr also in erster Linie, bedarf der Sorgfalt. Für die Masern hat, wie für jede Kinderkrankheit, alles die Bedeutung, was vorher über die zeitweilige Disposition für andere Erkrankungen gesagt wurde. Ein Kind, das Masern durchgemacht hat, ist besonders in seinen Atmungsorganen beträchtlich in seiner Widerstandsfähigkeit herabgesetzt; es kommt leider gar nicht so selten vor, daß sich an eine solche an sich so harmlose Masernkrankheit ein Befallenwerden von Tuberkulose anschließt. Jedes masernkranke Kind sollte daher noch lange Zeit sorgsam gepflegt und gehütet

und durch reichliche Nahrungsaufnahme und andere zweckmäßige Maßnahmen in seiner Widerstandsfähigkeit gestärkt werden.

Noch größere Bedeutung kommt dem *Scharlach* zu. Bei ihm ist die große Gefahr die Möglichkeit der späteren Nierenerkrankung, die sich sehr oft nach vielen Jahren erst bemerkbar macht. Das Scharlachgift wird durch die Nieren aus dem Körper ausgeschieden, die hierbei selber schädliche Reize empfangen, welche zu ihrer eigenen Erkrankung führen können. Es ist daher um so dringender notwendig, ein jedes Kind davor zu schützen, an Scharlach zu erkranken. Der Scharlach schuppt sehr viel mehr und sehr viel länger ab als die Masern, und in diesen Epidermisschuppen findet sich die Übertragungsmöglichkeit. Die Krankheit kann sogar durch dritte Personen, die gesund bleiben, auf andere verbreitet werden, sowie durch allerlei Gegenstände, vor allem durch Kleidungsstücke. Es ist beispielsweise vorgekommen, daß der Scharlach durch einen Brief auf Kinder übertragen wurde, den die Mutter eines scharlachkranken Kindes an diese Kinder geschrieben hat. Hier muß wochenlang die größte Vorsicht geübt werden, denn das Abschuppen kann bis zu Monatsfrist vor sich gehen. Ist das Abschuppen beendet, so muß oft und reichlich gebadet, bei erneutem Schulbesuch nichts an Leibwäsche oder Kleidungsstücken getragen werden, was seit der Erkrankung im Gebrauch war.

Eine noch schlimmere Krankheit stellt die *Diphtherie* dar. Sie hat ihre Gefahr nicht etwa, wie vielfach geglaubt wird, in der lokalen Affektion innerhalb des Kehlkopfes und der Luftröhre. Wenn hier die Krankheitsprodukte den Atmungsweg zu verschließen drohen, so ist durch den Luftröhrenschnitt leicht Abhilfe zu schaffen. Die Gefahr liegt vielmehr in dem Toxin, in dem Gift, das während der Krankheit produziert wird, und das ganz besonders schlimm auf das Herz einwirkt. Jeder Diphtherietod ist ein Herztod, und das schlimme dabei ist, daß diese Einwirkung noch nach langer Zeit vor sich gehen kann. Man hat Kinder gesehen, die nach vielen Wochen in anscheinend vollster Gesundheit wie aus heiterem Himmel einen Herzschlag erlitten, und andere, die einen schweren Schaden an ihrem Herzen durch das Diphtheriegift erlitten hatten, nachdem es ihnen gelungen war, mit schwerer Mühe eine Diphtherieerkrankung zu überstehen. Auch hier sind es wieder die Hustentröpfchen, welche die Gefahr bilden und die gesamte Umgebung infizieren können. Da wir eine Schutzimpfung gegen die Diphtherie besitzen, so ist es zweckmäßig, daß alle diejenigen, die mit Diphtherie-

kranken zu tun haben, sich einer solchen unterziehen. Hier muß die Desinfektion von allem, was mit dem Kranken in Berührung kommt, mit größter Strenge erfolgen. Am besten wird alles, was entbehrlich ist, verbrannt, Spielzeug, Wäsche, auch das ganze Zimmer bedarf gründlicher Desinfektion. Es sollte überhaupt nach überstandener Krankheit nicht wieder bewohnt werden, sondern wochenlang leerstehen und durchgelüftet werden. Solange das Kind krank ist, muß es, wenn das irgendwie angeht, streng isoliert oder sogleich ins Krankenhaus überführt werden. Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich hier daraus, daß die Kinder noch längere Zeit hindurch, auch wenn sie bereits genesen sind, den Ansteckungsstoff, die Diphtheriebazillen, in Nase und Mund beherbergen, was oft recht lange anhält. Sie bilden natürlich dann die gleiche Gefahr für ihre Umgebung, als wenn sie noch selbst krank wären, sie haben eben durch das Überstehen der Krankheit nur für ihre Person eine Immunität erlangt, die aber dritte nicht besitzen. Es müßte daher nach jedem Ablauf einer Diphtherieerkrankung das betreffende Kind so lange untersucht werden, bis sich keine Diphtheriebazillen mehr vorfinden, und dann erst wieder aus der Isolierung zurückkehren dürfen.

Eine dritte Gruppe von Infektionskrankheiten hat ihre Krankheitserscheinung vornehmlich im Darmkanal. Die wichtigsten sind Ruhr, Typhus und Cholera. Der *Typhus* ist in großen Städten, die eine gut funktionierende Kanalisation besitzen, so gut wie ganz verschwunden. In Berlin war es aufs deutlichste zu erkennen, wie sehr hier dieser Zusammenhang wirksam ist. Bei der Ausdehnung der Stadt konnte die Kanalisation damals nur nacheinander in einer Reihe von Radialsystemen durchgeführt werden, und mit der Sicherheit eines Experimentes erlosch in jedem Stadtteil der damals sehr stark verbreitete Typhus in dem Augenblick, wo er an die Kanalisation angeschlossen wurde. Das kann nicht wundernehmen, denn der Typhusbazillus, den die kranken Menschen in sich tragen, gelangt mit ihren Ausleerungen in das Wasser, er vermag sich außerhalb des Menschen längere Zeit zu erhalten und dann durch alle flüssige Nahrung weiter zu verbreiten. Dort, wo keine Kanalisation besteht, auf dem flachen Lande insbesondere, wo zweifelhafte Brunnen die Wasserentnahme unmittelbar neben Dunggruben und Aborten darbieten, ist die Übertragungsgefahr immer eine große. Der Hauptschutz kann demnach hier nur darin beruhen, daß man unabgekochtes Wasser und Milch und ähnliches Getränk vermeidet, und daß, wenn Typhuskranke in der Nähe sind, wo übrigens auch Fliegen, wenn die

Ausscheidungen nicht sogleich vernichtet werden, die Übertragung besorgen können, man auch alle sonstigen Ansteckungsmöglichkeiten beseitigt, wie sie durch Eßgeschirre, die verunreinigt sind, und vieles andere, was mit dem Kranken in Berührung kommt, vor sich gehen können. Ein Typhuskranker muß daher ebenfalls soweit wie möglich von der Umgebung abgeschlossen werden, und späterhin muß alles, was er benutzt hat, ausgekocht oder desinfiziert werden. Das wichtigste aber ist das Auffangen seiner Ausleerungen des Stuhles und auch des Urins, die sogleich desinfiziert werden müssen. Am gebräuchlichsten hierfür ist die Kalkmilch, die in gleichen Teilen dem Stuhle zuzusetzen ist. Wer mit dem Kranken in Berührung gekommen ist, hat immer wieder aufs neue seine Hände zu desinfizieren. Daß im Krankenzimmer von anderen nichts gegessen wird, ist selbstverständlich. Handelt es sich um Typhusepidemien, so darf auch Obst nur in sorgsam geschältem Zustande, nachdem es im abgekochten Wasser sorgfältig gewaschen ist, zum Genusse kommen. Am besten unterläßt man es ganz, ungekochtes zu genießen. Das Wasser kann übrigens die Schädlichkeiten nicht nur beim unmittelbaren Genusse, sondern auch beim Abwaschen übertragen; Eßgeschirre sollten also auch nur im abgekochten Wasser gereinigt werden, auf die Vernichtung der Fliegen ist hier ein ganz besonderes Augenmerk zu richten.

Bei der *Ruhr* liegen die Verhältnisse ungefähr ebenso; auch hier hat man sich geradeso zu verhalten, wie bei der Typhuserkrankung. Für beide Erkrankungen besitzen wir Schutzimpfungen mit abgetöteten Erregern. Die Erfahrungen über sie sind noch nicht abgeschlossen; das aber hat sich bereits als sicher erwiesen, daß geimpfte Personen, selbst wenn sie von der Krankheit befallen werden, diese viel leichter überstehen als andere, und daß Todesfälle bei ihnen so gut wie gänzlich ausbleiben.

Die *Cholera* ist zum Glück in unseren Bezirken nicht mehr vorhanden, und es ist auch zu erwarten, daß es den allgemeinen Mitteln der Seuchenabwehr gelingen wird, sie nie mehr zu uns gelangen zu lassen. Der Schutz gegen sie, dort wo sie besteht, beruht auf denselben Maßnahmen, wie der bei Typhus, nur daß in der Cholera die Kranken reichlich zu erbrechen pflegen und damit neue Übertragungsmöglichkeiten schaffen. Auch sind die Entleerungen sehr reichlich. Man weiß, daß sie wie Reiswasser aussehen. Sie müssen natürlich ebenso und noch strenger desinfiziert werden wie die Typhusstühle. Auch hier besitzen wir eine Schutzimpfung, die in Epidemiezeiten nicht versäumt werden sollte. Wenn eine Cholerafahrt

sich zeigt, muß mit allergrößter Energie ein jeder vermeiden, seine Verdauungsorgane in Unordnung zu setzen, hier kann ein an und für sich nebensächlicher und harmloser Darmkatarrh, wie er so oft auftritt, der Gefahr Eingang schaffen. Die natürliche Salzsäure in unserem Magen ist ein Schutz gegen den Cholerabazillus, sie darf daher nie durch Katarrhe vernichtet werden, es empfiehlt sich sogar, kleine Mengen Salzsäure nicht nur einzunehmen, sondern auch dem Waschwasser zuzusetzen. Auch soll man nicht ohne Notwendigkeit Dinge berühren, die von außen her kommen und beschmutzt sind. Das Geld, welches an sich schon schmutzig ist, kann ebenfalls der Übertragung dienen, besonders das zerknitterte und beschmutzte Papiergeld.

Über *Pest*, *Lepra*, *Fleckfieber* und andere derartige Krankheiten brauchen wir uns wohl nicht weiter zu verbreiten.

Auch gegen die *Malaria*, die hauptsächlich und in ihrer gefährlichen Form in den Tropen heimisch ist, läßt sich kaum ein anderer Schutz als ein Sichinachtnehmen vor Mückenstichen finden. Die Krankheit wird, wie schon erwähnt, durch Insekten übertragen, ebenso wie das Rückfallfieber, die Rekurrens. Diese Mücken und Stechfliegen, diese Trypanosomen, saugen mit ihren Stichen das Blut und die Erreger aus dem kranken Körper und pflanzen sie mit erneuten Stichen gesunden Menschen ein. In den Tropen ist vorbeugende, regelmäßige Einnahme von Chinin üblich, welches die Erreger nicht zur Entwicklung kommen läßt und damit nicht nur die Menschen schützt, sondern auch den Stechfliegen kein Material darbietet, das sie auf andere übertragen könnten.

Die Krankheiten, gegen welche es keine Immunität, keinen natürlichen Schutz in den Säften des einzelnen Individuums gibt, sind die *Geschlechtskrankheiten*. Die Geschlechtskrankheiten und vor allem die so ungeheuer weit wirkende Syphilis, bei der die Sünden der Väter noch heimgesucht werden bis ins dritte Geschlecht, zehren an unserem Volkskörper. Sie sind in einem Umfange verbreitet, den derjenige kaum ahnt, der nicht die Aufgabe hat, sich damit zu befassen. Wenn es gelänge, sie aus der Welt zu schaffen, so könnte die Menschheit aufatmen. Sie gehören zu denjenigen Krankheiten, die direkt übertragen werden, also unmittelbar von Mensch zu Mensch. Natürlich wird der Ansteckungsstoff auch sonstwie von der einen zur anderen Person übertragen, wenn das auch selten genug geschieht, durch gemeinsames Trinken aus einem und demselben Gefäße oder dadurch, daß durch gemeinsame Benutzung derselben Aborte ein kranker Mensch

hier Ansteckungsstoff hat haften lassen, der dann von einem anderen aufgenommen wird. Bei aller Sorgfalt werden sogar nicht selten auch Ärzte in Ausübung ihres Berufes infiziert. Es herrscht vielfach die Ansicht, daß diese extragenitale Übertragung, der Eintritt des Ansteckungsstoffes also an anderen Körperstellen als an den Geschlechtsorganen, eine viel schlimmere Erkrankung zeitigte, als wenn sie auf dem üblichen Wege auftritt. Das ist aber nicht zutreffend; es ist vollständig gleichgültig, wo das verheerende Gift seinen Eintritt gefunden hat. Diese Krankheiten sind in einem erschreckenden Umfange da, wir wollen aber hoffen, daß die gesetzliche Pflicht, die neuerdings einem jeden auferlegt worden ist, sich im Falle einer venerischen Erkrankung ärztlich behandeln zu lassen, wenigstens zu einer Einschränkung führen wird. Denn der Geschlechtstrieb ist nun einmal da, der Geschlechtsverkehr wird trotz aller Gefahren und trotz aller Ermahnungen immer fortbestehen. Mit seinem Aufhören würde ja das Menschengeschlecht auch selbst aufhören, und so war es und ist es leider noch immer ein unverzeihlicher Irrtum der Menschheit, den Geschlechtsverkehr als etwas unnormales oder gar als eine Sünde zu bezeichnen. Würde er immer und überall als die natürliche und unvermeidliche Angelegenheit angesehen und behandelt werden, die er tatsächlich ist, so würde nicht nur eine Fülle von einzelnen Personen, sondern der gesamten Menschheit dadurch ein großer Dienst erwiesen werden. Aber noch heute wenden sich viele Menschen von einem Geschlechtskranken, der für den Arzt nichts weiter ist als ein Typhuskranker oder ein Tuberkulöser und auch für jedermann nichts anderes sein sollte, hochmütig ab und reden von selbstverschuldeten Krankheiten, und so ist es denn dahin gekommen, daß fast ein jeder derartig Erkrankter seine Krankheit zu verheimlichen sucht und meist erst in vorgerücktem Stadium — wenn es gar nicht mehr anders geht — den Arzt aufsucht. Wenn ein junger Mann sich ohne Scheu seinem Vater offenbaren wollte, so würde er alsbald in sachgemäße Behandlung kommen, die bei dem heutigen Stande der Wissenschaft in den allermeisten Fällen eine völlige Heilung herbeizuführen vermag.

Vornehmlich sind es drei verschiedene Krankheiten, die durch den Geschlechtsverkehr von Person zu Person übertragen werden: der weiche Schanker, der Tripper und die Syphilis. Jede von diesen hat ihren eigenen charakteristischen Erreger, der sich in den Absonderungen der Geschlechtsorgane selbst oder der Wundfläche der erkrankten Personen vorfindet und während des Geschlechtsaktes durch oft unsichtbare, kleinste

Hauteinrisse in die andere Persönlichkeit eindringt und dort festen Fuß faßt. Von diesen drei Krankheiten ist der *weiche Schanker* die verhältnismäßig einfachste Erkrankung. Sie hat zunächst nur eine rein lokale Bedeutung und stellt ein Geschwür dar, das unter geeigneter Behandlung mit Sicherheit wieder zuheilt. Eine sehr oft die Erkrankung begleitende Erscheinung ist das Anschwellen der Lymphdrüsen in der zugehörigen Leistengegend, das Auftreten der sogenannten Bubonen, das darauf beruht, daß der Infektionsstoff auf dem Lymphweg von diesen Drüsen aufgefangen wird und sie zur Anschwellung und zu schmerzhafter Entzündung bringt. Diese Schmerzhaftigkeit und die unter Umständen umfangreiche Anschwellung der Leistendrüsen bildet einen wesentlichen Unterschied gegenüber der Infektion mit Syphilis, die zunächst ebenfalls in einem Geschwür an der Oberfläche der Geschlechtsorgane und in einer entsprechenden Anschwellung der Leistendrüsen zutage tritt, die hier aber in engen Grenzen bleibt und nicht schmerzhaft ist, so daß diesem Unterschiede erhebliche diagnostische Bedeutung zukommt.

Die zweite Geschlechtskrankheit ist der *Tripper*, die Gonorrhöe, die ebenfalls zunächst eine lokale Erkrankung, einen Katarrh der Schleimhaut, der Harnröhre oder der Scheide darstellt. Der Gonokokkus, der sie verursacht, hat leider das Bestreben, nach aufwärts zu wandern. Zunächst ist ein Tripper beim Manne wie bei der Frau ebenfalls nur lokal, erst wenn er aufsteigt und die inneren Geschlechtsorgane ergreift, wo die Erkrankung dann der Behandlung und der Heilung schwerer zugänglich ist, wird die Krankheit eine zwar fast immer noch auf den Geschlechtsapparat begrenzte, aber doch nun schon eine viel ausgedehntere und bedeutungsvollere. Sie kann dann jahrelang und auch während des ganzen Lebens bestehen bleiben und beim Manne wie bei der Frau nicht nur immer wieder aufflackern und schwere Krankheitszustände hervorrufen, sondern auch dauernde Unfruchtbarkeit herbeiführen.

Die dritte Erkrankung aber, die *Syphilis*, die Lues, ist die furchtbarste von allen. Auch sie findet natürlich ihren Eingang an Ort und Stelle, es bildet sich ein kleines Geschwür von charakteristischer Form, in dem die Erreger, die Spirochäten, sich vorfinden. Dieses Geschwür ist natürlich eine außerordentliche Infektionsquelle, falls der Geschlechtsverkehr weiter geübt wird, was nicht nur recht häufig aus verbrecherischem Leichtsinne und Gleichgültigkeit geschieht, sondern auch aus Unerfahrenheit und Unkenntnis, denn gerade das syphilitische Anfangsgeschwür ist verhältnismäßig unempfindlich, und es gibt leider nur allzu viele Menschen, die

über das Auftreten einer kleinen Wunde an ihrem Körper gleichgültig hinwegsehen. Bei der Frau kann es auch im Innern der Scheide seinen Sitz haben und ruft nicht immer gleich erhebliche Schmerzen hervor. Nach einer Reihe von Wochen schließt sich indessen diese Wunde auch ohne Behandlung. Der Ansteckungsstoff ist aber inzwischen in das Innere des Körpers eingedrungen, und kann hier, wie im zweiten Bande dieses Buches näher ausgeführt wird, die schwersten Erscheinungen hervorrufen, kann nach Jahrzehnten Gehirn und Rückenmark zerstören und Lähmungen und Geisteskrankheiten im Gefolge haben, kann die Frau verhindern, ihre Kinder auszutragen, kann das Herz und die Blutgefäße vorzeitig altern und leistungsunfähig werden lassen. Und damit nicht genug, die Krankheit kann sich vererben und in der Nachkommenschaft das gleiche Unheil hervorrufen. Es ist klar, daß auch hier wieder die Reinlichkeit eine außerordentlich große Rolle spielt. Wer gewohnt ist, sich regelmäßig zu waschen und zu baden, wer es im Gefühl und in der Übung hat, eine jede verunreinigte Körperstelle alsbald wieder zu säubern, der wird schon ganz von selbst das Bestreben haben, nach jedem Beischlaf sich zu säubern. Nicht minder richtig wäre es, wenn das gleiche auch vorher geschähe. Auch hier muß Wasser und Seife dauernd verwendet werden. Die Frauen müssen regelmäßig Ausspülungen machen, am besten mit leicht antiseptischen Flüssigkeiten. Das übermangansaurer Kali hat sich am meisten eingebürgert, ein paar Kristalle davon werden in Wasser gelöst und diese Lösung vorrätig gehalten. Sie ist von tief dunkler Farbe. Für den Gebrauch wird dann der Wassermenge, die im Irrigator Verwendung finden soll, tropfenweise von ihr zugesetzt, bis eine rosa Färbung entsteht. Mehr konzentrierte Lösungen, die dann rote, rotblaue, tiefblaue Färbung zeigen, sind schädlich. Überhaupt ist auch eine gewisse Abhärtung der Oberfläche der Genitalien herbeizuführen, die sich eben durch fleißige Reinigung von selbst ergibt.

Bei der ungeheueren Bedeutung der geschlechtlichen Ansteckungsmöglichkeiten sind offizielle Merkblätter ausgegeben worden, die die Jugend und die Unerfahrenen zu schützen versuchen. Den wesentlichsten Teil dieser *Schutzvorschriften* wollen wir hier im Zusammenhange wiedergeben. Die Geschlechtskrankheiten treten in allen Kreisen der Bevölkerung auf. Der Tripper beginnt einige Tage nach der Ansteckungsgelegenheit mit Ausfluß aus der Harnröhre des Mannes oder aus den Geschlechtsteilen der Frau, oft mit, oft aber auch ohne Schmerzen, Brennen oder Jucken. Besonders bei Frauen bleibt er häufig unbemerkt.

Er kann auch dann noch vorhanden und ansteckend sein, wenn die Frauen sich längst gesund glauben. Unwissentlich übertragen sie dann die Krankheit auf andere. Sehr häufig werden die Frauen in der Ehe angesteckt. Viele schwere Frauenkrankheiten, die Kinderlosigkeit mancher Ehe sind auf Tripper zurückzuführen. Das Krankheitsgift kann auch bei der Geburt in die Augen des Neugeborenen eindringen und führt, wenn nicht sofort für sorgfältige Behandlung gesorgt wird, zur Erblindung. Die Syphilis beginnt an der Stelle, wo das Gift in den Körper eingedrungen ist, mit einer kleinen Abschürfung, einem Knötchen oder einem Geschwür oft erst mehrere Wochen nach der Ansteckung und führt weiterhin zu Hautausschlägen und Halsentzündungen. Nachdem diese geschwunden sind, treten im Laufe der nächsten drei bis vier Jahre, manchmal sogar noch viel später, in allen möglichen Organen die verschiedensten Krankheitserscheinungen auf, die bei geeigneter Behandlung meist recht milde und gutartig verlaufen, in manchen Fällen aber, besonders wenn die Krankheit vernachlässigt wurde, zu ernstesten und folgenschweren Leiden werden können. Die Krankheit ist jahrelang ansteckungsfähig und kann auch auf Nachkommenschaft übertragen werden, selbst wenn die Kranken gar nichts mehr von ihr bemerken.

Die direkte oder indirekte Hauptquelle der venerischen Krankheiten ist der Verkehr mit den Prostituierten, mit Mädchen, die sich für Geld mehreren Männern hingeben. Diese Mädchen werden meist nach kurzer Zeit mit Tripper oder Syphilis oder mit beiden Krankheiten angesteckt und verbreiten sie dann weiter. Selbst die ärztliche Untersuchung der Prostituierten schützt nicht mit Sicherheit. Namentlich die jungen Prostituierten sind sehr gefährlich. Aber auch andere Mädchen und Frauen sind, wenn sie ihren Liebhaber wechseln, der Ansteckungsgefahr ausgesetzt und daher ebenfalls sehr oft ansteckend. Auch sie können krank sein, ohne eine Ahnung davon zu haben, und ohne daß man ihnen irgendwelche Krankheitserscheinungen anmerkt. Da jeder außereheliche Geschlechtsverkehr die Gefahr der Ansteckung mit sich bringt, kann vor einem solchen nicht ernstlich genug gewarnt werden.

Der unter der männlichen Jugend viel verbreitete Glaube, zur Erhaltung seiner Gesundheit müsse man von Zeit zu Zeit Geschlechtsverkehr ausüben, ist nicht für alle zutreffend. Geschlechtliche Enthaltsamkeit in den Entwicklungsjahren auf möglichst lange Zeit durchgeführt, ist oft von großem Vorteil für die Gesundheit. Solides Leben, Abhärtung und körperliche Bewegung im Freien, Wandern, Turnen,

Schwimmen, Rudern, Schlittschuhlaufen können ein Überhandnehmen des Geschlechtstriebes verhindern. Gründliche Reinigung der Geschlechtsteile ist zur Erhaltung der Gesundheit dringend erforderlich. Die Gefahr der Ansteckung wird zwar durch Reinlichkeit, Seifenwaschungen, sowie durch Anwendung besonderer Desinfektion und Schutzmittel sehr verringert, aber nicht ganz aufgehoben. Darum sollte jeder, der außerehelichen Geschlechtsverkehr ausgeübt hat, an den folgenden Tagen seine Geschlechtsteile öfter besichtigen und beim geringsten Anzeichen einer Erkrankung unverweilt den Arzt aufsuchen. Besonders gefährlich ist es, den geschlechtlichen Verkehr häufig zu wechseln. Wer das tut, wird sicherlich bald angesteckt sein. Eine außerordentlich große Anzahl von venerischen Ansteckungen kommt im Rausch zustande, viele werden durch Alkoholgenuß verschlimmert. Daher ist möglichste Mäßigkeit im Alkoholgenuß angebracht. Verheiratete Männer, die neben ihren Ehefrauen noch mit Prostituierten und dergleichen verkehren, handeln gewissenlos, denn sie setzen nicht nur sich, sondern auch Frau und Kinder schweren Gefahren aus. Syphilitische Ansteckung kann auch ohne Geschlechtsverkehr, namentlich durch Küsse zustande kommen. Auch von Fremden benutzte Gebrauchsgegenstände, wie Eß- und Trinkgeräte, Pfeifen, Rasierpinsel sind, da sie die Krankheit übertragen können, möglichst zu meiden. Jede, auch die scheinbar unbedeutendste Wunde, Entzündung, Schleimabsonderung an den Geschlechtsteilen kann hochgradig ansteckend sein.

Wer etwas Derartiges an sich bemerkt, darf selbstverständlich unter keiner Bedingung geschlechtlich verkehren, sondern soll sich sofort durch einen staatlich anerkannten Arzt, nicht durch Kurpfuscher, untersuchen lassen. Durch frühzeitige Erkennung und fachgemäße ärztliche Behandlung kann schweren Folgen oft vorgebeugt werden. Die allermeisten Fälle sind vollständig heilbar, manche freilich erst nach Jahren. Der Tripperkranke und der Syphiliskranke kann selbst nicht erkennen, ob er wirklich geheilt ist oder nicht. Geschlechtskranke müssen sich Monate, oft Jahre lang immer wieder von einem Arzt untersuchen lassen, damit dieser den Verlauf der Krankheit verfolgen und sie im richtigen Augenblick wieder behandeln kann. Wer daher, ohne seinen Arzt ausdrücklich zu befragen, Behandlung oder Beobachtung unterbricht, hat es sich selbst zuzuschreiben, wenn er oft erst nach langer Zeit wieder von den Krankheitserscheinungen befallen wird. Durch eine solche Vernachlässigung schädigt er aber nicht nur sich selbst, sondern

auch sehr häufig andere Menschen. Das eigene Urteil trügt oft. Wer, bevor der Arzt ihn für gesund erklärt hat, wieder Geschlechtsverkehr ausübt und dadurch andere der Ansteckungsgefahr aussetzt, macht sich eines schweren, zivilrechtlich und strafrechtlich zu ahndenden Vergehens schuldig. Dieses Vergehen ist selbstverständlich nicht weniger schwer, wenn es Prostituierten gegenüber begangen wird. Ganz besonders muß jeder, der Tripper oder Syphilis gehabt hat, sich hüten, ohne ausdrückliche Erlaubnis seines Arztes zu heiraten oder, wenn er schon verheiratet ist, den geschlechtlichen Verkehr wieder aufzunehmen. Alle venerisch Kranken sind zur sorgfältigen Beobachtung und Reinhaltung ihres Körpers verpflichtet. Besonders die Syphilitischen müssen sich immer bewußt bleiben, daß sie auch ohne geschlechtlichen Verkehr ihre Krankheit durch Unachtsamkeit auf andere übertragen können. Wer einmal eine venerische Krankheit gehabt hat, soll allen ihn später an irgendwelcher Krankheit behandelnden Ärzten davon offen Mitteilung machen. Es kann das für die Erkenntnis und Behandlung späterer Krankheiten von wesentlicher Bedeutung sein.

Den Mädchen, die noch jung in das Erwerbsleben eintreten und keine geeigneten Berater haben, drohen die schwersten Gefahren in dem außerehelichen Geschlechtsverkehr, dem sie oft durch scheinbar harmlose Freuden, durch öffentliche Tanzvergnügen, zugeführt werden. Die leichtsinnigen, oft sogar unredlichen Versprechungen junger Männer, die Verführung durch leichtfertige Freundinnen, sowie der Genuß berauscher Getränke, das sind die Verlockungen, denen Tausende von Mädchen zum Opfer fallen. Für die Mädchen enthält der Geschlechtsverkehr vor der Ehe die doppelte Gefahr der Schwangerschaft und die der Geschlechtskrankheiten. Das schwangere Mädchen ist in der Arbeit behindert, es verliert vielfach seine Stelle, es gerät in Schande und Not, die Not steigert sich, wenn ein Kind zur Welt gekommen ist, das Mädchen sinkt dann leider oft genug bis zur Dirne und Verbrecherin. Obgleich der Vater gesetzlich verpflichtet ist, für den Unterhalt seines außerehelichen Kindes bis zu dem vollendeten sechzehnten Lebensjahre zu sorgen, entzieht er sich doch oft durch Schliche aller Art dieser Pflicht oder ist wirtschaftlich an der Erfüllung derselben verhindert. Außer allen anderen Lasten fallen dann auch die Unterhaltungskosten für das Kind der jungen Mutter zu, deren geschwächte Gesundheit eine gesteigerte Arbeitsleistung meistens unmöglich macht. Männer, die außerehelichen Geschlechtsverkehr suchen, verkehren fast alle mit mehreren

Mädchen, insbesondere auch mit Prostituierten. Dies hat zur Folge, daß der größte Teil dieser Männer an einer Geschlechtskrankheit leidet oder gelitten hat. Der einmal geschlechtlich Erkrankte steckt aber oft noch an, wenn er auch äußerlich gesund erscheint, in vielen Fällen sogar dann, wenn er selbst sich für bereits geheilt hält. Bei der großen Verbreitung der Geschlechtskrankheiten unter den Männern ist jedes Mädchen, das auch nur einmal mit einem Manne geschlechtlich verkehrt, der Gefahr der Ansteckung ausgesetzt. Mädchen, die den Liebhaber öfter wechseln, erkranken fast ausnahmslos.

Von den beiden hauptsächlich in Betracht kommenden Geschlechtskrankheiten, Syphilis und Tripper, schädigt dieser den Körper der Frau weit mehr als den des Mannes. Der Tripper macht bei der Frau anfangs oft wenig Beschwerden und wird von Sorglosen nicht beachtet, aber er kann im inneren Teile des Unterleibes bis zum Bauchfell dringen und dort schmerzhaft Entzündungen und Vereiterungen erzeugen, besonders bei fortgesetztem Geschlechtsverkehr. Dauerndes Siechtum, Unfruchtbarkeit und Arbeitsunfähigkeit sind die Folgen. Die Syphilis ist eine meist jahrelang währende Krankheit, die den ganzen Körper durchseucht und nicht selten zu den schwersten Verunstaltungen und Nachkrankheiten führt. Auch Totgeburten sind eine häufige Folge der Syphilis. Selbst wenn die Kranke nichts mehr von ihrem Leiden gewahr wird, kann dasselbe noch auf die Nachkommenschaft übertragen werden und erzeugt da schwere Krankheiten.

Daher sind die folgenden Ratschläge in höchstem Maße beherzigenswert. Seid stets auf eurer Hut, daß nicht eine kurze Stunde des Genusses euch um Ehre, Gesundheit, Arbeitsfähigkeit und Lebensglück bringt, gebt euch nicht nach flüchtiger Bekanntschaft dem ersten besten Manne hin, der euch durch Schmeichelreden betört oder euch die Ehe verspricht. Prüft den Charakter des Mannes, mit dem ihr in engere Verbindung treten wollt, zuvor auf Rechtschaffenheit und Zuverlässigkeit, verschließt euer Ohr auch dem Zureden kupplerischer Frauen. Diese Frauen finden ihren Vorteil in eurem Verderben. Seid mäßig beim Genuß von Bier und anderen berauschenden Getränken, oder vermeidet sie besser ganz, insbesondere bei jedem Zusammensein mit Männern, vor allem beim Tanz. Wechselt nicht Männerbekanntschaften, da ihr sonst sicher in kurzer Zeit angesteckt sein werdet. Solltet ihr doch einmal mit einem Manne intim verkehrt haben, so müßt ihr auf nachteilige Folgen stets gefaßt sein, beobachtet alsdann euren Körper mehrere Wochen auf das

sorgfältigste. Stellen sich Zeichen der Schwangerschaft ein, verzweifelt nicht gleich, sondern offenbart euch sofort einer euch als vertrauenswürdig und zuverlässig bekannten Frau. In allen größeren Städten gibt es auch Vereine, so den Bund für Mutterschutz, die einem Mädchen in dieser Lage helfend zur Seite stehen, die auch zwischen ihr und ihren Eltern sowie dem Verführer vermitteln. Ein Brennen und Jucken in den Geschlechtsteilen, vor allem ein vorher nicht beobachteter Ausfluß, lassen auf eine Erkrankung an Tripper schließen. Bei jeder wunden Stelle und jedem Knötchen oder Geschwür an den Geschlechtsteilen, bei den Hautausschlägen und Halsentzündungen ist an Ansteckung mit Syphilis zu denken. Bei diesen Anzeichen, die oft erst nach drei bis vier Wochen auftreten, geht sofort zum Arzt, und zwar zu einem staatlich approbierten Arzt. Nur staatlich approbierte Ärzte und Ärztinnen sind gesetzlich zur strengsten Verschwiegenheit verpflichtet, ihnen allein könnt ihr euch rückhaltlos anvertrauen. Kommen diese Leiden sofort in die richtige Behandlung, so ist ihr Verlauf gewöhnlich ein günstiger, es tritt dann, aber nur dann, meist sogar vollständige Genesung ein. Es genügt selbstverständlich nicht, daß ihr den Arzt aufsucht. Ihr müßt auch seine Verordnungen, insbesondere seine Anweisungen über die peinlichste Sauberkeit, in allen Punkten streng befolgen. Mitglieder von Krankenkassen haben übrigens auch bei Geschlechtskrankheiten Anspruch auf unentgeltliche Behandlung durch den Kassenarzt, und solange sie am Arbeiten verhindert sind, auch auf Krankengeld.

Seid ihr von einer Geschlechtskrankheit befallen, so habt ihr weiter folgendes zu beachten. Bis euch der Arzt für vollständig geheilt erklärt hat, ist jeder weitere Geschlechtsverkehr streng verboten. Verstoßt ihr hiergegen, so setzt ihr andere der Ansteckungsgefahr aus und könnt gerichtlich bestraft werden. Ihr dürft dann auch erst heiraten, wenn es euch der Arzt erlaubt hat, anderenfalls kann euer Mann durch euch erkranken und ihr könnt kranke Kinder in die Welt setzen. Jedes Mädchen sollte sich aber auch davon zu vergewissern suchen, daß ihr künftiger Gatte an keiner Geschlechtskrankheit leidet. Bei jeder späteren Erkrankung, bei jeder Schwangerschaft, bei jeder Erkrankung eines Kindes müßt ihr in euerem eigenen oder des Kindes Interesse dem behandelnden Arzt Mitteilung von der früheren Geschlechtskrankheit machen. Die Mitteilung wird dem Arzt in vielen Fällen erst die richtigen Wege zur Erkennung des neuen Leidens, zur Behandlung der Schwangerschaft zeigen. Ist ein Geschlechtsverkehr für euch ohne Schwangerschaft und ohne Krankheit

verlaufen, so laßt euch dadurch nicht in Sicherheit wiegen, die Warnung bleibt trotzdem begründet. Syphilitische Ansteckung kann ohne Geschlechtsverkehr zustande kommen. So kann eine gesunde Amme durch ein syphilitisches Kind, ein gesundes Kind durch eine syphilitische Amme angesteckt werden; darum müssen vor Annahme einer solchen Stellung Amme und Kind zu beiderseitigem Schutz ärztlich untersucht werden. Syphilis kann durch einen Kuß, durch den gemeinschaftlichen Gebrauch von Eß- und Trinkgefäßen, der Tripper durch Handtücher, Leibbinden, Bettwäsche, Schwämme, Irrigatoren übertragen werden. Deshalb seid auch hier auf eurer Hut, übt immer peinlichste Sauberkeit, beherzigt die Ratschläge, die nur der Sorge um eure Gesundheit und euer Lebensglück entspringen sind.

Vater und Mutter haben die Verpflichtung, ihre Kinder auch über die Vorgänge, die mit dem Geschlechtsleben zusammenhängen, zu belehren und sie so zu erziehen, daß sie den angeborenen Geschlechtstrieb beherrschen lernen. Diese Erziehung muß in der Kindheit beginnen und bis in das Alter des Erwachsenen fortgesetzt werden. Jeder Lebensabschnitt verlangt besondere Beachtung. Wenn in der Kinderzeit das Märchen vom Storch nicht mehr geglaubt wird, darf die Mutter der Frage, woher die kleinen Kinder kommen, nicht ausweichen. Sie soll eine Antwort geben, die der Wahrheit nahe kommt, von dem Kinde verstanden wird und es im Augenblick befriedigt. Die Mutter muß verhüten, daß ihr Kind mit anderen Kindern, mit Dienstboten oder sonstigen ungeeigneten Personen heimlich darüber spricht. Sage deinem Kinde: Du bist ein Teil von mir; als du noch zu schwach warst, um zu atmen und Nahrung zu nehmen, da habe ich dich unter meinem Herzen getragen, daher habe ich dich so unendlich lieb, darüber darfst du aber mit keinem anderen sprechen, als nur mit mir, deiner Mutter. In den Entwicklungsjahren behandelt Knaben und Mädchen in der Zeit der beginnenden geschlechtlichen Entwicklung mit besonderer Nachsicht und Geduld, sie sind leichter erregbar wie sonst, widersprechen heftiger und können oft weder in der Schule noch in der Häuslichkeit ihre Arbeit so gut wie bisher leisten. Knaben sind zu belehren, daß die Veränderungen, die sie an ihrem Körper wahrnehmen, nur die Anfangsstufen des Reifwerdens bilden, daß sie die volle Reife erst mit dem einundzwanzigsten Jahre erreichen, daß ein vorzeitiger Geschlechtsverkehr den jugendlichen Körper schwächt und in seiner Entwicklung schädigt. Da Mädchen über das erste Auftreten der monatlichen Blutung erschrecken, soll ihnen eine

aufmerksame Mutter schon vorher kurz sagen, daß jedes Mädchen das durchmachen muß, daß es aber in den Tagen der Blutung seinen Körper vor jeder Überanstrengung bewahren soll, damit der Blutverlust nicht stärker werde. Sorget dafür, daß eure Kinder sich mit den Erscheinungen der Entwicklungsjahre nicht zu viel beschäftigen und mit anderen Kindern nicht darüber reden, lenket ihre Aufmerksamkeit davon ab, lasset sie viel turnen, baden, schwimmen und wandern. Verbiestet euren Kindern auch in dieser Zeit den Genuß alkoholischer Getränke, damit ihre geschlechtliche Erregbarkeit nicht gesteigert wird. Leget euren Söhnen und Töchtern beim Eintritt in das Erwerbsleben eindringlich ans Herz, daß sie möglichst lange, am besten bis zum Eingehen der Ehe, sich vom Geschlechtsverkehr fernhalten. Geschlechtliche Enthaltbarkeit ist bis zur Mitte der zwanziger Jahre für gesunde Menschen nach der Ansicht der Ärzte nicht schädlich. Machet Söhne und Töchter aufmerksam auf alle Folgen des vorehelichen Verkehrs und auf die Verantwortung, die sie damit auf sich laden. Führt dem Sohne vor Augen, wie unverantwortlich er handelt, wenn er ein Mädchen verführt, welche schweren Pflichten ihm erwachsen, wenn er Vater eines unehelichen Kindes wird, und daß er für dieses, dem Gesetz nach, bis zu dessen sechzehnten Lebensjahre sorgen muß. Führt der Tochter vor Augen, welche Gefahren ihr durch einen vorehelichen Verkehr drohen, wieviel Kummer und Not Schwangerschaft, Geburt und Erziehung eines unehelichen Kindes für die Mutter zur Folge haben. Sprechet mit euren Söhnen und Töchtern darüber, daß im außerehelichen Verkehr die Wahrscheinlichkeit, sich eine Geschlechtskrankheit zuzuziehen, sehr groß ist, die Wahrscheinlichkeit um so größer wird, je öfter die Person wechselt, mit der der Verkehr ausgeübt wird, diese Krankheiten, Schanker, Tripper und Syphilis dem, der davon ergriffen wird, langes Siechtum und schwere Störung in der Arbeitsfähigkeit bringen können, auch auf die Umgebung und selbst nach vielen Jahren noch in einer späteren Ehe auf die Frau und die Kinder übertragen werden können.

Vor der Eheschließung müssen gewissenhafte Menschen, bevor sie die Ehe eingehen, aus Rücksicht auf sich selbst und ihre zukünftigen Kinder, sich durch ärztliche Untersuchung die Sicherheit verschaffen, daß alle beide, Mann und Frau, gesund sind. Wer vor der Ehe geschlechtlich verkehrt hat, soll auch, wenn er seiner Meinung nach nie geschlechtskrank war, von einem Arzt feststellen lassen, ob er gesund ist und heiraten darf. Die Eltern des Mädchens sollten von ihrem künftigen

Schwiegersohn verlangen, daß er ein ärztliches Zeugnis über seine Gesundheit beibringe. Macht eure Söhne darauf aufmerksam, daß sie im Geschlechtsverkehr mit der Ehefrau verständig Maß halten. Sie müssen Rücksicht nehmen auf die durch die monatliche Blutung der Frau hervorgerufene Schwäche, auf ihre Schonungsbedürftigkeit nach der Entbindung und während des Stillens des Säuglings. Der Ehemann soll stets daran denken, was seine Frau durch die Beschwerden der Schwangerschaft, die Schmerzen und den Blutverlust bei der Geburt des Kindes und die bei Tag und Nacht unermüdliche Pflege des Neugeborenen zu ertragen hat. Durch treue Fürsorge für Mutter und Kind soll er vergelten, was seine Frau in der Ehe an Aufopferung leistet. Wenn ihr Eltern die hier angeführten Ratschläge befolgt, wenn ihr selbst euren Kindern ein Vorbild bietet, wie sie im Leben sich verhalten sollen, dann werden euch eure Kinder auch für diese Erziehung zu einem gesunden und sittlichen Geschlechtsleben zeitlebens dankbar sein.

In Deutschland ist ein *Gesetz* ergangen, wie es schon längst hätte geschehen müssen, das *einem jeden Geschlechtskranken die gesetzliche Pflicht auferlegt, sich behandeln zu lassen*. Tut er das nicht, so kann er von Staats wegen dazu angehalten werden und wird auch beträchtlichen Strafen unterworfen. Ebenso wird mit Gefängnisstrafe, unter Umständen mit mehrjähriger, bestraft, wer Geschlechtsverkehr ausübt und weiß oder den Umständen nach annehmen muß, daß er geschlechtskrank ist, ebenso auch, wer unter den gleichen Umständen eine Ehe eingeht, ohne den anderen Teil davon in Kenntnis zu setzen. Das wesentlichste aber ist, daß *die Behandlung der Geschlechtskrankheiten fortan nur durch einen approbierten Arzt geschehen darf*.

Der Schutz vor allen anderen als den ansteckenden Krankheiten liegt in der gesamten gesundheitsgemäßen Lebensführung des einzelnen, von welcher ja das ganze Buch hier handelt. Wenn der aufmerksame Leser bei jeder der mannigfachen Gruppen von Krankheiten, welche den Menschen befallen können, ihre Entstehung und ihren Verlauf kennt und sich einprägt, so ergeben sich hieraus von selbst auch alle diejenigen Besonderheiten, die zu vermeiden sind, um den Krankheiten zu entgehen. Von allen diesen einzelnen Krankheiten und von den Mitteln zu ihrer Verhütung wird in den beiden nachfolgenden Bänden ausführlich die Rede sein.

Erläuterung der im Werke vorkommenden medizinischen Fremdwörter

Ausdrücke, die in diesem Verzeichnis nicht aufgeführt wurden, sind im Sachregister nachzuschlagen.

- Abortus, Fehlgeburt
Abszeß, Eitergeschwür
adäquat, angemessen, gleich
Adenom, Drüsengeschwulst
Aerotherapie, Behandlung von Krankheiten mit Atmungskuren
Affinität, chemische Verwandtschaft, die Spannkraft, die die Atome zu ihren Molekülen vereinigt
Agens, Triebkraft
Agonie, Todeskampf
Akkommodation, Anpassungsfähigkeit
Albuginea, weißliche Bindegewebshülle
Albumin, Eiweißstoff
Albuminoide, eiweißähnliche Körper
albuminös, Eiweißstoff enthaltend
Albuminurie, Auftreten von Eiweiß im Harn
Alveole, Zahnhöhle
Amnesie, Erinnerungsmangel
Amöbe, Urtierchen
amöboide Bewegung, auf die Bewegung der Urtierchen bezüglich
Amphigonie, geschlechtliche Fortpflanzung
Ampulla, bauchiges Gefäß, hier Erweiterung
Amputation, operatives Entfernen größerer Körperteile
Anämie, Blutarmut
Anamnese, Vorgeschichte der Krankheit
Anästhesie, Unempfindlichkeit
Anastomose, Übergang zweier Kanäle, Gefäße oder Nerven ineinander
Anatomie, Zergliederungskunst
anatomisch, zergliedernd
Aneurysma, Erweiterung der Herzwand oder einer Schlagader
Angiom, Blutgefäßgeschwulst durch Erweiterung
animales Nervensystem, der Teil des Nervensystems, der die mit Bewußtsein verbundenen Erscheinungen der Empfindung und der Bewegung vermittelt
Anion, Ergebnis der chemischen Zersetzung durch Elektrizität, das negative Ion
Ankylose, schwierige Verklebungen oder Verwachsungen der Gelenke
Anode, Stromzuführer
Anomalie, Regelwidrigkeit
anorganisch (chem.), in der unbelebten Natur vorkommende Verbindungen
Antagonisten, Muskeln, die bei ihrer Tätigkeit entgegengesetzt wirken
Anthropoiden, menschenähnliche Affen
Antigene, Stoffe, die Antikörper erzeugen
Antipyretika, Fiebermittel
Antisepsis, Bekämpfung der Erreger der Wundinfektionskrankheiten durch chemische Mittel
Antiseptikum, Mittel gegen Wundinfektion
Aphthen, Sauggeschwüre an den hinteren seitlichen Teilen des harten Gaumens, besonders bei Kindern
aplanatische Kombination, drei Sammellinsen sind mit solchen Krümmungen und in solcher Reihenfolge miteinander verbunden, daß die sphärische Ablenkung auf ein Minimum herabgesetzt wird
Apoplexie, Hirnblutung
Arterie, Schlagader
Arteriosklerose, Schlagaderverkalkung
Arsonvalisation, Behandlung mit Hochfrequenzströmen
Asepsis, Wundbehandlung mit fäulnisfreien Mitteln
Assimilation, Wiederaufbau der zerstörten Substanz beim Stoffwechsel
asthenisch, kraftlos

- Astigmatismus**, Stabsichtigkeit, abnormales Brechungsvermögen des Auges
Atavismus, Rückartung, Rückschlag zur Ahnenähnlichkeit
Ataxie, Störung des gesetzmäßigen Zusammenwirkens der Muskeln
Atelektase, Luftleere
Atherom, Geschwulst unter der Haut mit grützbreihähnlichem Inhalt
Atom, kleinste chemische Einheit, nicht mehr teilbarer Teil des Urstoffes
Atonie, Erschlaffung
Atrioventrikularklappen, Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern des Herzens
Atrophie, Schwund, Abmagerung
Auskultation, das Behorchen der im Körper entstehenden Schallzeichen
Avitaminosen, Erkrankungen, die durch Fehlen von Vitaminen bei der Ernährung hervorgerufen werden
Azeton, Essiggeist
 azinös, traubenförmig
- Bakterie**, Spaltpilz
Bakteriologie, Spaltpilzlehre
Bakteriurie, Bakteriengehalt des Harnes
Bazillus, Stäbchenpilz
 binokular, für zwei Augen eingerichtet
 binokulares Sehen, gleichzeitiges Sehen mit zwei Augen
 biogenetisch, entwicklungsgeschichtlich
 Bisexualität, Doppelgeschlechtigkeit
 bisexuell, zweigeschlechtlich
 blande Diät, milde, reizlose Kost
Bougie, Stab aus Wachs, Zelluloid usw., zur Erweiterung von Kanälen und Hohlräumen
Bronchien, Verzweigungen der beiden Bronchi im Lungengewebe
Bronchiectasie, Bronchialerweiterung
Bronchus, Luftröhre
Bulbärparalyse, Lähmung des verlängerten Marks
Bulbus, Zwiebel
- Caries**, Zahnfäule
Chalazion, Hagelkorn
Chiasma, Sehnervkreuzung
Chlorose, Bleichsucht
Chondrin, chemischer Bestandteil des Knorpels
Chondrom, Knorpelgeschwulst
Chorioiditis, Entzündung der Aderhaut
Chromatin, färbbarer Bestandteil des Zellkerns
- Chromophotherapie**, Anwendung farbigen Lichtes zu Heilzwecken
Chromosomen, Chromatinfäden von bestimmter Form und Zahl bei der (indirekten) Zellteilung
Chylus, Milchsaft
Coitus interruptus, durch Zurückziehen des Penis verhinderter Samenerguß in die Scheide
Cuticula, Oberhäutchen
- Debilität**, leichtester Grad von Schwachsinn
Decidua, von der Uterusschleimhaut gelieferte Eihülle, die beim Geburtsakt abgestoßen wird
Defloration, Entjungferung
Degeneration, Entartung
Dermoidzyste, Zystengeschwulst mit hautähnlicher Wand in der Schleimhaut, in Schweiß- und Talgdrüsen
Diabetes mellitus, Zuckerkrankheit
Diagnose, Krankheitsbestimmung
Diagnostiker, der den Krankheitsbefund Feststellende
 diagnostisch, den Krankheitsbefund betreffend
Diastole, Herzausdehnung
Diät, zur Erhaltung oder Erlangung der Gesundheit erforderliche Lebensweise, besonders in bezug auf die Ernährung
Diätetik, Lehre von der für das einzelne Individuum passendsten Ernährungs- und Lebensweise
Diathermie, Anwendung von Hochfrequenzströmen mit geringerer Spannung als die Arsonvalströme
Diathese, krankhafte Beschaffenheit der Gewebe und Säfte
Diffusion, Durchdringung
Dilatation, Erweiterung
Diluvium, Steinzeit
Dioptrik, Lichtbrechungslehre des Auges
Diplokokkus, Stäbchenpilz
Disposition, Veranlagung, Neigung
Dissimilation, Verbrauch der lebenden Substanz beim Stoffwechsel
Dissonanz, Mißklang
 dynamisch, innere Kraft besitzend
- Effleurage**, Streichung, eine Art der Massage
Ejakulation, Samenentleerung
Ektasie, Erweiterung
Ektoplasma, die Rindenschicht mancher Zellen

- Elektrolyse, die chemisch zersetzende Wirkung des galvanischen Stromes
 Elektron, Elektrizitätsatom, Träger der elektrischen Eigenschaften
 Elektrotherapie, Behandlung durch Elektrizität
 Embolie, Verstopfung von Blutgefäßen durch eingedrungene und verschleppte Fremdkörper
 Embolus, Gefäßpfropf
 Embryo, Fruchtkern, Entwicklungsstadium eines Organismus, beim Menschen bis zum vierten Schwangerschaftsmonat
 embryonal, keimhaft, unentwickelt, auf den Zustand des Embryo bezüglich
 Emphysem, Aufblähung
 Emulsion, milchähnliche, künstliche Flüssigkeit
 Enchondrom, Knorpelgeschwulst an Stellen, wo sonst kein Knorpel vorkommt
 Endemie, Krankheit, die an einem Ort heimisch ist
 Endokarditis, Entzündung der Herzinnenhaut
 Endolymph, Labyrinthwasser, seröse Flüssigkeit
 Endoplasma, Innenplasma
 Energie, die Fähigkeit, Arbeit zu leisten
 Epidemie, herrschende ansteckende Krankheit, Seuche
 Epidermis, Oberhaut
 Epiglottis, Kehildeckel
 Epilepsie, Fallsucht
 Epiphysis, Zirbeldrüse
 Episkleritis, Entzündung des Bindegewebes zwischen Lederhaut und Bindehaut
 Epistaxis, starkes Nasenbluten
 Epithel, oberste Zellschicht der Haut
 Epitheliom, Epithelzellengeschwulst
 Erektion, Anschwellen und Festwerden von Schwellkörpern durch Blutandrang, insbesondere das Steifwerden und die Aufrichtung des Penis
 Euthanasie, leichter Tod
 Exhibitionismus, öffentliche Entblößung der Geschlechtssteile
 Exkretion, Ausscheidung
 Expiration, Ausatmung
 Exsudat, krankhafte Ausschüttung
 Falloppischer Kanal, Knochenröhre des siebenten Hirnnervs
 Faradotherapie, Behandlung durch Anwendung des faradischen Stroms
 Ferment, Gärstoff, Absonderer lebender Zellen und Drüsen
 Fetischismus, sexuelle Erregung durch bestimmte Kleidungsstücke oder Körperteile einer Person des anderen Geschlechts
 fibrillär, faserig
 Fibrille, Fasern des Bindegewebes der Knochen, Muskeln und Nerven
 Fibrin, Faserstoff
 Fibrom, Bindegewebsgeschwulst
 fibrös, faserig
 Filtration, Durchsiehung
 Fixation, Festhalten
 Fontanellen, noch nicht verknöcherte, nur häutig geschlossene Stellen zwischen den einzelnen Schädelknochen, deren Scheiben sich nur berühren
 Foramen ovale, ovales Loch in der Vorhofscheidewand des fötalen Herzens, durch das die Eustachische Klappe das Blut aus dem rechten in den linken Vorhof leitet
 Fötus, Leibesfrucht
 Fraktur, Knochenbruch
 Franklinisation, Behandlung mit statischer Elektrizität
 Frigidität, geschlechtliche Unerregbarkeit
 Frigotherapie, Anwendung der Kälte zu Heilzwecken
 funktionell, auf die Funktion, die Ver- richtung, bezüglich
 Fusion, Einführung größerer Flüssigkeitsmengen unter geringem Druck
 Galvanismus, Berührungselektrizität
 Galvanotherapie, Behandlung mit dem galvanischen Strom
 Ganglion, Nervenknoten
 Gangrän, feuchter Brand
 Gastrektasie, Magenerweiterung
 Genitalapparat, Geschlechtsapparat
 Genitalien, Geschlechtssteile
 Glabella, Stirnglatze
 Glaukom, grüner Star
 Gonorrhöe, Tripper
 Granulation, Körnchenbildung
 Halluzination, Sinnestäuschung
 Hämoglobin, der Farbstoff der roten Blutkörperchen
 Hämophilie, Bluterkrankheit
 Hamulus, letzte halbe Windung der Schnecke des Ohres
 Helikotrema, Öffnung, die die Trommel-

- höhlentreppe und die Vorhofstreppe des Ohres verbindet
 Heliotherapie, Behandlung mit Sonnenlicht
 Hemisphäre, Halbkugel (des Gehirns) hereditär, erblich
 Hermaphroditismus, Doppelgeschlechtigkeit, Zwitterbildung
 Herzventrikel, Herzkammer
 heterolog, nicht ansprechend
 heterosexuell, andersgeschlechtig, normalgeschlechtig im Gegensatz zu homosexuell
 Hilus, Pforte auf einer Organfläche zum Ein- und Austritt von Gefäßen
 histologisch, die Gewebelehre betreffend
 homolog, übereinstimmend, entsprechend
 homosexuell, gleichgeschlechtig
 Hordeolum, Gerstenkorn
 Hormone, durch innere Absonderung in die Blut- und Lymphwege abgegebene chemische Substanzen
 hydrolytische Spaltung oder Hydrolyse, Spaltung komplizierter, besonders organischer Stoffe in einfachere unter Wasseraufnahme bei Gegenwart von Fermenten oder verdünnten Mineralsäuren
 Hydrotherapie, Wasserheilkunde
 Hymen, Jungfernhäutchen
 Hyperämie, örtliche Blutüberfüllung
 Hypermetropie, Übersichtigkeit des Auges
 hypermetropisch, übersichtig
 Hypertrophie, übermäßige Vergrößerung
 Hypnotismus, Lehre vom Zwangsschlaf
 Hypophysis, Hirnanhang
 Hysterie, Nervenkrankheit beider Geschlechter.
- Idioplasma, Anlagesubstanz, Erbmasse, eine Substanz, die sich als Träger erblicher Eigenschaften bei der Befruchtung unmittelbar auf die Embryonalanlage überträgt
 Idiosynkrasie, eigentümliche Mischung der Säfte
 Idiotie, durch Gehirnerkrankungen entstandener Blödsinn, schwerer Grad geistiger Schwäche
 Illusion, täuschende Einbildung
 Imbezillität, angeborener Schwachsinn, leichtere Form der Idiotie
 Immunität, Unansteckbarkeit
 Impotenz, Unvermögen, den Beischlaf auszuüben
 inadäquat, ungleich
 Incus, Amboß
- Indikation, die Motive und Umstände, durch die ein bestimmtes Heilverfahren angezeigt ist
 indurativ, verhärtet
 Infantilismus, Stehenbleiben der körperlichen und geistigen Persönlichkeit auf kindlicher Stufe
 Infektion, Ansteckung
 infektiös, ansteckend
 Infiltration, Eindringen von Flüssigkeit
 infizieren, anstecken
 Injektion, Einspritzung
 Inkubation, Entwicklungszeit
 Innervation, Benervung, Versorgung mit Nerven
 innervieren, benerven, mit Nerven versorgen
 Inspiration, Einatmung
 Insuffizienz, Unzulänglichkeit
 Intensität, innere Kraft, Stärke
 Interzellulärsubstanz, Zwischenzellsubstanz
 intrauterin, innerhalb des Uterus oder der Gebärmutter
 Inzest, Blutschande
 Ion, elektrisches Urteilchen, Ergebnis der chemischen Zersetzung durch Elektrizität
 Iridozyklitis, Entzündung des Ziliarkörpers
 Iritis, Entzündung der Regenbogenhaut
 Irrigator, Spülkanne
 Ichias, Hüftweh
 Isthmus, verengte Stelle, insbesondere verschmälertes Mittelstück der Schilddrüse
- Kallus, Schwiele, Knorpel
 Kalorie, Wärmeeinheit, die Wärmemenge, die einen Liter Wasser um einen Grad erwärmt
 Kapillargefäß, Haargefäß
 Karies, Zahnfäule
 Karzinom, Krebs
 Kastration, künstl. Unfruchtbarmachung der Keimdrüsen durch Verschneidung
 Katalepsie, Verharren der Glieder des Hypnotisierten in beliebiger, vom Hypnotiseur gegebener Lage
 Kataphorese, Einführung von Arzneistoff durch die Haut hindurch mittels galvanischen Stromes
 Katarakt, Breienschlag
 Kation, Ergebnis der chemischen Zersetzung durch Elektrizität
 kinetisch, beweglich
 kinetische Energie, die sich auf die Bewegungen, die le-

- bendige Kraft des Körpers, beziehende Energie
 Kleptomanie, Stehlitrieb
 Klistier, Einspritzung, Einlauf in den Mastdarm
 Klitoris, Kitzler, Wollustorgan der Frau am oberen Scheideneingang
 Kohlehydrate, Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff enthaltende Verbindungen
 Kokkus, Kugelbakterium
 Kondylom, Feigwarze
 Konsonanz, Wohlklang
 Konstitution, Verfassung, Leibesbeschaffenheit
 Kontraktilität, Zusammenziehbarkeit der Muskeln
 Konvexbrille, Brille mit Sammellinse
 Kreatin, chemische Verbindung in Muskeln
 Kretinismus, angeborener Blödsinn mit bedeutenden körperlichen Mißbildungen
 Labyrinth, Irrgarten, hier Teil des Gehörganges
 Lamelle, dünnes Blättchen, Plättchen
 lesbische Liebe, homosexueller Trieb bei Frauen
 Leukämie, Weißblütigkeit, Krankheiten mit andauernder Vermehrung der weißen Blutkörperchen
 Leukom, weiße Narbe der Hornhaut des Auges
 Leukozytose, übermäßige Vermehrung der weißen Blutkörperchen
 Libido, Begierde, Geschlechtstrieb
 Lipom, Fettgeschwulst
 Lochia, Ausfluß aus der Gebärmutter während einiger Wochen nach dem Geburtsakt
 Lymphangiom, aus Lymphräumen gebildete Geschwulst
 Lymphe, der eiweißhaltige Inhalt von Gewebelücken und Lymphgefäßen
 Lymphocyten, Lymphzellen
 Malaria plasmodien, eine Protozoenart
 Masochismus, sexuelle Befriedigung durch Selbstpeinigung
 Mekonium, Kindspech
 Membran, dünne Haut
 Menorrhagie, übermäßige Monatsblutung
 Metalloid, nicht-metallischer Grundstoff
 Metamorphose, Umgestaltung, Verwandlung
 Metastase, Verschleppung einer Erkrankung nach anderen Stellen infolge von Verpflanzung von Keimen durch die Blutbahn
 Metazoon, vielzelliges Tier
 Metrorrhagie, Gebärmutterblutung außerhalb der Menstruation
 Mikroorganismus, kleines Lebewesen
 Miliartuberkulose, durch Eindringen großer Bakterienmengen in die Blutbahn treten zahllose bis hirsekorngroße Tuberkel in vielen Organen gleichzeitig auf
 Mimikry, Anpassung der Tiere an Form und Farbe der Umgebung
 Miosis, Verengung der Pupille
 Molekül, Urteilchen, kleinste physikalische Einheit
 Monogonie, ungeschlechtliche Fortpflanzung
 Morulae, Maulbeerkugeln, die durch den Furchungsvorgang des Eidotters entstandenen Urzellen
 motorisch, beweglich, die Bewegung betreffend
 multiple Sklerose, Verhärtung des Zentralnervensystems
 Mumifikation, trockener Brand
 Muskelfibrin, Muskelfaserstoff
 Mydriasis, Pupillenerweiterung
 Myokarditis, Herzmuskelentzündung
 Myom, Geschwulst aus Muskelgewebe
 Myxödem, teigige Verdickung durch Wucherung schleimhaltigen Bindegewebes im Unterhautgewebe des Gesichts und Halses
 Myxom, Schleimgewebsgeschwulst
 Narkotisch, betäubend, narkotische Stoffe sind solche, die das Vermögen besitzen, durch ihre Einwirkung auf die Nerven deren Reizbarkeit zu vermindern oder zu tilgen
 Narzißmus, geschlechtliche Selbstliebe
 Nekrose, Absterben von Geweben
 Nerven Anastomose, Verbindung zweier Nerven zu einem Stamm, oder Vereinigung zweier Nerven durch einen Zwischenbogen
 Nervus sympathicus, der die vegetativen Lebensäußerungen regelnde Nerv
 Neuralgie, Nervenschmerz
 Neurasthenie, Nervosität
 Neurilemma, Bindegewebshülle der Nervenstränge
 Neurogliom, Wucherung aus Zellen und Fasern des Zentralnervensystems
 Neurom, Geschwulst, die durch Neubildung von Nervenmasse entsteht

- Neuroplasma, weiche oder flüssige Zwischensubstanz der Nervenfaser
- Obstipation, Verstopfung
Okular, Augenlinse
organisch, in der belebten Natur vorkommend
Organotherapie, die Anwendung tierischer Organe oder ihrer Gewebsäfte oder Sekrete zur Behandlung
Orgasmus, höchste Wollust, übermäßiger Andrang von Blut oder Säften nach den Geschlechtsorganen
Orthopädie, Behandlung von Körperverkrümmungen
Osmose, Durchsaugung
Osteom, Knochengeschwulst
Otolithen, Gehörsteinchen
Ovarium, Eierstock
Ovulation, Ausstoßung des Eies
Ovum, Ei
Ozaena, Stinknase
- Pädophilie, krankhafte Liebe zu Kindern
Palpation, Betastung zur Untersuchung
Pankreas, Bauchspeicheldrüse
Papille, Wärzchen
Papillom, Geschwulst aus gefäßhaltigem Bindegewebe, dessen Oberfläche mit Epithel bekleidet ist
papulös, papelartig
Paracentese, Anstechen, operative Durchbohrung eines mit Flüssigkeit erfüllten Hohlraumes (Trommelfell)
Parasit, Schmarotzer
Parthenogenese, Jungferzeugung, Zeugung ohne Befruchtung durch männliche Geschlechtszellen
pathogen, Krankheit erzeugend
pathologisch, krankhaft, bezüglich auf die Krankheitslehre
Penis, männliches Geschlechtsglied
Pepsin, Substanz, die von den Labdrüsen der Magenschleimhaut abgesondert wird und bei Anwesenheit von Salzsäure eiweißartige Körper auflöst
Perikarditis, Herzbeutelentzündung
Perilymphe, Labyrinthwasser
Periost, Knochenhaut
peripher (peripherisch), am Rande befindlich
Perkussion, Beklopf. d. Körperoberfläche
Pétrissage, Knetung, eine Art der Massage
Pharmakodynamik, Lehre von der Wirkung der Arzneimittel
Pharmakognosie, Lehre von den Drogen
Pharmakologie, Arzneimittellehre
pharmazeutisch, arzneikundlich
Pharmazie, Arzneikunde
Physiologie, Lehre von den Lebenserscheinungen
physiologisch, der Lebenslehre, den Naturgesetzen entsprechend
Pigment, Farbstoff
Plasma, flüssiger Bestandteil des Blutes
Plazenta, Mutterkuchen
Pleuritis, Brustfellentzündung
Plexus, Geflecht, besonders von Adern und Nerven
Pneumotherapie, Behandlung von Lungenleiden mit Einatmung von verdichteter Luft und Ausatmung in verdünnte Luft
Pollution, unwillkürliche Samenentleerung
Polyp, mit Stiel in einer Schleimhaut wurzelnde Geschwulst
postembryonal, nachembryonal, dem Embryonalstadium folgend
potentiell, auf die Spannkraft bezüglich (hinsichtlich der Energie)
Presbyopie, Gesichtsfehler alter Leute
Prisma, Kantensäule, Lichtbrechung
Prognose, Voraussage
Proteide, Verbindungen von Eiweißkörpern mit anderen Körpern
Protein, Eiweißstoff
Protist, Urwesen
Protoplasma, Urgebilde, lebendiger Inhalt der (pflanzlichen und tierischen) Zellen
Protozoon, einzelliges Tier
Pseudoleukämie, Organveränderungen der Leukämie ohne Vermehrung der weißen Blutkörperchen
Pseudopodien, Scheinfüße, Protoplasma-Ausläufer membranloser Zellen
Psychologie, Lehre von der Seele
Psychopathie, Geistesstörung
psychosensorielle Zentren, seelische Bewußtseinszentren
Psychotherapie, geistige Beeinflussung zu Heilzwecken
puerperal, zum Wochenbett gehörig
Pulpa, lockeres Gewebe
Punktion, Anstechen von Hohlräumen, um Flüssigkeiten zur Untersuchung zu entnehmen
Purin, chemische Verbindung von Kohlenstoff-, Stickstoff- und Wasserstoffatomen
pustulös, aus Pusteln bestehend

- Querulantenwahn**, unerschütterlicher
Wahn, rechtlich beeinträchtigt zu sein
- Rachitis**, englische Krankheit
Radioaktivität, Fähigkeit, gewisse un-
 sichtbare Strahlen auszusenden
Regeneration, Wiederherstellungsver-
 mögen verlorengegangener Teile eines
 Organismus
Rekonvaleszenz, Genesung
Resorption, Aufsaugung
Respiration, Atmung
Retorte, Glaskolben, schnabelförmiges
 Überdampfungsgefäß
rezeptorisch, aufnehmend, empfangend
Roseola, kleinfleckige Hautröte
- Sadismus**, sexuelle Befriedigung durch
 Peinigung anderer Personen (nach
 dem Marquis de Sade benannt)
Sarkom, Fleischgeschwulst
Sarkoplasma, das zwischen den Fibrillen
 und um die Kerne gelegene Proto-
 plasma der Muskelfaser
Schizophrenie, Spaltungsirresein, Vor-
 handensein von Symptomen, die eine
 Spaltung der geistigen Persönlichkeit
 bekunden
Sekret, Absonderungsstoff
Sekretion, Absonderung
sensibel, empfindlich, reizbar
sensitiv, empfindlich, empfindungsfähig
sensorisch, sensoruell, den Empfindungs-
 sitz betreffend
sensuell, sinnlich, die Sinne betreffend
Simulation, Vortäuschung von Krank-
 heitszuständen
Skleritis, Entzündung der Lederhaut
Sklerose, Verhärtung
Skrofulose, Krankheit des kindlichen
 Alters mit Entzündung der Schleim-
 häute des Auges, der Nase, sowie
 Stauungen im Lymphgefäß-System
Sonde, Stab- oder schlauchförmiges
 Werkzeug zur Einführung in Kanäle
 des Körpers
Sondierung, Einführung der Sonde zur
 Untersuchung
Spasmus glottidis, Stimmritzenkrampf
Sperma, Same
Spermatischen, Samenzellen, nach letzter
 Teilung der Samenmutterzellen ent-
 standen, aus denen sich die Samen-
 fäden bilden
Spermatorrhöe, Samenfluß ohne ge-
 schlechtliche Erregung
- Spermatozoon**, Samentierchen
Spermin, chemische Verbindung des Sa-
 mens in Form von aus Phosphat be-
 stehenden länglichen Kristallen
spezifisch, eigentümlich, dem Einzelfall
 entsprechend
Spirille, schraubenförmiger Spaltpilz
Spirochäten, Schraubenpilze
Sphygmogramm, durch den Sphygmo-
 graph aufgezeichneter Rhythmus des
 Pulses
Sphygmograph, Werkzeug zur Fixierung
 der Pulswellen
Sputum, Speichelauswurf
Staphylokokkus, Traubenspaltpilz
Staphylom, Vorwölbung am Auge
Stenose, Verengung
Stethoskop, Hörrohr zum Behorchen der
 Brustorgane
Stomata, mikroskopische Öffnungen zwi-
 schen den Gefäßzellen zarter Häute
Streptokokkus, Kettenspaltpilz
Striktur, krankhafte Verengung
Stroma, Grundsubstanz der roten Blut-
 körperchen zur Aufnahme des Hämog-
 lobins
subkutan, unter der Haut befindlich
Substanz, körperliche Masse
Suggestion, Einflößen bestimmter Vor-
 stellungen im Zwangsschlaf
Sympathicus, siehe Nervus sympathicus
 sympathische Nervenfasern, anderer Na-
 me für die vegetativen oder grauen
 Nerven
Symptom, Anzeichen, Merkmal
Synergeten, Muskeln, die gemeinsam zu
 gleichem Zwecke wirken
Systole, Zusammenziehung des Herzens
- Tapotement**, Klopfung, eine Art der
 Massage
Teratoblastome, an den Eierstöcken vor-
 kommende Geschwulstarten
Tertiär, die dem Diluvium oder der Stein-
 zeit unmittelbar vorhergehende geo-
 logische Periode
Therapie, Heilverfahren
thermisch, die Wärme betreffend
Thermometrie, Temperaturmessung
Thrombus, Blutpfropfen
Timbre, Klangfarbe
Tonsillarabszeß, Mandelvereiterung
Toxikologie, Lehre von den Giften
Trachom, Körnerkrankheit der Binde-
 haut
Transfusion, Überleitung von Blut eines

- Menschen in das Gefäßsystem eines anderen
 Transplantation, Überpflanzung abgetrennter Teile des Körpers
 Trichine, Haarwurm
 Trichinose, Trichinenkrankheit
 Trigeminusneuralgie, Gesichtsnervenschmerz
 trophisch, zur Ernährung in Beziehung stehend
 trophische Nerven, die Nerven, die das Wachstum der Gewebe und den Stoffwechsel regeln
 Trypanosomen, Blutparasiten
 Tuba, Röhre, Trompete, insbesondere Eileiter (Muttertrompete)
 Tuberkulin, aus Tuberkelbazillen hergestelltes Präparat zur Erkennung und Heilung der Tuberkulose im Anfangsstadium
 Tuberkulose, Schwindsucht
 tuberös, höckerig
 tubulös, röhrenförmig
 Tunica albuginea, weißliche Bindegewebshülle mancher Organe
- Umbo, Trommelfellnabel
 Urämie, Harnvergiftung durch die im Blut zurückgehaltenen Harnstoffe
 Uterus, Gebärmutter
- Vagina, Scheide
 Vaginismus, krankhafte Empfindlichkeit gegen Berührung des Scheideneingangs
 Varix, Varizen, Aderknoten, Venenerweiterung
 vegetatives Nervensystem, der Teil des Nervensystems, der vorzugsweise die ohne Einfluß des Bewußtseins waltenden Tätigkeiten der Ernährung und der Absonderung vermittelt
 Vene, Blutader
 Ventrikel, Kammer
 Vibration, Erschütterung, eine Art der Massage
 Vitamin, Begleit- und Ergänzungsstoffe der Eiweißkörper
- Zentrieren, in einen Mittelpunkt bringen
 zentrifugal, vom Mittelpunkt fortstrebend
 zentripetal, zum Mittelpunkt hinstrebend
 zerebrospinal, in den Hirnhöhlen und im Rückenmark befindlich
 Ziliarkörper, der vorderste verdickte Teil der Aderhaut des Auges
 Zyste, krankhafter Hohlraum mit einem flüssigen oder breiigen Inhalt
 Zystom, Zystengeschwulst
-

Sachregister

Die schräggestellten Zahlen bedeuten, daß auf den betreffenden Seiten
das Thema ausführlicher besprochen wird

- Aal, Kaloriengehalt 199
Abfallstoffe, Entfernung 546
Abhärtung des Körpers 607
— planmäßige 584
Abhärtungsprozeduren 581
Ablauf des Lebens 155
Abnabelung 332
Abnutzung unseres Körpers 23
Absolutes Hirngewicht d. Menschen 378
Absonderung 284
— vom Zentralnervensystem 372
Absonderungen der Geschlechtsorgane 627
— der Scheide 327
Abstillen 569
Abwehrmöglichkeiten d. Organismus 608
Abwehrtätigkeit 614
Abzieher des Daumens 129
Achillessehne 129
Aderhaut 471
— Blutgefäße 469
Adrenalin 306
Affen, menschenähnliche 58
Affinität, chemische 41
Aggregatzustand d. einzelnen Körper 38
Ahnenähnlichkeit, Rückschlag 50
Ähnlichkeit 50
Akkommodation 487, 488
— des Kindes 489
Akkommodationsanstrengung 489
Akkommodationsapparat 493
Akkommodationsbreite 495
Akkommodationsmuskel 470
Akkommodationsvermögen 491
Akromion 96/97
akustisches Erinnerungsfeld 376
— Sprachzentrum 376
Alkoholgehalt, alkoholische Getränke 169
Alkoholgenuß 568
Alkoholische Getränke, Alkoholgehalt 169
— Eiweißgehalt 169
— Kohlehydratgehalt 169
— Mineralstoffgehalt 169
Alkoholische Getränke, Wassergehalt 169
Allgemeinerkrankungen des Körpers 593
Alterserscheinungen 86
Alterssichtiger 490
Alterssichtigkeit 488
Altersstufen des Kindes 155
— einzelne 155
Alterszusammensetzung, ungünstige 596
Alveolen 449
Amboß 415, 416, 418, 420
Amme 568
Amnesie 385
anatomische Eigenschaften 337
Anaximandros 53
Anionen 38
Anlage, knorpelige 95
Anomalien der Akkommodation 489
anorganische Körper im Harn 300
— Substanzen 29
Anpassung, funktionelle 55
Ansatz der Muskeln 125
Anschwellen der Lymphdrüsen 628
Anschwellung der Leistendrüsen 628
Ansteckung des Partners 592
— Schutz vor 619
Ansteckungsgefahr 633
Ansteckungsstoff 626
Antagonismus 126
Anthropoiden 58
Antitoxine 613
Antizyklonen 518
Antilitznerv 360
Anzieher des Schenkels 128
Aorta 248, 371
— absteigende 250
Apathie 305
Äpfel, getrocknete, Kaloriengehalt 199
— rohe, Kaloriengehalt 199
aplanatische Kombination 497
Appetit, psychisches Moment 228
Arbeit, geistige 605
Arbeit, seelische Rückwirkung 600
Arbeitsfähigkeit 633
Arbeitsunfähigkeit 558, 633

- Arbeit und Bewegung 18
 Armeleutegeruch 578
 Armmuskel, dreiköpfiger 129
 — innerer 128
 — kleiner runder 129
 — zweiköpfiger 128
 Arterie, namenlose 241
 Arterien 247
 Arterienverkalkung 599
 Arteriosklerose 86, 599
 Atavismus 50
 Atembewegungen, rhythmische 374
 Atemholen, Mechanismus 280
 Atemzentrum 374
 — des Fötus 333
 — Kohlensäureempfindlichkeit 124
 Äther 39
 Atmosphäre 515
 — Verunreinigung 511
 Atmung, Verlangsamung 516
 — Vertiefung 516
 Atmungsgeräusche 283
 Atmungsorgane, Leistungsfähigkeit 124
 Atmungssystem 270
 Atome 37
 — Verbindung zu Molekülen 37
 Atomgewichte der einzelnen Elemente 37
 Auerglühllicht 545
 Aufbau eines sterbenden Volkes 596
 Aufenthalt auf dem Wickeltisch 580
 Aufforderung des Hypnotiseurs 384
 Aufklärung, geschlechtliche 635
 — sexuelle 589
 Aufklärungsvorträge 589
 Aufnahmefähigkeit des menschlichen Gehörs 443
 Augapfel 466
 — Faserhaut 464
 Augapfelabschnitt, vordere Wölbung 465
 Augapfelflüssigkeit im Innern 476
 Auge 482
 — Bau 456
 — Einstellung für die Nähe 487
 — Medien des 493
 — optischer Mittelpunkt 484
 — Tiefe des 493
 — übersichtlich 494
 Augenbrauen 459
 Augenfarbe 62
 Augenflimmern 521
 Augenhaut, harte, Pigmentschicht 469
 Augenhöhlen 96/97
 Augenhöhlenkanal 359
 Augenhöhlenschlitz 98
 Augenkammern, hintere 457
 — vordere 457
 Augenlidbindehaut 461
 Augenlidrdrüsen, Meibomsche 463
 Augenlider 456
 Augenlidmuskeln 461
 Augenmuskel, gerader unterer 457
 — schräger, unterer 457
 Augenmuskeln 463
 Augenmuskelnerf, äußerer 357
 — gemeinschaftlicher 357
 Augenringmuskel 128
 Augenspiegel, Erfinder 498
 Aurignacmensch 60
 Ausatmung, ruhige 283
 Ausfluß aus der Harnröhre des Mannes 629
 Ausführungsgang der Schweißdrüse 143
 ausreichender Schlaf von größtem Nutzen 605
 Ausruhen des Gehirns 605
 Aussatz, Bekämpfung 507
 Aussätziges 514
 Ausscheidung von Stoffen aus dem Blute 284
 Ausscheidungen 547
 Ausspritzungskanal 314
 äußere Gestalt des Menschen 150
 äußerer schiefer Bauchmuskel 129
 Ausstrahlung der Wärme von der Erde 520
 Austausch der Nahrungsstoffe 166
 Auswärtswender, langer 129
 Auswurf eines Schwindsüchtigen 609
 Auswurfstoffe 609
 Avitaminosen 183
 Baden 574
 Badevorschriften für Hebammen 574
 Bakterien 513, 608, 615
 — Reinkulturen der einzelnen 611
 — septische 617
 Bakteriensiedlung, Eintrocknung 513
 Band der Streckmuskeln der Hand 129
 Barchent 552
 Basis des großen Gehirns 348
 Bastard 597
 Bastfasern 552
 Baublöcke in den Straßen 533
 Bauchaorta 250, 251
 Bauchhöhle 212
 — Organe 213
 Bauchhöhlengeflecht 363
 Bauchmuskel, äußerer schiefer 128, 129
 — gerader 128
 — innerer schiefer 128
 Bauchspeicheldrüse 222
 — Einfluß 308
 — Versagen 308
 Bauchwand 133

- Bauchwand, muskulöse 133
 Baumöl, Kaloriengehalt 199
 Baumwollfasern 552
 Baumwolltrikot 553
 Bauordnungen 533
 Bazillen 608
 Becken 96/97
 — Formentwicklung 589
 — weibliches 114
 Beckenarterie 250
 Beckengürtel 112
 Beerdigung 548
 Befruchtung bei der Pflanze 68
 — beim Tier 68
 — des Eies 71
 Begräbnisturnus 549
 Behandlung der Geschlechtskrankheiten 637
 Beikost 573
 — Beschaffenheit 584
 Beinhaut 93
 Beklemmungen 558
 Beleuchtung 541
 — Gesundheitsschutz 545
 — künstliche 543
 Beleuchtungsspiegel 497
 Beleuchtungsvorrichtungen 543
 Bergkrankheit 517
 Beruf 599
 Berufsschädlichkeiten 601
 Beschaffenheit der Beikost 584
 Beschäftigung des Erwachsenen mit dem Kind 583
 — mit giftigem Material 603
 — mit schädlichem Material 603
 Besonnung 582
 Betätigung, sportliche 588
 Bett des Säuglings 578
 Bewegung der Moleküle 39
 — und Arbeit 18
 — zur Miene 141
 bewegungsarmes Kleinkind 586
 Bewegungsfähigkeit 382
 Bewegungsnerven 338, 368
 Bewegungsstörungen, auffallende 444
 Bewegungsvorgänge der Sprache 451
 Bewußt denken 18
 Bewußtsein 389
 — Sitz 378
 Bewußtseinszustand der hypnotisierten Person 384
 Bildung des Geschlechts 80
 Bindegewebe 34
 Bindehaut 461
 Bizeps 128
 Blase 371
 Bleivergiftung 604
 Blinddarm 219, 220
 Blumenkohl, Kaloriengehalt 199
 Blut, Kaloriengehalt 199
 — Sauerstoffaufnahme-fähigkeit 124
 — serologische Verhältnisse 65
 Blutandrang nach dem Kopf 599
 Blutdruck 263, 362
 Blutfarbstoff 268
 Blutgase 269
 Blutgefäße der Netzhaut 484
 — Leistungsfähigkeit 124
 — Zusammenziehung 522
 Blutgefäßsystem, Veränderungen 599
 Blutgerinnung 268
 Blutgruppen 65
 Blutkörperchen, rote 265
 — weiße 266
 Blutkreislauf 254
 — Schema 247
 Blutkristalle 269
 Blutleiter 252
 Blutplättchen 267
 Blutplasma 268
 Blutserum 614
 Blutstauungen 602
 Blutumlauf, Erschwerung 557
 Blutvergiftung 617
 Blutwurst, Kaloriengehalt 199
 Bodenbeschaffenheit 508
 Bogengänge 423
 — des Labyrinths 415
 Bohnenmehl, Kaloriengehalt 199
 Bohnen-Kaloriengehalt, Schnittbohnen 199
 Bohnen, weiße, Kaloriengehalt 199
 Brechdurchfall 584
 — Vermeidung 584
 Breiter Rückenmuskel 129
 Brennweite der Lupe 496
 Brille 490
 Brillen, Vorurteil 490
 Brocasches Zentrum 377
 Bronchialäste 276
 Bronchien 278
 Bronchus, linker 276
 — rechter 276
 Bronzezeit 60
 Brot, Kaloriengehalt 199
 Brust, weibliche 333
 Brustbein 96/97
 Brusternährung 573
 Brusthöhle, Organe 213
 Brustkorb 106
 Brustleibchen 559
 Brustmuskel, großer 128
 Brustnerven 366
 Brustwirbel 96/97

- Bubonen 628
 Bückling, Kaloriengehalt 199
 Buckskin 552
 Büstenhalter 559
 Bund für Mutterschutz 635
 Butter 193
 — Eiweißgehalt 177/178
 — Fettgehalt 177/178
 — Kaloriengehalt 199
 — Kohlehydratgehalt 177/178
 — Mineralstoffgehalt 177/178
 — Wassergehalt 177/178
- Charakteristischer Masernausschlag 622
 chemische Affinität 41
 Chiasma 356
 Cholera 625
 Cholerabazillen 615, 626
 Cholerafahre 625
 Cilien 458
 Cortische Bögen 434
 — Membran 433
 — Pfeiler 433
 Cowpersche Drüsen 316
- Dämpfung** 430
 Darmbeinkamm 129
 Darmbewegungen 225
 Darmkanal 219
 Darmsaft 233
 Darwinsche Theorie 53
 Dauerbrandöfen 537
 Daumenstreckmuskel 129
 Deckzellen 401
 Deiterssche Zellen 433
 Deltamuskel 129
 Denken, bewußt 18
 Depressor 362
 Diabetes 308
 Diastole 259
 Dichtigkeitsmaximum 427
 Dickdarm 218
 Differenzierung, sexuelle 587
 Diffusion 41
 Dinarische Rasse 598
 Dioptrik 484
 Diphtherie 514, 584, 614, 616, 623
 — Schutzimpfung gegen 618, 623
 Diphtheriebazillen 608, 624
 Diphtheriegift 623
 Diphtherietod 623
 Disharmonie 442
 Disposition, besondere 21
 — des Organismus 611
 — zeitweise 618
 — zur Tuberkulose 619
- Dörrgemüse, Kaloriengehalt 199
 Doppelbilder 502
 Doppelgeschlechtigkeit 52
 Drehschwindel 445
 Dreiköpfiger Armmuskel 129
 Dreiseitiger Muskel der Unterlippe 128
 Drosseladergrube 432
 Drosselvenennervenknoten 361
 Druckschwankungen 517
 Drüse, Meibomsche, Mündung 457, 461, 463
 Drüsen 285
 — Grundmembranen der 34
 — innere Absonderung 289
 Drüsenabsonderungskanäle 463
 Drüsenzellen 33
 Dünndarm 217
 Dunggruben 624
 Dunkelkammer 484
 Durchschnitt der Nasenhöhle 211
 — der Wirbelkörper 104
 — des Mundes 211
 — des Schädels 211
 — durch das Kniegelenk 119
 — durch die Haut 143
 Durst 392
 Duschen 607
- Eheberatung, richtige 590
 Eheberatungsstellen 590
 Eheschließung 589, 590
 Ehestandsdarlehen 596
 Ehrlich, Paul 609
 Ei, Befruchtung 71
 — weibliches 70
 Eichel 318
 Eier, Eiweißgehalt 177/178
 — Entwicklung 48
 — Fettgehalt 177/178
 — Kohlehydratgehalt 177/178
 — Mineralstoffgehalt 177/178
 — Wassergehalt 177/178
 Eierstöcke 320
 — krankhafte Veränderungen 85
 Eigenschaften, anatomische 337
 Eigentümlichkeiten, geistige 55
 Eigenwärme 520
 Eileiter 326
 Einatmung 282
 Einbildungen, täuschende 385
 Einflüsse der natürlichen Umgebung 509
 Eingeweide 371
 Eingeweidenerv 371
 — großer 369
 Eingeweidenerven 370
 Einschmelzung des Rippenskeletts 61
 Einschnürung des Körpers 557

- Eisenzeit 60
 Eiszeiten 59
 Eiweiß 18
 Eiweiße 167
 Eiweißfäulnis 300
 Eiweißgehalt, alkoholische Getränke 169
 — Butter 177/178
 — Eier 177/178
 — Fische 169/170
 — Fleisch 171/172
 — Gemüse 172/174
 — Genußmittel 174
 — Mehlprodukte 175/176
 — Müllereiprodukte 175/176
 — Nüsse 178/179
 — Obst 178/179
 — Pilze 172/174
 — Soßen 180
 — Suppe 180
 — Zucker 180
 — Zuckerwaren 180
 Eiweißkörper 27
 Eiweißreaktionen 300
 Ejakulation 319
 Elastizität, Herabsetzung 599
 Elastizitätsverlust der Linse 488
 Elektronen 38
 Element 37
 Elemente, Atomgewichte der einzelnen 37
 — feinere des Nervensystems 335
 Ellbogenbein 96/97
 Ellbogenhöcker 129
 Ellbogenmuskel 129
 — innerer 128
 Ellenbogengelenke 111
 Embryo 73
 — als selbständiges Wesen 79
 — Körpergewicht des 83
 — menschliches 76
 Empedokles 53
 Empfindungen, des Bitteren 402
 — des Salzigen 402
 — des Sauren 402
 — des Süßen 402
 — verschiedenartige 441
 Empfindungsnerven 338, 368
 Endapparate des Geschmacksinnes 400
 Endolymphe 432
 Endprodukte des Stoffwechsels 43
 Energie 39
 — Form der lebendigen 40
 Energiebedarf 164
 Energiewechsel 165
 Entdecker des Tuberkelbazillus 608
 Enthaltbarkeit 592
 — geschlechtliche 636
 Entlastung d. angestrengten Muskeln 587
 Entwicklung der Eier 48
 — des Embryos 73
 — des Neugeborenen 153
 — postembryonale 48
 Entwicklungswachstum 154
 Entzündungen, schmerzhaft 633
 Epidemien, große 611
 Epidemiezeiten 625
 Epiphyse 93
 Epithel 33, 393, 400
 — der Linse 470
 — würfelförmig 33
 Epithelzellen 33
 Erbanlage 23
 Erbeigentümlichkeiten 65
 Erbkomplex 597
 Erblichkeit, Gesetze der 55
 — konservative 55
 Erdbegräbnis 550
 Erektion 318
 Erfrierungen 522
 Erhaltung der Kraft 40
 — unseres Volkes 595
 erhöhte Schutzstoffproduktion 615
 Erholung für Nerven 339
 Erholungspausen 602
 Erinnerungsfeld 376
 — akustisches 376
 Erinnerungsmangel 385
 Erkältung, Begriff 522
 Erkältungskrankheiten 522, 618
 Erkenntnis über die Bildung des Geschlechtes 81
 Erkrankte, infektiös 514
 Erkrankung, Schutz vor 607
 — wichtigster Schutz 607
 Erläuterung der im Werke vorkommenden Fremdwörter 638
 Ermüdungssymptome 401
 Ernährung des Säuglings 584
 Ernährung, Einflüsse 189
 — einseitige 185
 — falsche 20
 — künstliche 569, 570
 — zweckmäßige 566
 Erreger der Gonorrhöe 609
 — der kontagiösen Krankheit 616
 — des Trippers 609
 — des Wundstarrkrampfes 615
 Erregungsprozeß 390
 Erregungszustand, Zeitdauer 478
 Errungenschaft der gesamten Physiologie 391
 Erscheinungen einer Wärmestauung 521
 — nervöse 558
 Erstlingskleidung 577
 Erwecken aus Hypnose 384

- Erziehung zur Folgsamkeit 583
 Eustachische Röhre 416
 Exkreme, menschliche 546
 Fälische Rasse 598
 falsche Ernährung 20
 Farbe des Negers 142
 Farbe, Verwendung, arsenhaltig 605
 Farben 478
 Farbenblindheit 480
 Farbenwahrnehmung, Theorie 479
 Farbstoffe des Harns 300
 Fasern 552
 — grünempfindende 480
 — violett empfindende 480
 Fäulnisvorgänge 547
 Fäulniszersetzungen 233
 Fäzes, Formung 233
 Fernrohr, Galileisches 499
 — Keplersches 497
 Festbeleuchtung 543
 Festigkeit und Tiefe des Schlafes 383
 Fette 28, 167
 Fettgehalt, Butter 177/178
 — Milch 192
 — Eier 177/178
 — Fische 169/170
 — Fleisch 171/172
 — Gemüse 172/174
 — Genußmittel 174
 — Mehlprodukte 175/176
 — Müllereiprodukte 175/176
 — Nüsse 178/179
 — Pilze 172/174
 — Soßen 180
 — Suppen 180
 — Zucker 180
 — Zuckerwaren 180
 Fettleibigkeit 152
 Fettzellen 143
 Feuerbestattung 550
 Filtration 41, 42
 Fingerbeuger, oberflächlicher 128
 Fingerknochen 96/97
 Fingerstrecker, gemeinschaftlicher 129
 Fische, Eiweißgehalt 169/170
 — Fettgehalt 169/170
 — Kohlehydratgehalt 169/170
 — Mineralstoffgehalt 169/170
 — Wassergehalt 169/170
 Flachs 552
 Flanell 552
 Flaschenernährung 570
 Fleck, blinder 483
 Fleckfieber 617, 626
 Fleisch 193
 — Eiweißgehalt 171/172
 Fleisch, Fettgehalt 171/172
 — Kohlehydratgehalt 171/172
 — Mineralstoffgehalt 171/172
 — Wassergehalt 171/172
 Fleischnahrung 193
 Fliegen 617
 Fließ, Wilhelm 51
 Flimmerepithel 33
 Flimmern vor den Augen 521
 Flügelgaumengrube 358
 Flügelgaumenknoten 359, 360
 Flußwasser 525
 Flüstersprache 452
 Folgen des vorehelichen Verkehrs 636
 Folgsamkeit, Erziehung 583
 Fontanelle, große 101
 — kleine 101
 Fordsystem 601
 Form der lebendigen Energie 40
 Formen der zweiten Blüte 158
 Formentwicklung d. knöchernen Beckens 589
 Formvorstellung 397
 Fortpflanzung 46
 — geschlechtliche 47
 — ungeschlechtliche 46
 Fötus 333
 Frau, Gebärfähigkeit 590
 Frauen, schwächliche 558
 Frauenkrankheiten, schwere 630
 Frauenmilch 570
 Fremdwörterverzeichnis 639
 Freundinnen, Verführung durch leichtfertige 632
 Friedhof 549
 Fries 552
 Frontalschnitt durch die Nasenhöhle 405
 Fruchtsäuregehalt, Obst 178/179
 Frühgeburt 591
 Füllöfen, Heizen in 537
 Funde, prähistorische 58
 Funktion der Sinne 389
 — des Rückenmarks 372
 Funktionen des Menstruationszyklus 593
 — geistige, Entwicklung 305
 Fußhaltung, unnatürliche 586
 Fußknochen 118
 — rechte 117
 Fußskelett, rechtes 117
 Fußwurzelband 128
 Fußwurzelknochen 96/97, 117, 120
 Galileisches Fernrohr 499
 Galle 231
 Gallenblase 222
 Gallensteinerkrankungen 557
 Gangarten 55

- Gängelband 580
 Ganglienzellen 33
 Ganglion des Sympathikus 364
 Gärungen 233
 Gase, übelriechende 512
 Gasentwicklung 233
 Gasglühlicht 544, 546
 Gaswechsel, Ausatmung 284
 Gaumenbein 103
 Gaumenbogen, hinterer 203
 — vorderer 203
 Gaumensegel 203
 — Lähmung des 455
 Gebärden 141
 Gebärfähigkeit der Frau 590
 Gebärmutter 323
 — Schwund der 85
 — Wundfläche 617
 Gebiß, bleibendes, Schema 208
 Geburt 331
 Gedächtnis, sensorisches, Grundlage 375
 Gefahr der Ansteckung 633
 Gefahren d. außerehelichen Geschlechts-
 verkehrs 631
 gefährliche Kleinlebewesen 611
 Gefäßsystem 245
 Geflechte 370
 Gefühlserregungen 372
 Gefühlsnerven 372
 Gegengifte, Produktion von 614
 Gegenschlagpfeifen 447
 Gehbarre 580
 Gehen 140
 Gehirn 342, 345
 — Ausruhen des 605
 — geistig hervorragender Männer 378
 — Geruchszwiebel 407
 — Längsschnitt 344
 — männliches, Minimum 378
 — Ruhezustand 605
 Gehirnbasis, große 348
 Gehirnexperimente bei Tieren 381
 Gehirnkammern 347
 Gehirnnerven 356
 Gehirnpsychologie 377
 Gehirnrinde, Zentren der 374
 Gehirn-Rückenmarksystem 368
 Gehirtätigkeit 377
 Gehör 411
 Gehöreindrücke, plötzliche 606
 Gehörgang, äußerer 414
 — innerer 421, 426
 Gehörknöchelchen 418, 419
 — Funktion 430
 Gehörnerv 360
 — Endapparate 428
 — Endigungen 432
 Gehörnerv, Erregung 428
 Gehörnervenfaser 433
 Gehörorgan 415
 — Bau 436
 Gehörempfindungen, Qualitäten 436
 — qualitative 437
 — subjektive 443
 Gehörsteinchen 435
 geistige Arbeit 605
 gelber Fleck 473
 Gelenk 112
 — straffes 97
 Gelenkband 113
 Gelenkhöcker des Hammers 416
 Gelenkhöhlenhaut 95
 Gelenkkapsel 95, 113
 Gelenkknorpel 95
 Gelenkkopf 96/97
 Gelenkpfanne 113
 Gelenkrheumatismus 618
 Gemeinschaftlicher Fingerstrecker 129
 Gemüse, Eiweißgehalt 172/174
 — Fettgehalt 172/174
 — grünes 196
 — Kohlehydratgehalt 172/174
 — Mineralstoffgehalt 172/174
 — Wassergehalt 172/174
 Genickstarre 514
 Genitalien, Rückbildung der 85
 Genuß berauschender Getränke 632
 Genußmittel 196
 — Eiweißgehalt 174
 — Fettgehalt 174
 — Kohlehydratgehalt 174
 — Mineralstoffgehalt 174
 — Wassergehalt 174
 Gerüche, Einfluß 410
 Geruchseindrücke 397, 409
 Geruchssinn, Empfindlichkeit 408
 Geruchsqualitäten 409
 Geruchszwiebel des Gehirns 407
 Gesamtdauer der Ernährung der Mutter-
 milch 569
 gesamte Muskulatur des Menschen 127
 Gesäßmuskel, großer 129
 — mittlerer 129
 Geschlecht 80
 — Bildung des 81
 — willkürliche Beeinflussung des 81
 Geschlechtliche Aufklärung 635
 — Enthaltbarkeit 636
 — Fortpflanzung 47
 Geschlechtsbestimmung 80, 81
 Geschlechtsbildung 80
 Geschlechtskranke, gesetzliche Pflichten
 637
 Geschlechtskrankheiten 617, 626

- Geschlechtskrankheiten, Behandlung 637
 — Ratschläge bei Auftreten 633
 Geschlechtsleben, Beziehung des Geschlechtsinnes 411
 Geschlechtsorgane 309
 — Absonderungen 627
 — Geschwür an der Oberfläche 628
 — mangelhafte Entwicklung 305
 — weibliche 320
 Geschlechtsreife 83
 — Eintritt 309, 589
 Geschlechtsteile der Frau, innere 321
 — männlich 315
 — weiblich 319
 Geschlechtstrieb 85
 Geschlechtsunterschiede, charakteristische 588
 Geschlechtsverkehr, Gefahren des äußerlichen 631
 Geschmacksbecher 400
 Geschmacksknospen 399, 400
 Geschmacksnerv 401
 Geschmacksnervenfasern 400
 Geschmacksspore 400
 Geschmacksqualitäten 402
 Geschmackssinn, Endapparate 400
 Geschmackswärzchen 398
 Geschmackszellen 400
 Geschwür an der Oberfläche der Geschlechtsorgane 628
 Gesetz von der Erhaltung der Kraft 40
 Gesetzliche Pflichten Geschlechtskranker 637
 Gesichtseindrücke 397
 Gesichtsfehler der Hypermetropie 495
 Gesichtsknochen 98
 Gesichtsnerv 343
 Gesichtsschärfe 481
 Gesichtsskelett 102
 Gesichtswahrnehmung 436
 Gestalt des Menschen 150
 Gestalt, Veränderung 153
 — weibliche 158
 Gesten 55
 Gesundheit, Erhaltung 520
 Gesundheitspflege 505
 — Forderungen 531
 Gesundheitsschutz 563
 — der Beleuchtung 545
 Gesundheitsstörungen, Ursache 515
 Gesundheitszeugnisse 590
 Getränke, alkoholische 198
 — Genuß, berauschender 632
 Getreide 194
 Gewebe 35
 Geweihbildung 54
 Gewerhygiene 599, 604
 Gewichtszunahme des Säuglings 568
 Gewohnheiten 55
 Gewürze 199
 Gifte 20
 Giftgase, Herkunft 513
 Glaskörper, 457, 468, 475
 Gleichgewichtsunterschiede in der Luft 517
 Glied, männliches 317
 Glühlicht, elektrisch 546
 Glykogen, Aufspeicherung 230
 Glykosurie 308
 goldene Schnitt 151
 Gonokokken 609
 Gonorrhöe, Erreger der 609
 Graafsche Follikel 332
 grauer Star 476
 Graupen und Grützen, Kaloriengehalt 199
 Gregor Mendel 49
 Greiffuß 58
 Grenze der Wahrnehmbarkeit der Töne 437
 Griffelwarzenloch 426
 Grimmdarm 219
 Grippe 616
 große Epidemien 611
 großer Gesäßmuskel 129
 — Rollhügel 129
 Großhirn 104, 343, 344
 Grundempfindungen d. Geschmackes 402
 Grundgesetz, biogenetisch 57
 Grundlage des sensorischen Gedächtnisses 375
 Grundmembranen der Drüsen 34
 Grundsätze der Hygiene 600
 Grundton 438
 Grundwasser 524
 Gruppe der Metalloide 30
 Gummipuppen 584
 Gurke, frische 199
 — saure, Kaloriengehalt 199
Haar und seine Farbe 149
 Haare 148
 Haarfarbe 62, 149
 Haargefäße 248
 — Verlaufsrichtung 287
 Haargefäßnetz, unter dem Mikroskop gesehen 261
 Haarkeim 143
 Haarmuskel 143
 Haarschaft 143
 Haarschmuck, Erhaltung 556
 Haarzwiebel 143
 Hafermehl, Kaloriengehalt 199
 Hakenfortsatz 96/97
 Halbhäutiger Muskel 129

- Halbmilch 573
 Halbsehniger Muskel 129
 Halluzinationen 385
 Halsanschwellung 354
 Halsentzündungen 630
 Halsmuskeln 131
 Halsnerven 365
 Halsschlagader 241
 — äußere 361
 Halswirbel 96/97
 Haltungsverfall 587
 Hammelfleisch, mittelfett, Kaloriengehalt 199
 Hammer 415, 418, 419
 Hämorrhoiden 602
 Hand 111
 Handbuch der physiologischen Optik 483
 Handgriff des Brustbeins 96/97
 Handskelett, rechtes 117
 Handwurzelband 128
 Handwurzelknochen 96/97, 111, 117
 Hanf 552
 Hängebüche 558
 Hängebrust 559
 Harmonie, vollendeter Eindruck 441
 Harnblase 293
 Harnkanälchen, schematische Darstellung 295
 Harnleiter 251, 290, 291, 293, 301
 Harnorgane des Mannes 297
 Harnröhre, Ausfluß, des Mannes 629
 — männliche 294
 — weibliche 296
 Harnsäure 299
 Harnstoff 299
 Härte des Wassers 526
 Hauptnährstoffe, drei 20
 Hauptnervensystem 368
 Hauptquelle der venerischen Krankheiten 630
 Hauptschlagader 241, 257
 Hausmannskost 585
 Hausschwamm 534
 Haut 141
 — Drucksinn 437
 — weiße, des Europäers 556
 Hautabsonderung 302
 Hautausschläge 630
 Hauthandmuskel 128
 Hautnerven des Halses, querlaufende 355
 Hautschicht 144
 Hautsinne 392
 Heilserum 614
 Heilserumanwendung 614
 Heizen 535
 Heizung 508
 Heizungsrichtungen 537
 Heizvorrichtung, ein unerläßliches Erfordernis 536
 Helikotrema 425
 Helmholtz 438
 — Hermann 40
 Helmholtzsche Theorie 480
 Hemdhose 555
 Hemisphären des großen Gehirns 344
 Hemmungsnerven 372
 Hensensche Zellen 433
 Herabsetzung der Elastizität 599
 Hering, gesalzen, Kaloriengehalt 199
 Hervorbringung von Schutzstoffen 614
 Herz 240, 307, 369, 371
 — eröffnet 243
 — Erschlaffung 259
 — Leistungsfähigkeit 124
 — vorn 241
 — Zusammenziehung u. Erschlaffung 259
 Herzbeutel 240
 — unpaarige 279
 Herzbewegung, Ursache 258
 Herzbewegungen 256/257
 Herzgeflecht 369
 Herzgeräusche 260
 Herzhemmungszentrum 374
 Herzkammer, linke 241, 242, 257
 — rechte 241, 242, 257
 Herzmuskulatur 255
 Herznervengeflecht 370
 Herzscheidungen 588
 Herzschwäche 599
 Herzstoß, Erscheinung 259
 Herztod 623
 Herztöne 260
 Herzwand, Bau 244
 Highmorshöhle 359
 Himbeersirup, Kaloriengehalt 199
 Hinterhauptbein 99
 Hinterhauptsmuskel 129
 Hinterhauptsnähte 101
 Hinterhauptsnerv, großer 355
 Hinterhauptsstachel 129
 Hirnanhang 306
 Hirnfurchen 378
 Hirngewicht des Menschen, absolutes 378
 Hirnrinde, Lokalisation in der 376
 Hirnschale 100
 Hitzschlag 521
 Hoden und seine Hüllen 310
 Höhepunkt des Lebens 589
 Hohlader, untere, große 251
 Hohlspiegel 499
 Hohlvene 252
 — obere 241
 — untere 241, 253
 Honig, Kaloriengehalt 199

- Hörnerv 415
 Horngewebe 33
 Hornhaut 142, 393
 — des Auges 457, 464, 465, 468, 469, 484
 — durchsichtige 469
 — Grundsubstanz 469
 Hüftarterie 251
 Hüftbeine 96/97, 116
 Hüftgelenk 118
 — eröffnetes 113
 Hüftgürtel, lose 558
 Hüftmuskeln 137
 Hühnerlei, Kaloriengehalt 199
 Hülsenfrüchte 195
 Hunger 392
 Hungertod, Eintritt 184
 Hungerzustand 183
 Husten 284
 Hutfutter 557
 Hygiene 505
 — experimentelle 508
 — Grundsätze 600
 Hypermetropie 495
 — Gesichtsfehler der 495
 Hypnose 384
 — Erweckung 384
 — leichte 384
 Hypnotiseur 384
 hypnotisierte Person, Bewußtseinszustand 384
 Hypophysis 306

Illusionen 385
 Immunität 613
 Infektion 21, 566, 584
 Infektionskrankheiten, Schutz vor 607
 — schwere 522, 603
 Infektionsstoffe, Träger der 616
 Influenza 608
 Influenzakeranke 514
 Intensität des Tones 437
 Interzellulärsbstanz 34
 Inzucht 595
 Iris 457, 458, 468, 471

Jägerwäsche 555
 Jahre der Reife 157
 Jochbein 96/97, 98, 99
 Jochbeinmuskel 128
 Jochwangennerv 358
 Joghurt 193
 Jungfernhäutchen 328
 Jute 552

Kachelöfen 538
 Kaffee 197
 Kakao 197
 Kalbfleisch, Kaloriengehalt 199
 Kalkeinlagerungen 599
 Kalksalze 585
 Kalorien 41, 199
 Kaloriengehalt, Aal 199
 — Apfel 199
 — Baumöl 199
 — Blumenkohl 199
 — Blut 199
 — Blutwurst 199
 — Bohnen, Schnitt- 199
 — — weiße 199
 — Bohnenmehl 199
 — Brot 199
 — Bückling 199
 — Butter 199
 — Dörrgemüse 199
 — Graupen und Grützen 199
 — Gurke, frische 199
 — — saure 199
 — Hafermehl 199
 — Hammelfleisch 199
 — Hering, gesalzen 199
 — Himbeersirup 199
 — Honig 199
 — Hühnerlei, zwei Stück 199
 — Kalbfleisch 199
 — Kartoffeln 199
 — Käse, fetter 199
 — — magerer 199
 — Käsequark 199
 — Kastanien 199
 — Kastanienmehl 199
 — Keks 199
 — Kirschen 199
 — Kohlrüben 199
 — Kuheuter 199
 — Kunsthonig 199
 — Kürbis 199
 — Lachs 199
 — Leberwurst, bessere 199
 — — geringe 199
 — Leinöl 199
 — Linsen 199
 — Maismehl 199
 — Makkaroni 199
 — Margarine 199
 — Meerrettich 199
 — Mettwurst 199
 — Milch, Mager- 199
 — — saure 199
 — — Voll- 200
 — Mohrrüben 200
 — Palmin 200
 — Pflaumen, frische 200
 — — getrocknete 200
 — Pilze 200
 — Radieschen 200

Kaloriengehalt, Reis 200
 — Rindertalg 200
 — Rindfleisch, fettes 200
 — — mageres 200
 — — mittleres 200
 — Roggenmehl 200
 — Rotkohl, frischer 200
 — Rüböl 200
 — Sago 200
 — Sahne 200
 — Sauerkraut 200
 — Schinkenfett 200
 — Schokolade 200
 — Schweinefleisch, fettes 200
 — — mageres 200
 — — mittleres 200
 — Schweineschmalz 200
 — Sojabohnen 200
 — Spargel 200
 — Speck, fetter 200
 — Spinat 200
 — Weißfisch 200
 — Weißkohl 200
 — Weizenmehl 200
 — Wirsingkohl 200
 — Zervelatwurst 200
 — Zucker 200
 — Zuckerrüben 200
 — Zwiebeln 200
 Kaltblüter 188
 Kälteeinwirkung 522
 Kälteempfindung 522
 Kältesinn 392, 394
 Kaltwasserbehandlung 582
 Kamin 537
 Kammern des Gehirns 347
 Kammerwasser 472, 476
 Kammmuskel 128
 Kammwolle 552
 Kampf ums Dasein 55
 Kanal, falloppischer 426
 Kanalisation 624
 Kappenmuskel 363
 Kapseln, Bowmansche 291
 Kapuzinermuskel 129
 Kartoffeln 196
 — Kaloriengehalt 199
 Käse 193
 — fetter, Kaloriengehalt 199
 — magerer, Kaloriengehalt 199
 Käsequark, Kaloriengehalt 199
 Kastanien, Kaloriengehalt 199
 Kastanienmehl, Kaloriengehalt 199
 Kastration 84
 Kastrierung 594
 Katalepsie 385
 Katarrh der Luftröhren 622

Kattun 552
 Kaubewegung 223
 Kaumuskul 128
 Kefir 193
 Kehldeckel 449, 452
 Kehlkopf, Veränderung 588
 — von hinten 272
 — von vorn 271
 Kehlkopfentwicklung 450
 Kehlkopfgerüst 271
 Kehlkopfnorpel, Bänder 273
 Kehlkopflähmung, motorisch 455
 Kehlkopfmuskeln 274
 Kehlkopfnerv 362
 Keilbeinflügelgaumengrube 360
 Keilbeingaumenloch 360
 Keilgaumenknoten 360
 Keim, Verhalten d. krankmachenden 514
 Keime, gefährliche 547
 — infektionsfähige 592
 Keks, Kaloriengehalt 199
 Kellerwohnungen 535
 Keplersches Fernrohr 497
 Kerzentalglichter 543
 Keuchhusten 514, 584, 608, 616
 Kind, Wiegen 567
 Kind, Wille zum 595
 Kindbettfieber 617
 Kinder von Schwindsüchtigen 619
 Kinderkrankheiten 584, 622
 Kinderlosigkeit 595, 630
 Kinderreiche, Steuernachlaß 596
 Kinderwagen 579
 Kinderzahl, durchschnittlich 595
 Kindspech 565
 Kindsschlamm, anhaftender 574
 Kinnast 355
 Kipfenster 540, 580
 Kirschen, frische, Kaloriengehalt 199
 Kitzel 392
 Kitzler, weiblicher 330
 Klang, Empfindung 436
 Klangcharakter 436
 Klänge, Eigenschaft 438
 — musikalischer Instrumente 438
 — Wahrnehmung 439
 Klangempfindung 436
 Klangfarbe 438
 Klangstärke 436
 Klappe, eustachische 243
 — halbmondförmige 243
 — Thebesische 243
 Klappenschluß, dreizipfelig 257
 — zweizipfelig 257
 Klassenzimmer 586
 Kleider, Herstellung 551
 Kleiderstoffe 552

- Kleiderstoffasern 552
 Kleidung 551
 — Beschaffenheit 508
 — des Säuglings 576
 — Sitz 557
 — Wirkung 551
 Kleidungsstücke, empfehlenswerte 555
 Kleiner runder Armmuskel 129
 Kleinhirn 104, 343, 350
 — Ansicht 349
 Kleinkind, bewegungsarmes 586
 — Schlaf 586
 Kleinlebewesen, gefährliche 611
 Klima 515
 Klimakterium 598
 Knall, plötzlicher starker 606
 Kniegelenk 118, 119
 Kniescheibe 96/97, 118, 119
 Knochen 91
 — des Fußes 118
 — des rechten Fußes 117
 — des Stammes 103
 — Verbindung der 95
 Knochengestütze 91
 Knochenhaut 95
 Knochenkern 93
 Knochenknorpel 92
 Knochenleitung 429
 Knochenmark 93
 Knochensubstanz 93
 Knorpel, Knochen- 32
 knorpelige Anlage 95
 Knorpelkanüle 93
 Knorpelring 276
 Knorpelzellen 33
 Knotenstränge 370
 Koch 608
 — Robert 508
 Kohlehydrate 29, 167
 Kohlehydratgehalt, alkoholischer Getränke 169
 — Butter 177/178
 — Eier 177/178
 — Fische 169/170
 — Fleisch 171/172
 — Gemüse 172/174
 — Genußmittel 174
 — Mehlprodukte 175/176
 — Müllereiprodukte 175/176
 — Nüsse 178/179
 — Obst 178/179
 — Pilze 172/174
 — Soßen 80
 — Suppen 180
 — Zucker 180
 — Zuckerwaren 180
 Kohlenoxydgas 512
 Kohlenoxydgefahr 536
 Kohlensäure 269, 511
 — Ansammlung in der Wohnungsluft 539
 Kohlensäurebestimmung 539
 Kohlensäureempfindlichkeit des Atemzentrums 124
 Kohlenwasserstoffe 512
 Kohlrüben, Kaloriengehalt 199
 Kokken 608
 Kombination, aplanatische 497
 Komponente, rasseneigentümliche 65
 Konkurrenzkampf 56
 Konsonanz, vollendeter Eindruck 441
 Konvexlinse 490
 Kopf, Blutandrang nach dem 599
 — des Unterschenkelstreckers 128
 Kopfbedeckung 556
 — gesunde 556
 Kopfform 66
 Kopfhalter 129
 Kopfknochen 98
 Kopfmuskeln 127
 Kopfnicker 128
 Kopfschlagader, linke 307
 Kopfschmerzen 521, 558
 Köper 552
 Körper, Abnutzung 23
 — Aggregatzustand der einzelnen 38
 — Allgemeinerkrankungen 593
 — Einschnürung 557
 — junger, Widerstandsfähigkeit 581
 — Organe 35
 — Wärmeabgabe 553
 Körperabhärtung 607
 Körperbewegung, ausreichende 602
 Körperfühlsphäre 376
 Körpergewicht 163
 — des Embryos 83
 — spezifisches 157
 Körpergröße 65
 Körperliche Vorstellung 502
 Körpersubstanz, Zunahme und Abnahme 152
 Korsett 557
 — einschnürendes 557
 — zusammenschnürendes 558
 Kraft, Gesetz von der Erhaltung 40
 — lebendige 40
 Kräfte im lebenden Menschen 36
 Kraftmaschinen, vollkommenste 123
 Kragen, enge 557
 — steife 558
 Krankenhäuser 547
 Krankenhauswesen, Anfänge 507
 Krankenkost 568
 Krankensäuberung 547

- Krankenzimmer 547
 Krankheit, Erreger der kontagiösen 616
 — fieberhafte, mit Kältegefühl 522
 — Hauptquelle der venerischen 630
 — Schutz 584
 — selbstverschuldete 627
 Krankheitserscheinungen 613
 krankmachende Lebewesen 608
 Kremation 550
 Kreuzbein 96/97, 116
 Kreuzbeinlendenbeinmuskel 129
 Kreuzbeinnervengeflecht 343, 364
 Kreuznerven 368
 Krise des menschlichen Organismus 51
 Kristalllinse 472, 475
 Kristallinsentrübung 476
 Krummdarm 219
 Krümmungshalbmesser 487
 Küchenabfälle, pflanzliche 546
 — tierische 546
 Kugelgelenk 97
 Kugelkopf des Oberschenkelknochens 113
 Kuhleuter, Kaloriengehalt 199
 Kulturhygiene 506
 Kundgebung innerer Zustände 141
 Kunsthonig, Kaloriengehalt 199
 Kupferzeit 60
 Kürbis, Kaloriengehalt 199
 Kurzsichtigkeit 488, 491, 587
 Küssen des Säuglings 584

 Labyrinth 422
 — häutiges 432
 Labyrinthspannung 446
 Labyrinthwasser 428
 Lachs, Kaloriengehalt 199
 Lahmannwäsche 555
 Langer Auswärtswender 129
 Längsschnitt durch das Gehirn 344
 Laubenkolonien 533
 Laufstühle 580
 Leben des Neugeborenen 155
 — Höhepunkt 589
 Lebendige Kraft 40
 Lebensalter, einzelne 563
 — verschiedene 563
 Lebensbedingungen, neue Anpassung 55
 Lebensdauer des Menschen 87
 Lebensglück 633
 Lebensjahre, erste 155
 Lebensprozesse, Stillstand der 87
 Lebensregeln, wertvolle 509
 Lebensverhältnisse, äußere 505
 Lebensweise, gesundheitsgemäße 606
 Leber 220
 — mit Gallenblase 221
 Lebergflecht 363
 Leberwurst, bessere, Kaloriengehalt 199
 — geringere, Kaloriengehalt 199
 Leberzellen 33
 Lebewesen, krankmachende 608
 — Vervollkommnung 57
 Lederhaut 34, 141, 144
 — des Auges 457, 470, 471, 484
 Lederhautbindehaut 470
 Leerdarm 219
 Leichenbestattung 548
 Leichenverbrennung 550
 Leichenwachs 548
 Leinenfasern 552
 Leinwand 552
 Leinöl, Kaloriengehalt 199
 Leistendrüsenanschwellung 628
 Leistenkanal 134
 Leistungsfähigkeit bei Erwachsenen 51
 — bei Schulkindern 51
 — der Atmungsorgane 124
 — der Blutgefäße 124
 — des Herzens 124
 — Erhöhung der allgemeinen 57
 Lendenanschwellung 354
 Lendennerv, großer 343
 Lendennerven 367
 Lendennervengeflecht 364, 369, 371
 Lendenwirbel 96/97
 Lenz, Rassenhygieniker 594
 Lepra 608, 626
 Leuchtgas 543
 — Lichtwirkung 543
 Licht, elektrisch 544
 Lichtäther 39
 Lichtbrechung 485
 Lichtbrechungslehre des Auges 484
 Lichteindrücke 396
 Lichtintensität 478
 Lichtquellen 546
 Lidbindehaut, Tastwärtchen 461
 Lidrand mit Wimpern 457
 Lidspalte 461
 Linse 457, 468, 474, 484
 — Elastizitätsverlust 488
 Linsen, Kaloriengehalt 199
 Linsen, sphärische Eigenschaften 486
 Linsenkapsel 470
 Linsenmaterial, Dichtigkeit 475
 Linsenrand 470
 Linsenumfang, größter 475
 Lippenhebemuskel 359
 Lokalisation in der Hirnrinde 376
 Lokomotion 382
 Luft 509
 — atmosphärische 510
 — chemische Beschaffenheit 510
 — Gleichgewichtsunterschiede 517

- Luft, trockene 519
 Luftbäder 607
 Luftdruck, Schwankungen 517
 Luftdruckvermehrung 434
 Luftfeuchtigkeit 518
 Luftheizung 538
 Luftleitung 429
 Luftröhre 275/276, 307, 449
 — Teilungsstelle 276
 Luftröhrenkatarrh 622
 Lüftung 539
 — des Zimmers 579
 Luftverbesserungsapparate 537
 Luftverbesserungssessenzen 580
 Luftverstopfung der Blutgefäße 516
 Lungen 277
 Lungenbläschen 279
 — Übergang kleiner Bronchialverzweigungen 277
 Lungenentzündung 522, 618
 Lungen-Magen-Nerv 371
 Lungenpest 514, 616
 Lungenschlagader 241, 248, 257
 Lungenschwindsucht 514
 Lupe 496
 — Brennweite 496
 Luxuswäsche, elegante 555
 Lymphdrüsen 238
 — Anschwellen 628
 Lymphgefäße, System 237
 Lymphgefäßsystem, Hauptstamm 254

Macht der Erbmasse 67
 Magen, äußere Ansicht 215
 — innere Ansicht 216
 — Muskelschicht 216
 Magengeflecht 363, 371
 Magenverdauung, Vorgang 229
 Magerkeit 153
 Mahlzahn, Längsschnitt, menschlicher 204
 Maismehl, Kaloriengehalt 199
 Makkaroni, Kaloriengehalt 199
 Malachitgrün 610
 Malaria 608, 617, 626
 Malpighische Schleimschicht 143
 Mandel 203
 Mann, Übergang zum vollgereiften 157
 Männer, unredliche Versprechungen junger 632
 männliches Glied 317
 Margarine, Kaloriengehalt 199
 Mark, verlängertes 350
 — verlängertes und Varolsbrücke 351
 Markhöhle 93
 Masern 584, 616, 622
 — Befallene 514
 Masernausschlag, charakteristischer 622

 Mastdarm 219
 Material, Beschäftigung, giftig 603
 — — schädlich 603
 Maximum des männlichen Gehirns 378
 Mechanik des Mienenspiels 127
 Medien des Auges 493
 Meerrettich, Kaloriengehalt 199
 Mehlprodukte, Eiweißgehalt 175/176
 — Fettgehalt 175/176
 — Kohlehydratgehalt 175/176
 — Wassergehalt 175/176
 Meibomsche Drüse 461
 Mendel, Gregor 49
 Mendelsche Regeln 49
 Meningokokken 609
 Menopause 598
 Mensch, Kräfte im lebenden 36
 — Lebensdauer des 87
 Menschen der Zukunft 61
 Menschenei 322
 Menschenkind, Umgebung 579
 Menschenspuren 59
 Menschenrassen 62
 menschlicher Embryo 76
 Menstruation 330
 Menstruationszyklus, Funktionen 593
 Merkmale eines schrumpfenden Volkes 596
 — rassenmäßige 66
 Metallfadenlampe 546
 Metalloide, Gruppe der 30
 Metamorphosenlehre 53
 Meteorwasser 523
 Meterkerze 541
 Mettwurst, Kaloriengehalt 199
 Miene 141
 Mienenspiel 55
 — Mechanik 127
 Mietskasernen 532
 Mikroorganismen 603, 608
 Mikroskop, zusammengesetztes 497
 mikroskopische Technik 609
 Milch 191
 — der Eselinnen 570
 — der Stuten 570
 — Eiweißgehalt 177/178
 — Fettgehalt 177/178
 — frischgemolken 570
 — Kohlehydratgehalt 177/178
 — Mager-, Kaloriengehalt 199
 — Mineralstoffgehalt 177/178
 — saure, Kaloriengehalt 199
 — Voll-, Kaloriengehalt 200
 — Wassergehalt 177/178
 Milchabsonderung 85
 — in der Brustdrüse 570
 Milchmischung 570

- Milchzähne 206
 Milz 223
 Milzbrand 603
 Mimikry 141
 Mimikry 56
 Mineralstoffgehalt, alkoholische Getränke 169
 — Butter 177/178
 — Eier 177/178
 — Fische 169/170
 — Fleisch 171/172
 — Gemüse 172/174
 — Genußmittel 174
 — Mehlprodukte 175/176
 — Müllereiprodukte 175/176
 — Nüsse 178/179
 — Obst 178/179
 — Pilze 172/174
 — Soßen 180
 — Suppe 180
 — Zuckerwaren 180
 Minimum für das männliche Gehirn 378
 Mischehen 597
 Mißbildungen 78
 Mittelalter, Fortschritt, hygienischer 507
 Mittelfußknochen 117
 Mittelhandknochen 96/97, 112, 117
 Mittelpunkt des Auges, optischer 484
 Mittlerer Gesäßmuskel 129
 Mohrrüben, Kaloriengehalt 200
 Moleküle 36
 — Bewegung 39
 — Verbindung der Atome zu 37
 Monatsblutung 588
 motorische Regionen 374
 motorisches Sprachzentrum 376/377
 Mücken 626
 Müllereiprodukte, Eiweißgehalt 175/176
 — Fettgehalt 175/176
 — Kohlehydratgehalt 175/176
 — Mineralstoffgehalt 175/176
 — Wassergehalt 175/176
 Mumifikation 549
 Mund, Durchschnitt 211
 — Schließmuskel 128
 Mundepithelien 610
 Mundhöhle 201, 203
 Mundpflege des Säuglings 586
 Murmeltiere 88
 Musikantenknochen 109, 366
 Musikaubheit 376
 Muskel der Unterlippe, dreiseitiger 128
 — halbhäutiger 129
 — halbsehniger 129
 — zweiköpfiger, langer 129
 Muskeln 125 ff.
 — am Unterschenkel 139
 Muskeln an der Brust 132
 — der Erregbarkeit 123
 — des Fußes 140
 — des Kopfes 127
 — des menschlichen Körpers 128, 129
 — des Unterkiefers 130
 — glatte, unwillkürliche 122
 — quergestreifte, willkürliche 121
 — um die Öffnungen des Gesichts 127
 Muskelband 128
 Muskelentlastung 587
 Muskelfleisch 123
 Muskelkontraktion 123
 Muskelschicht des Magens 216
 Muskelsinn 392, 396
 Muskulatur des Menschen 127
 — lebende 120
 Musselin 552
 Mutter, stillende 568
 Mutterkuchen 332
 Muttermäler 55
 Muttermilch, beste Ernährung des Säuglings 584
 — Gesamtdauer der Ernährung 569
 — Vorzüge 566
 Mutterschutz, Bund für 634
 Nabelschnur 564
 Nachahmung der Umgebung 56
 Nachkommenschaft, krankhafte 592
 Nachschwingungen, störende 430
 Nachtwandler, Beobachtungen an 382
 Nachwuchs, Erzielung eines gesunden 593
 — Verhütung von minderwertigem 593
 Nackennervengeflecht 364
 Nägel 147
 — eingewachsene 559
 Nagelpflege des Säuglings 586
 Nahrung, ausreichende 168
 — im Verdauungsapparate 201
 Nahrungsbedürfnis des Säuglings 573
 Nahrungsmittel, flüssige 191
 — gebräuchlichste 191
 — pflanzliche 194
 — Wertigkeit, Kalorien 199
 — Zusammensetzung 177
 Nahrungsstoffe, gegenseitiger Austausch 166
 Nase, äußere 403
 Nasenatmung 281
 Nasenbein 98/99
 Nasenflügel 405
 Nasenhöhle 96/97, 405
 — Durchschnitt 211
 Nasenknochen 404
 Nasenknorpel, seitlich 404
 Nasenlöcher 405

- Nasennerv, äußerer 355
 Nasenscheidewandknorpel 405
 Nasenspitzenknorpel 404
 Neandertalmensch 60
 Nebennieren 305
 Negerschädel 66
 Neigungen 55
 Nerv, dreigeteilter 357
 — rückläufiger 363
 Nerven 399
 — des Kopfes, oberflächliche 355
 — motorische 338
 — rezeptorische 372
 — trophische 340
 — überreizte 339
 — zentripetalleitende 372
 Nervenendapparat 390
 Nervenfibrillen 400
 Nervenknoten 353
 Nervenscheide 468
 Nervenschlingen des Armes 343
 Nervenstamm 393
 Nervensystem, animales 334
 — des Menschen 343
 — vasomotorisches 368/370
 — vegetatives 334, 368
 Nervensystemstörungen 305
 Nervenvermögen 339
 Nervenzellen 33, 336
 Nervus vagus 361
 Netzhaut 468, 472
 — Außenfläche 474
 — Blutgefäße 484
 — Ernährungsschlagader 473
 Netzhautarterie 472
 Netzhautelemente, Größe 481
 Netzhautvene 472
 Neubauten, Eigentümlichkeit 508
 Niedergeschlagenheit 50
 Niederschläge, atmosphärische 524
 Nieren 251, 289
 Nierenader 290
 Nierenbau 291
 Nierenbecken 291, 293
 Nierenbucht 291
 Nierenkelche, größere 291
 — kleinere 291
 Nierenschlagader 290
 Niesen 616
 Nordische Rasse 597
 Normalauge 493
 Normalkerze 541
 Notwendigkeit des Siedlungsgedankens
 597
 Nüsse, Eiweißgehalt 178/179
 — Fettgehalt 178/179
 — Kohlehydratgehalt 178/179
 Nüsse, Mineralstoffgehalt 178/179
 — Wassergehalt 178/179
 Oberarm 109
 Oberarmbein, rechtes 110
 Oberarmbeinrolle 96/97
 Oberarmknochen 96/97
 Oberhaut 143
 Oberkiefer 96/97
 Oberkieferbein 99, 449
 Oberlidheber 457
 — Sehne 457
 Oberlippe 449
 — Bändchen 203
 Oberschenkel, rechter von vorn 115
 Oberschenkelbein 119
 Oberschenkelknochen 93, 96/97, 113, 116
 Oberschenkelkopf 96/97
 Oberton 439
 Oblongatazentren 373
 Obst 196
 — Eiweißgehalt 178, 179
 — Fruchtsäuregehalt 178/179
 — Kohlehydratgehalt 178/179
 — Mineralstoffgehalt 178/179
 — Wassergehalt 178/179
 Öfen 537
 Ohr, inneres 422
 Ohrenklingen 443
 Ohrmuschel 412
 Ohrnerv, großer 355
 Ohrtrompete 415
 — eustachische 419, 431
 Okularlinse 497
 Opanke 560
 Optik, physiologisches Handbuch d. 483
 Optische Wahrnehmungen 376
 Optischer Apparat, Auge 482
 Optisches Erinnerungsfeld 376
 — Wahrnehmungsfeld 376
 Organ, Cortisches 433
 Organe 35
 — der Bauchhöhle 213
 — der Brusthöhle 213
 — des Körpers 35
 Organismus, Abwehrmöglichkeiten 608
 — Disposition 611
 — kindlicher, Verdauungsorgane 572
 — menschlicher 51
 — — Wärmeregulation 551
 Osmose 41, 42
 Ostbaltische Rasse 598
 Ostische Rasse 598
 Otolithen 435
 Ovum 70
 Ozon 511

- Palmin, Kaloriengehalt 200
 Palolokrise 51
 Palolowurm, Verhalten 51
 Pankreassaft 229
 Papille 399
 — der Lederhaut 145
 Parthenogenese 48
 Pasteur 608
 Paukenhöhle 415, 416, 418
 Paukenhöhlentreppe 432
 Paukentreppe 421
 Paul Ehrlich 609
 Penis 316
 Pepsin 18
 Perilymphe 432
 Periodizität 50
 Person, hypnotisierte 384
 Pest 608, 626
 Petroleumlampe 543, 546
 Pettenkofer, Max 508
 Pfeiler, cortischer 433
 Pflanzenwelt die Quelle alles tierischen Lebens 43
 Pflasterepithel 33
 Pflaumen, frische, Kaloriengehalt 200
 — getrocknete, Kaloriengehalt 200
 — Pflege des Säuglings 584
 Pflugscharbein 98
 Pfortader 253
 Phagozyten 612
 Physikalisches Gesetz der Helligkeit 542
 Physiologie 19
 — der Sinne 389
 — des Gehirns 377
 physiologische Tätigkeit der Nerven 372
 Pigmentgehalt der tiefsten Zellenlage 142
 Pilze, Eiweißgehalt 172/174
 — Fettgehalt 172/174
 — Kaloriengehalt 200
 — Kohlehydratgehalt 172/174
 — Mineralstoffgehalt 172/174
 — Wassergehalt 172/174
 Plazenta 332
 Plexus 364
 Pneumokokken 609, 611
 Pocken, schwarze 614
 Pockenepidemien 613
 Pockenimpfung 618
 Pockenranke 514
 Pockenpusteln 613
 Polarwesen 56
 Polsterpfeifen 447
 Porenvolumen 553
 postembryonale Entwicklung 48
 posthypnotische Suggestion 386
 Presbyopie 488
 Primitivfaser 335
 Produktion von Gegengiften 614
 Proportionen, typische 151
 psychoakustisches Zentrum 377
 Psychologie 19
 psychomotorische Zentren 374
 psychosensorielle Zentren 375
 Pubertätsdrüsen 84
 Pubertätszeit 587
 Puls 262
 Pulsfrequenz 362
 Pulsschlagen, Hören 443
 Pupille 458, 468, 472
 Quelle alles tierischen Lebens 43
 Quellwasser 524
 Querschnitt des Rückenmarks 353
 Rachen 210
 Rachenhöhle 449
 Rachenwand, hintere 203
 Rachitis 585
 Radieschen, Kaloriengehalt 200
 Rasse, dinarische 598
 — fälische 598
 — nordische 597
 — ostbaltische 598
 — ostische 598
 — westische 598
 Rasseeigentümlichkeiten 66
 Rassenbeschreibung 62
 Rassencharakter, gleichbleibender 55
 Rasseneinteilung 62
 Rassenhygieniker, Lenz 594
 Rassenmerkmal, klassisches 66
 Rassenmerkmale 62
 Ratschläge bei Auftreten v. Geschlechtskrankheiten 633
 Rätsel der Vererbung 48
 Raumsinn 392
 Raumvorstellung 396/397
 Rautenmuskel 129
 Rechter Oberschenkel 115
 — Unterarm von vorn 110
 — Unterschenkel 115
 Reflexabsonderung 373
 Reflexbewegung 339, 373
 Reflexe 373
 Reflexhemmung 373
 Reflexion 427
 Regeneration 45
 Regionen, motorische 374
 Reifeprozess 71
 Reifung, sexuelle 589
 Reihenhäuser 532
 Reinkultur in Tuberkelbazillen 611
 Reinkulturen d. einzelnen Bakterien 611

- Reinlichkeit, wesentlichste Forderung der Volksgesundheit 508
 Reis, Kaloriengehalt 200
 Reize 390
 Reizleitungssystem 255, 258
 Reiztherapie 614
 Rekurrens 626
 Resonanten, Bildung 456
 Resonanzapparat, Eigenschaft 430
 Resonanztheorie 439
 Resorption aus den Geweben 236
 Riechen 407
 Riechnerven 356
 Riechregion 407
 Riechspäre 376
 Riechzelle an der Nasenschleimhaut 407
 Riechzellen 407
 Rindenblindheit 375
 Rindentaubheit 375
 Rindenworttaubheit 376
 Rindenzentren, sensorielle 375
 Rindfleisch, fettes, Kaloriengehalt 200
 — mageres, Kaloriengehalt 200
 — mittleres, Kaloriengehalt 200
 Rindertalg, Kaloriengehalt 200
 Ringknorpel 449
 Rippen 96/97, 107, 128, 129
 Rippenskelett, Einschmelzung 61
 Rissigwerden trockener Haare 148
 Rockhemdhose 555
 Roggenmehl, Kaloriengehalt 200
 Rohseide 552
 Rollgelenk 97
 Rollhügel 96/97
 — großer 129
 Rollnerv 357
 Röteln 622
 Rotkohl, frischer, Kaloriengehalt 200
 Rotz 608
 Rüüböl, Kaloriengehalt 200
 Rückbildung der Genitalien 85
 Rückenmark 104, 343, 352
 — Funktion 372
 — Querschnitt 353
 — verlängertes 104
 Rückenmarksnerv 353, 363
 Rückenmarkssystem des Gehirns 368
 Rückenmarkszentrum 373
 Rückenmuskeln 135
 Rückenstrecker 129
 Rückfallfieber 608, 617, 626
 Rückwärtswender, langer 128
 Ruhe und Arbeit, Wechsel 600
 Ruhezustand des Gehirns 605
 Ruhr 608, 625
 Rumpfnerven 343
 Sägemuskel 128
 Sago, Kaloriengehalt 200
 Sahne, Kaloriengehalt 200
 Saiten, schwingende, Gesetze 448
 Salze, anorganische 167
 Salzsäure 18
 Samen 312
 — männlich 67
 Samenbläschen 313
 Samenstrang 313
 Sammellinse 484
 Sandale 560
 Säuberung der Kranken 547
 Sauerkraut, Kaloriengehalt 200
 Sauerstoff im Blute 269
 Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Blutes 124
 Sauerstoffzufuhr, Herabsetzung 516
 — Minderung 517
 Säugetiere 409
 Säugling, Gewichtszunahme 564, 568
 — Kleidung 576
 — Küssen 585
 — Mundpflege 586
 — Nagelpflege 586
 — Nahrungsbedürfnis 573
 — Urinentleerung 565
 — Verdauungsorgane 567
 — Verdauungsstörungen 565
 Säuglingsernährung 573
 Säuglingspflege 584
 — zweckmäßige 564
 Schädel, Durchschnitt 211
 — eines Neugeborenen 101
 Schädelform 66
 Schädelhöhle 102
 Schädelindex 66
 Schädelknochen, äußere Fläche 100
 Schall 426
 — Fortpflanzungsgeschwindigkeit 427
 — schwächster 437
 Schalleitung im Labyrinth 434
 Schallrichtung 443
 — Erkennung 443
 Schallschwingungen 427
 Schallstärke 437
 Schallwellen, Übertragung 417
 Schambein 96/97
 Schamlippe, große 329
 Schanker, weicher 608, 628
 Scharlach 584, 616, 623
 Schauer 392
 Scheide 327
 — Schwund der 85
 Scheidewand zwischen den Herzkammern 243
 Scheitelbein 99

- Schenkelarterie 250
 Schenkelbinde 128/129
 Schenkelkopfhals 96/97
 Schicht der Haut, wichtigste 144
 Schienbein 119
 Schienbeinknochen 96/97
 Schienbeinmuskel 128
 Schilddrüse 304
 Schimmelpilzbildung 547
 Schimmelpilzchen 534
 Schinkenfett, Kaloriengehalt 200
 Schirting 552
 Schlaf 383
 — ausreichender, von größtem Nutzen 605
 — des Kleinkindes 586
 — Festigkeit 383
 — Tiefe 383
 Schläfenast 355
 Schläfenbein 96/97
 — Warzenfortsatz 426
 Schläfenmuskel 128/129
 Schlafkrankheit 617
 Schläfrigkeit 305
 Schleimschicht, malpighische 143
 Schlemmscher Kanal 470
 Schließmuskel des Mundes 128
 Schlingbewegung 224
 Schlüsselbein 96/97
 Schlüsselbeinschlagader 241
 Schlüsselbeinvene 253
 Schmecksphäre 376
 Schmerz 395
 Schmerzgefühl 392
 schmerzhafte Entzündungen 633
 Schnecke 415, 421, 423
 Schneckenwasserleitungskanal 421
 Schneckenwasserleitungsknochenkanal 432
 Schneidermuskel 128
 Schneidezahn 449
 Schnellläufer 588
 Schnellkraftübungen 588
 Schnuller 582
 Schokolade, Kaloriengehalt 200
 Schollenmuskel 128/129
 Schornsteinaufsätze, einfache 540
 Schreiben 583
 Schriftgießmaschinen 604
 Schuhe, ideale 560
 — Nachteil 559
 Schuhform 559/560
 Schulhygiene 586
 Schulterblatt 96/97, 106/107, 128
 Schultergelenk 108
 Schulterhöhe 96/97
 Schultermuskeln 135
 Schutz gegen Krankheiten 584
 — vor Ansteckung 619
 — vor Erkrankung 607
 — vor Infektionskrankheiten 607
 Schutzimpfung 613
 — gegen Diphtherie 618, 623
 Schutzstoffe 613
 — Hervorbringung von 614
 Schutzstoffproduktion 615
 Schutzvorschriften 629
 Schüttelfrost 522
 Schwamm im Hause 534
 Schwangerschaft 590/591
 Schwangerschaftsgürtel 558
 schwarze Pocken 614
 Schweinefleisch, fettes, Kaloriengehalt 200
 — mageres, Kaloriengehalt 200
 — mittleres, Kaloriengehalt 200
 Schweineschmalz, Kaloriengehalt 200
 Schweinfurter Grün 604
 Schweißausbrüche 599
 Schweißdrüse 143, 146
 Schwellkörper 316
 Schwemmkanalisation 508
 schwere Frauenkrankheiten 630
 Schwertfortsatz 96/97
 Schwimmen 588
 Schwindel 521
 Schwind süchtige 514
 — Kinder von 619
 Schwind süchtiger, Auswurf 609
 Schwingungen, Form 437
 — Fortpflanzung 427
 — komplizierte Zerlegung 439
 Schwingungsausschläge des tönenden Körpers 436
 Schwingungsfähigkeit, verminderte 431
 Schwingungsmaximum 427
 Schwund der Gebärmutter u. der Scheide 85
 Seelenfunktion, unbequeme 379
 Seelenleben, Sitz 377
 Seelentaubheit 376
 seelische Rückwirkung der Arbeit 600
 Sehapparat 456
 Sehen, binokular 500
 Sehne 129
 Sehnerv 356, 457, 464, 465, 468, 484
 — Eintrittsstelle 483
 — Faserbündel 471
 Sehnervarterie 471
 Sehnervenkreuzung 356
 — mit Großhirn 485
 Sehnervhügel 471
 Sehstrahlen, Kreuzungspunkt 500
 Sehweite 486

- Seidenraupen 552
 Sekretion, innere 303
 Selbstbefruchtung, Züchtung 49
 selbstverschuldete Krankheiten 627
 sensorielle Rindenzentren 375
 sensorische Vorstellungen 375
 sensorisches Gedächtnis, Grundlage 375
 septische Bakterien 617
 serologische Verhältnisse des Blutes 65
 Siebbein 99
 Siebplatte 103, 468, 471
 Siedlungsgedanken, Notwendigkeit 597
 Siedlungshäuser 532
 Siedlungsprogramm 597
 Sinne 389
 — Funktion 389
 — Physiologie 389
 Sinnesempfindungen, gleichartige 391
 — subjektive 390
 Sinnesorgane 389
 Sinnestäuschungen 385
 — negative 385
 Sinneswahrnehmungen, bewußte 390
 Sitz des Bewußtseins 378
 — des Seelenlebens 377
 Sitzbein 96/97
 Skelett der rechten Hand 117
 — des menschlichen Körpers 96
 — des rechten Fußes 117
 Sojabohnen, Kaloriengehalt 200
 Sonnengeflecht 369, 371
 Soßen, Eiweißgehalt 180
 — Fettgehalt 180
 — Kohlehydratgehalt 180
 — Mineralstoffgehalt 180
 — Wassergehalt 180
 Spaltpilze 608
 Spannmuskel der Schenkelbinde 128
 — krampfartige Spannung 443
 Spargel, Kaloriengehalt 200
 Speck, fetter, Kaloriengehalt 200
 Speiche 96/97
 Speichel 227
 Speicheldrüsen 208
 Speichenmuskel, innere 128
 Speichenstrecker der Hand 129
 — kurzer 128
 — langer 128
 Speisenüberbleibsel 546
 Speiseröhre 212, 449
 Speiseröhrengeflecht 362
 Sperma 312
 Spermatozoen 69
 Spiegelbilder 502
 Spielsachen aus Zelluloid 583
 Spielstühlchen 580
 Spinat, Kaloriengehalt 200
 Splitterung spröder Haare 148
 Sportkragen, weiche 558
 Sprache 55
 — Bewegungsvorgänge 451
 Sprachorgane, Durchschnitt 449
 Sprachzentrum, akustisches 376
 — motorisches 376/377
 Sprungbein 96/97
 Stabzellen 401
 Stammbaumverfolgung 593
 Staphylokokken 609, 611
 Staubinhalationskrankheiten 603
 Stearinkerzen 543
 Stechfliegen 626
 Stechkissen 577
 Steigbügel 415, 418
 Steinhauerlunge 603
 Steinzeit, älteste 59
 Steißnerv 368
 Stellknorpelmuskel 449
 Stereoskop 502
 Sterilisierungsgesetz 593
 Sterilität der Frau 593
 Steuernachlaß für Kinderreiche 596
 Stillen mit der Flasche 572
 stillende Mutter 568
 Stillstand der Lebensprozesse 87
 Stimmband 273, 448, 449, 452
 — mutieren 450
 Stimmbildung beim Menschen 448
 Stimme, menschliche 446
 — menschlicher Umfang der 451
 Stimmlosigkeit 455
 Stimmritze 449
 Stimmtimbre, charakteristisch 451
 Stimnton, Höhe 448
 Stimmwechsel 84, 588
 Stirnäste 355
 Stirnbein 96/97
 Stirnmuskel 128
 Stirnnaht 101
 Stoff, Aufsaugevermögen 555
 — durchlässiger 560
 — gasförmiger 408
 — riechbarer 407
 Stoffwechsel 17, 42, 161
 Stoffwechsel, Bilanz 162
 — Endprodukte 43
 — im lebenden und arbeitenden Muskel-
 fleische 123
 Stoffwechselgleichgewicht 44, 164
 Stoffwechselprodukte 29
 Störungen der Verdauungen beim Säug-
 ling 565
 Strahlen, Wellenlänge 480
 Strahlenkörper 470
 Strahlenkörperfortsatz 470

- Strampelfreiheit 577
 Strampeln 583
 Streckener Zehen 128
 Streckmuskel des Daumens 129
 Streckmuskelsehnen 128
 Strecksehnen der Hand 129
 Streichwolle 552
 Strumpfbänder, festsitzende 557
 — runde 558
 Subkontra-C 442
 Substanz, anorganische 29
 — kompakte 93
 — schwammige 93
 Suggestion, posthypnotische 386
 Suppen, Eiweißgehalt 180
 — Fettgehalt 180
 — Kohlehydratgehalt 180
 — Mineralstoffgehalt 180
 — Wassergehalt 180
 Sympathikus 340, 371
 — Ganglion des 364
 Synergismus 126
 Syphilis 591, 628
 System, neues optisches 496
 Systole 259

 Talgdrüse 143, 146
 Tarlatanstoffe, leuchtendgrüne 557
 Tasche, morgagnische 452
 Taschenband 449, 452
 Tasmanier 59
 Tasteindrücke 397
 Tastempfindungen 396
 Tastgefühl 145
 Tastkörperchen 145
 Tastnerven 396
 Tastorgan 396
 Tastpapillen 145
 Tastwärtchen 145
 — der Lidbindehaut 461
 Tätigkeit der Nerven, physiologische 372
 — der Zentralorgane während des Schlafes 383
 — des Gehirns 377
 Tätigkeitsdrang, triebhaft 51
 Technik, mikroskopische 609
 Tee 197
 Temperatureinfluß 54
 Temperaturmessung 187
 Temperaturschwankungen 519
 Tetanusbazillen 615
 Thymusdrüse 307
 — linke 307
 — rechte 307
 — Verrichtung 308
 Tiefe des Auges 493
 — des Schlafes 383

 Timbre 436
 Tod 87
 — als Notwendigkeit 24
 Ton, höchster hörbarer 442
 — Intensität 437
 Töne, Wahrnehmbarkeit 437
 Tongrenze, obere 437
 Tonwirkung, Verstärkung 441
 Totenbestattung 550
 Totgeburten 633
 Träger der Infektionsstoffe 616
 Tragkleidchen 578
 Tränenapparat 461
 Tränenbein 99
 Tränenrüden 457
 Tränenkanälchen 463
 Tränenröhrchen 463
 Tränensack 463
 Tränenwärtchen 463
 Transplantation 45
 Trikotstoffe 552
 — lockere 556
 Trikotwäsche, schmiegsame 555
 Trinkflasche 571
 Trinkwasser 191
 Tripper 592, 628
 — Erreger des 609
 Trizeps 129
 Trochlea 464/465
 Trockenlegen 576
 Trommelfell 415, 416, 417
 — mit Hammer und Amboß 416
 — Schwingungen 430
 Trommelfellspannmuskel, Halbkanal 419
 Tropenkrankheit 617
 Tröpfcheninfektion 616, 620
 Trypanosomenkrankheit 617
 Tuba 431
 Tuberkelbazillen in Reinkultur 611
 Tuberkelbazillus, Entdecker des 608
 — Übertragung des 619
 Tuberkulose 590, 619
 — Disposition zur 619
 Tüll 552
 Typhus 624
 Typhusbazillen 615
 Typhusstühle 625
 typische Proportionen 151

 Überernährung 186
 Übersichtigkeit 488
 Übertragung des Tuberkelbazillus 619
 Umgebung eines jungen Menschenkindes 579
 Umstandskorsett 559
 Umwelteinflüsse 67
 Unfruchtbarkeit 633

- Unfruchtbarmachung 594
 Ungeschlechtliche Fortpflanzung 46
 ungünstige Alterszusammensetzung 596
 Unlust 50
 unredliche Versprechungen junger Männer 632
 Unsterblichkeit 88
 Unterarm 109
 Unterarm, rechter, von vorn 110
 Unteraugenhöhlennerv 354
 Unterempfindlichkeit 481
 Unterernährung 185
 Untergrätenmuskel 129
 Unterhautbindegewebe 147, 149
 Unterkiefer 96/97
 Unterkieferbein 99, 100, 449
 Unterkiefermuskeln 130
 Unterkleidung der Frau 555
 — hygienische 555
 Unterlagen, wasserdichte 577
 Unterleibsgeflecht 369
 Unterlippe 449
 — Bändchen 203
 Unterscheidungsvermögen, Grenze 481
 — Schärfe 483
 Unterschenkel 118
 — rechter, von vorn 115
 Unterschenkelgeschwüre 602
 Unterschenkelstrecker, Kopf des 128
 Unterschlüsselbeinader 307
 Unterschlüsselbeinschlagader 307, 362
 Unterzungennerv 363
 Ursprung der Muskeln 125
 Ursprungsfasern 552
- Vagina 327
 Variationsvermögen 53
 Varolsbrücke und verlängertes Mark 351
 vasomotorisches Nervensystem 368/370
 Vater-Pacinisches Körperchen 395
 vegetatives Nervensystem 368
 Venen 248
 Venenthrombose 602
 Ventilation 508
 — elektrische 541
 — für mechanische Kraft 541
 — künstliche 539
 Ventilationsanlagen 541
 Ventilationsöffnungen, Anbringung 540
 Veränderung der Gestalt 153
 Veränderungen in dem Blutgefäßsystem 599
 Verarbeitung 201
 Verbindung der Atome zu Molekülen 37
 — der Knochen 95
 Verbrennung, unvollkommene 512
 Verdampfungsvorrichtungen 537
 Verdauung 17
 — chemische 226
 Verdauungsapparat 201
 Verdauungskrankheiten 584
 Verdauungsorgane des kindlichen Organismus 572
 — des Säuglings 567
 Verdauungsumsetzungen, eigentliche 233
 Verdauungsvorgänge 200
 Verdickungen des Rückenmarks 354
 Vererbung 49, 593
 — Rätsel der 48
 Vererbungsfähigkeit 55
 Verfassung, gesundheitliche, d. einzelnen 563
 Verführung durch leichtfertige Freundinnen 632
 Vergreisung des deutschen Volkes 596
 Verjüngung 87
 Verkehr, Folgen des vorehelichen 636
 Verletzungen 22
 Vermehrungsfähigkeit 55
 Vermögen der Nerven 339
 Verschimmelungsprozeß 534
 Verstäubungseinrichtungen 537
 Verunreinigungen, gasförmige, der Luft 547
 Verwandtenehe 594/595
 Verwandtschaftsbeziehungen 57
 Verwendung arsenhaltiger Farbe 605
 Vitamin A 181
 — B 181/182
 — C 181/182
 — D 181, 183
 — E 183
 Vitamine 585
 Vogeleier 193
 Vokale, Anlauten 453
 Volk, schrumpfendes, Merkmale 596
 — sterbendes, Aufbau 596
 — Vergreisung, deutsches 596
 Völkertod 596
 Volkserhaltung 595
 Vorderansicht der Muskeln des menschlichen Körpers 128
 Vorderarmmuskeln 136
 Vorgänge in der Atmosphäre 515
 Vorhaut 318
 Vorhof 415, 421, 422
 — linker 241
 — rechter 241
 Vorhofsnerv 415
 Vorhofsraum 243
 Vorhofstreppe 421
 Vorhofswasserleitungskanal 421
 Vorstadtsiedlungen 532
 Vorsteherdrüse 314

- Vorstellung des Körperlichen 502
 Vorstellungen, sensorische 375
 Vorwärtswender, runder 128
- Wachstum** 44, 82
 — Abhängigkeit 65
 Wachstumsmißverhältnis 588
 Wachstumsreize 588
 Wachstumsunterbrechung 305
 Wadenbein 96/97, 118
 Wadenbeinköpfe 129
 Wadenbeinmuskel 129
 — zweiköpfiger 129
 Wadenmuskel, zweiköpfiger 128/129
 Wahrnehmungen, optische 376
 Wahrnehmungsfelder 375, 376
 Waldschule 587
 Wange, Wandung 203
 Warmblüter 188
 Wärme 40
 — Ausstrahlung von der Erde 520
 — tierische 187
 Wärmeabgabe des Körpers 553
 — Einschränkung 520
 Wärmedifferenzen 188
 Wärmeeinheiten 41
 Wärmeentziehung 522
 Wärmeleitung, Erschwerung 554
 Wärmeregulation d. menschlichen Organismus 551
 — Mechanismus 189
 Wärmeschutz 554
 Wärmesinn 392, 394
 Wärmestauung 521, 581
 Warzen 55
 Warzenfortsatz 96/97
 Wäscheballast 555
 Wasser 30, 523
 — abgekochtes 528
 — des Labyrinths 428
 Wasseranwendung 607
 Wasseraufnahme 523
 Wasserdampfabgabe 554
 Wasserdampfausscheidung 556
 Wassergehalt, alkoholische Getränke 169
 — Butter 177/178
 — Eier 177/178
 — Fische 169/170
 — Fleisch 171/172
 — Gemüse 172/174
 — Genußmittel 174
 — Mehlprodukte 175/176
 — Müllereiprodukte 175/176
 — Nüsse 178/179
 — Obst 178/179
 — Pilze 172/174
 — Soßen 180
- Wassergehalt, Suppen 180
 — Zucker 180
 — Zuckerwaren 180
 Wasserhärte 526
 Wasserheizung 538
 Wassermannsche Reaktion 591
 Wechsel zwischen Ruhe und Arbeit 600
 Wechseldusche 607
 Wechseljahre 85, 563, 599
 weibliches Becken 114
 — Ei 70
 weicher Schanker 608, 628
 Weißfisch, Kaloriengehalt 200
 Weißkohl, Kaloriengehalt 200
 Weitsichtigkeit 488
 Weizenmehl, Kaloriengehalt 200
 Wellenberg 441
 Wellenlänge, Verhältnis 439
 Wellental 441
 Werkzeuge, paläolithische 60
 Wespenbein 99
 Westische Rasse 598
 Wettkampfttraining 588
 Wheatstone, Physiker 502
 wichtigste Schicht der Haut 144
 Wickeltisch, Aufenthalt auf dem 580
 Widerstandsfähigkeit des jungen Körpers 581
 — herabgesetzte 50
 Wiegen des Kindes 567
 Wilhelm Fließ 51
 Wille zum Kind 595
 Willkürliche Beeinflussung des Geschlechts 81
 Wimperiaare 457, 458
 — Wurzelbälge 458
 Windelgröße 577
 Windelhöschen 578
 Windfang 540
 Windpocken 584, 616
 Windrichtung, Schwankungen 518
 Winterschlaf 88
 Wirbel 104
 Wirbelfortsatz, dorniger 104
 Wirbelknorpelganglion 364
 Wirbelnerv 369
 Wirbelsäule 103
 Wirsingkohl, Kaloriengehalt 200
 Witterung 515
 Wohnhaus, Formen 531
 Wohnung 531
 Wohnungen, feuchte 533/534
 Wolle 552
 Wolltrikot 553
 Wollust 392
 Wortklangbildzentrum 377

- Wucherungen in feuchten Wohnungen 534
 Wundfläche der Gebärmutter 617
 Wundkrankheiten 514
 Wundstarrkrampf, Erreger des 615
 Wurzel, ganglienlose 364
 Wüstentiere 56

 Zähne 202
 Zahnen des Kindes 565
 Zahnfach, Längsschnitt des Zahnes 205
 Zahnfleisch 207
 Zahnhalsbändchen 566
 Zahnhöhlnerv 358
 Zahnkrämpfe 565
 Zahnkrankheiten 565
 Zahnung, erste, des Kindes 209
 Zäpfchen 202, 203, 449
 Zehen 128
 Zehenbeuger 128
 Zehenglieder 117
 Zehenknochen 96/97
 zeitweise Disposition 618
 Zellen 31
 — Deiterssche 433
 — Hensensche 433
 Zellenlage 142
 Zellformen, verschiedene 33
 Zentralheizung 538
 Zentralkanal 353
 Zentren der Gehirnrinde 374
 — psychoakustische 377
 — physomotorische 374
 — psychosensorielle 375, 390
 Zersetzungsprodukte, stickstoffreich 289
 Zerstörung des akustischen Erinnerungsfeldes 376
 Zervelatwurst, Kaloriengehalt 200
 Zeugungsfähigkeit 590
 Zirbeldrüse 306
 Zirbeldrüse, Rückbildung 306
 Züchtung durch Selbstbefruchtung 49
 Zuchtwahl 56
 — natürliche 53
 Zucker, Eiweißgehalt 180
 — Fettgehalt 180
 — Kaloriengehalt 200
 — Kohlehydratgehalt 180
 — Mineralstoffgehalt 180
 — Wassergehalt 180
 Zuckerrüben, Kaloriengehalt 200
 Zuckerwaren, Eiweißgehalt 180
 — Fettgehalt 180
 — Kohlehydratgehalt 180
 — Mineralstoffgehalt 180
 — Wassergehalt 180
 Zulp 582
 Zunge 203, 210, 397
 Zungenbein 449
 Zungenfleischnerv 363
 Zungenlähmung 455
 Zungenpfeifen, membranöse 447
 Zungenschlundkopfnerv 361
 Zungenspitze 449
 Zungenwurzel 398, 449, 452
 Zusammensetzung d. Nahrungsmittel 169
 Zusatznahrung 584
 Zweiköpfiger langer Muskel 129
 — Wadenbeinmuskel 129
 Zwerchfell 134, 251, 369, 371
 Zwerchfellgeflecht, unteres 369
 Zwerchfellnerv 365
 Zwiebeln, Kaloriengehalt 200
 Zwischeneiszeiten 59
 Zwischenrippenmuskel 128, 129
 Zwischenrippennerven 370
 Zwölffingerdarm 219
 Zyklonen 518
 Zylinderepithel 33

638

