

**GRUNDRISS DER HISTOLOGIE  
UND MIKROSKOPISCHEN ANATOMIE  
DES MENSCHEN**

**BIOLOGIE DER MIKROSKOPISCHEN  
GRÖSSENORDNUNG**

VON

**HANS PETERSEN**

ZWEITE VERBESSERTE AUFLAGE

MIT 196 ABBILDUNGEN  
UND EINER FARBIGEN TAFEL



**Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH**  
1941

ISBN 978-3-662-05471-0      ISBN 978-3-662-05516-8 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-05516-8

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.

COPYRIGHT 1941 BY SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG

URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI JULIUS SPRINGER IN BERLIN 1941

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Für die zweite Auflage waren dieselben Gedanken leitend, wie für die erste. Das Buch ist gedacht für den Studenten, d. h. den Hörer unserer Vorlesungen, den Teilnehmer an unseren Übungen, der also auch Anschauungen gewonnen hat und noch andere Mittel der Wissensgewinnung, als nur dieses Büchlein. Die Beschränkung des Stoffes bleibt *das* Problem, das uns auch sonst in der knapp bemessenen Zeit des medizinischen Unterrichts immer wieder begegnet. Die bunte Fülle des Lebendigen und gerade auch des Mikrokosmos des menschlichen Leibes läßt sich nicht auf Lehrsätze und Begriffsdefinitionen vereinfachen. Mit einem Wörterverzeichnis, auch wenn es mit philologischer Akribie hergestellt ist, kann man diesem Weltausschnitt nun vollends nicht beikommen.

An dieser Auflage hat Herr Professor FRITZ KÖRNER, Jena, mitgearbeitet. Die von ihm gezeichneten Abbildungen sind mit einem K. kenntlich gemacht.

Im März 1940.

H. PETERSEN.

## Vorwort zur ersten Auflage.

Dies Büchlein stellt sich eine wesentlich didaktische Aufgabe, nämlich dem Leser die Lehre von dem Leben unseres Körpers im Gebiet des mikroskopisch Kleinen in großen Zügen und mit Beschränkung auf die das Gebäude tragenden Tatsachen und Anschauungen vorzuführen. Von einer eingehenderen Problematik, wie ich sie in meinem großen Buche zu geben versuchte, habe ich abgesehen. Ein Gebäude aber sollte das Gebotene bleiben und nicht ein Haufen beliebig aus einem größeren Zusammenhang herausgerissener Bruchstücke. Die heutige Zeit stellt mit Recht den Wert einer bloßen Stoffsammlung, gleichgültig ob sie groß oder klein, in Frage. In jedem solchen Versuch zur Synthese folgen wir der Tradition unserer deutschen Kultur. „Mit vollem Bewußtsein geht GOETHE darauf aus, die Wissenschaft so zu gestalten, wie es ihm geeignet dünkt, nicht immer mehr tote Tatsachen schematisch einzureihen, sondern Geisteskultur zu bereichern, zu vermannigfaltigen, zu verbreiten“ (H. ST. CHAMBERLAIN, GOETHE, 1912).

Wenn wir diesem großen Vorbild nachstreben, so kann jede Darstellung immer nur als Beitrag zu einem biologischen Weltbild gedacht werden. Darunter verstehe ich eine Anschauung, für die das „Leben“ das zentrale Urphänomen ist. Die Lehre von der Zelle und den Geweben und vom Feinbau der Organe ist ein kleiner aber zentraler Teil eines solchen Weltbildes. Im letzten Autonom der Zelle sehen wir das Geheimnis des Lebens konzentriert und ohne sich mit ihr zu befassen und der Wissenschaft, die von ihr handelt, kann man nicht wohl über Biologie, auch im umfassendsten Sinne einer Lebenslehre des Menschen überhaupt, mitreden. Das Material alles Denkens ist das Wissen; zwar macht eine leerlaufende Mühle sehr viel mehr Geräusch, als wenn sie Korn zwischen ihren Zähnen hat, aber es kommt kein Mehl heraus.

Die Gefahr jedes synthetischen Bauens und jeder Darstellung in großen Zügen ist die Entfremdung von der bunten Fülle der Wirklichkeit. Nur wer jahrelang in dieser Fülle nach allen Richtungen schauend und beobachtend umhergewandert ist, sollte daher solchen Versuch wagen. Vielleicht wird dem Leser auch durch

den „Grundriß“ klar, daß gerade das Gebiet der kleinen Dimensionen ihn an das innerste Leben unseres Leibes heranführt, dem er weder mit der Apparatur der modernen Physiologie, noch auch in der eigentlichen Anatomie der Organe in gleicher Weise nahekommt.

Im einzelnen wurden Erfahrungen aus dem Unterricht und der Prüfung verwertet. Eine gewisse Eindringlichkeit, manche Wiederholung einer Wortfolge knüpft an die Kenntnis von Schwierigkeiten an; es sollte nicht zuviel der Kombinationsgabe des Lesers überlassen bleiben. Die Entwicklungsgeschichte ist nur berücksichtigt, wo das Verständnis des Feinbaues dies erfordert (z. B. beim Mesenchym). Um das Büchlein auch für andere Orte als Würzburg benutzbar zu machen, ist hier und da dem traditionell Schulmäßigen ein Wort mehr gegönnt, als es meinem persönlichen Unterrichtsstil entspricht. Eine etwas breitere Darstellung der Mundhöhle berücksichtigt Bedürfnisse der Studierenden der Zahnheilkunde. Die Nomenklatur habe ich so frei behandelt wie möglich; der Betrieb einer Wissenschaft als philologisch gehandhabter Namenkunde ertötet mit Sicherheit ihren sachlichen Gehalt und ihre weltanschauliche Problematik.

Die Abbildungen zeichnete Herr Dr. SCHULZ VAN TREECK nach Präparaten, Abbildungen in Lehr- und Handbüchern, sowie nach Zeichnungen, Skizzen und Entwürfen von mir.

Würzburg, 28. November 1935.

H. PETERSEN.

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Die lebende Substanz und die Zelle . . . . .	1
1. Das Protoplasma . . . . .	1
2. Die Organisation der Zelle . . . . .	3
3. Die Technik der mikroskopischen Untersuchung . . . . .	6
4. Die Zellteilung . . . . .	9
5. Die allgemeinen Lebenserscheinungen. . . . .	13
II. Gewebelehre . . . . .	19
1. Die Gewebe als Baumaterial des Körpers . . . . .	19
2. Das Epithel- und Drüsengewebe . . . . .	20
3. Das Stütz- und Bindegewebe . . . . .	26
4. Das Muskelgewebe . . . . .	39
5. Das Nervengewebe . . . . .	42
III. Feinbau der Organsysteme . . . . .	47
1. Die Kreislauforgane . . . . .	47
Das Gefäßsystem S. 47. — Das Blut S. 52. — Die blut-	
bildenden Organe S. 54.	
2. Der Bewegungsapparat . . . . .	62
Die Entwicklung S. 62. — Der Bau der Skeletorgane	
S. 64. — Die Muskulatur S. 68.	
3. Die Haut . . . . .	71
Die Oberhaut und Lederhaut S. 71. — Die Drüsen der	
Haut S. 75. — Die Haare und die Nägel S. 76.	
4. Das Nervensystem . . . . .	80
Das Zentralnervensystem S. 80. — Das periphere Nerven-	
system S. 87. — Die effektorischen Endorgane S. 90.	
5. Die Sinnesorgane . . . . .	91
Die Haut-, Schleimhaut- und Tiefensensibilität S. 91. —	
Die Geschmacks- und Geruchsorgane S. 92. — Das Ohr	
S. 93. — Das Auge S. 97.	
6. Die Ernährungsorgane . . . . .	104
Die Mundhöhle S. 104. — Der Darmschlauch S. 115. —	
Die Bauchspeicheldrüse und die Leber S. 122.	
7. Die Atmungsorgane . . . . .	126
Die Luftwege S. 126. — Die Lunge S. 129.	
8. Die serösen Häute . . . . .	133
9. Die Organe mit innerer Sekretion . . . . .	134
10. Die Ausscheidungsorgane . . . . .	139
Die Niere S. 139. — Die Harnwege S. 144.	
11. Die männlichen Fortpflanzungsorgane . . . . .	145
Der Hoden S. 145. — Die Geschlechtswege S. 148.	
12. Die weiblichen Fortpflanzungsorgane . . . . .	151
Das Ovarium S. 151. — Die Geschlechtswege S. 154.	
Sachverzeichnis . . . . .	163

# I. Die lebende Substanz und die Zelle.

## 1. Das Protoplasma.

Das Leben, das wir auf unserer Erde kennen, ist an Stoff gebunden und tritt uns entgegen in einer vielgestaltigen Welt lebender Körper, Organismen oder Geschöpfe, Pflanzen, Tieren, Menschen. Die Welt des Lebendigen ist aufgeteilt in einzelne Individuen, die auf dem Wege der Fortpflanzung auseinander hervorgehen. So ziehen sich Ketten lebendiger Geschöpfe, in viele Arten ausgeprägt, durch die Geschichte unseres Planeten. In diesen Ketten wird das Leben weitergegeben; wenn der Zusammenhang der lebendigen Leiber abreißt, so verschwindet auch das Leben dieser besonderen Art, es entsteht niemals neu.

Die Materie, aus denen die Organismen bestehen und die wir nur als Produkte oder Überreste von Lebensvorgängen kennen, nennen wir deshalb organische Stoffe. In besonderer Vereinigung setzen sie die Organismen zusammen, so daß wir *in* diesen den eigentlichen materiellen Lebensträger erkennen können, das *Protoplasma* (Plasma).

Innerhalb der höheren Tiere und Pflanzen finden wir diese lebende Substanz oder das Protoplasma aufgeteilt in meist wohlumgrenzte Einheiten, die nach den Kämmerchen aus Zellulose, das sie in der Pflanze bewohnen, *Zellen* heißen.

In den Organismen werden, solange sie lebendig sind, die an und mit dem Stoff sich abspielenden Ereignisse beherrscht vom Leben und seinen Gesetzen, sie werden planmäßig räumlich und zeitlich gestaltet. Was geschieht, geschieht nach den Gesetzen, die den Stoff und die Energie, auch am nicht Lebendigen, beherrschen (Physik und Chemie), aber es geschieht noch mehr, sie werden gesteuert nach dem Plan der Art und jedes Einzellebens und dessen Notwendigkeiten. Das Kennzeichen des Lebens ist seine Planmäßigkeit (v. UEXKÜLL) und wir nennen es deshalb eigengesetzlich oder *autonom*.

In dieser Autonomie können wir eine Über- und Unterordnung der Teile untereinander, und gemeinsam unter ein Ganzes, eben den ganzen Körper und seinen Bau- und Funktionsplan, erkennen.

Solange die Teile noch alle Lebenserscheinungen zeigen und den Plan des Ganzen in sich tragen und zu ihrem Teil verwirklichen, sind sie ebenfalls autonom. *Das letzte Glied, das noch voll lebendig das Gesetz des besonderen Lebens dieser Art und dieses Organismus in sich trägt, ist die Zelle*, die wir deshalb auch als *letztes Autonom* bezeichnen. Der stoffliche Ort auf unserer Erde, in dem sich diese planmäßige Autonomie des Lebens allein verwirklicht, und das Mittel, dessen sie sich allein bedient, ist das Protoplasma der lebenden Zelle. So sprechen wir von einer lebenden Substanz und einem Lebensträger und Lebenstätter, dem Protoplasma.

Das Protoplasma ist ein Stoffgemisch aus einer verdünnten Salzlösung, die etwa 80% ausmacht, mit Eiweißkörpern und Lipoiden (Phosphatiden, sog. Edelfetten und Cholesterin). Dazu kommen noch vielerlei Stoffe aus den Gruppen der Kohlehydrate, der echten Fette und zahlreiche organische, meist wasserlösliche Stoffe. Die Reaktion (Wasserstoffionenkonzentration) entspricht einem schwach basischen Zustand. Die zuerst genannten Stoffe machen die wesentlichen Baustoffe des Protoplasmas aus. Das Stoffsystem des Protoplasmas ist ein disperses System, in dem alle Zerteilungsarten von der verdünnten Iondispersen und der molekularen Lösung, über den kolloidalen Zustand zu größeren Einlagerungen vorkommen. Die wesentlichen Eigenschaften verdankt es den hydrophilen (Eiweißkörper) und lyophilen (Lipoide) Kolloiden. Sein Zustand kann als der einer Gallerte bezeichnet werden, in der Nähe des Umwandlungspunktes zwischen fest und flüssig; auch echte kolloide tropfbare Lösungen (Sole) und feste Ausscheidungen (Gele) sind darin vorhanden. Dem Zustand derartiger, zwischen fest, weich und flüssig sich bewegendem Gemische wird die *Mizellartheorie* der Gallerten und quellungsfähigen Stoffe gerecht. Danach besteht eine Gallerte aus Teilchen kolloidaler Größenordnung (Mizelle), die ein von Wasser durchspültes Gerüstwerk bilden und auch selbst reichlich eingelagerte Wasserteilchen enthalten können (inter- und intramizellares Wasser). Beim Übergang zum Sol lösen sich die Mizelle voneinander und bewegen sich frei in der Lösung; bei Verfestigungen, Erstarrung, Gerinnung lagern sie sich aneinander.

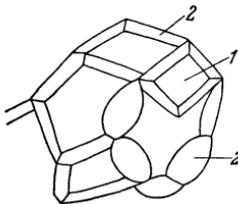


Abb. 1. Schema des Mizellengerüstes. 1 Internizellarpore, 2 Mizelle, die untere durch Wasseraufnahme (Quellung) vergrößert.

Das kolloidale System des Protoplasmas ist niemals in Ruhe, der Wechsel des dispersen Aufbaues und die chemischen Umsetzungen hören nicht auf, solange das Leben dauert, und solange solche Vorgänge ablaufen, dauert das Leben.

Daraus ergibt sich, daß der lebende Zustand der Zelle und des Organismus an die Unversehrtheit des Protoplasmas gebunden ist und daß man das Leben durch Zerstörung dieses Stoffsystems vernichtet. Jeder Organismus ist mechanisch zerstörbar; durch Zerreiben wird auch die Zelle getötet, ebenso durch chemische Zerstörung (z. B. Entmischung, Gerinnung, Zerstörung des kolloidalen Zustandes), auch von der Seite des Stoffumsatzes her durch dessen irreparable Störung (Vergiftung). Zerstörung des Protoplasmas vernichtet das Leben, auch deshalb gilt dieses als Lebens-träger.

Die lebende Substanz, das Protoplasma, entsteht niemals neu, sondern nur aus Vorhandenem werden neue Bezirke protoplasmatischen Lebens abgegliedert. Durch Teilung vorhandenen Lebens entsteht das neue und nur so wird das Leben erhalten. Der Satz *omne vivum e vivo* ist erst 1880 von WILHELM PREYER ausgesprochen, nachdem die biologische Forschung die Zelle und die lebende Substanz kennengelernt hatte. Der Satz *omnis cellula a cellula* (R. VIRCHOW) ging ihm etwa 30 Jahre voraus.

## 2. Die Organisation der Zelle.

Die *Zelle* ist nicht einfach ein Teilchen gleichmäßig gebauten Protoplasmas, sondern hat, wie jeder autonome Organismus, eine Organisation. Der wichtigste Teil dieser Organisation ist die Gliederung aller lebenden Substanz bis weit ins Reich der Einzelligen hinein in zwei Teile, Kern und Zytoplasma oder Zelleib. Dies ist der *Dualismus der stofflichen Lebensgrundlage*. Für jeden dieser beiden Teile gilt dasselbe wie für die Zelle im ganzen, der Kern entsteht nur aus einem Kern, der Zelleib nur aus einem Zelleib. Jedes ist für sich nicht existenzfähig, sondern geht nach kurzer Zeit zugrunde.

Der *Kern* ist gegen das Zytoplasma durch eine Membran (Kernmembran) abgegrenzt. Das Innere, der Kernraum, ist von Flüssigkeit, dem Kernsaft erfüllt. In ihm breitet sich der wichtigste Teil des Kernes, das Genom oder der chromatische Apparat (Chromatin), aus. Er bildet ein Netzwerk und besteht aus Einzelteilen, den

Chromosomen, die aber nur während der Teilung sichtbar werden. Im Kernraum befinden sich noch einige dichtere Körperchen, die

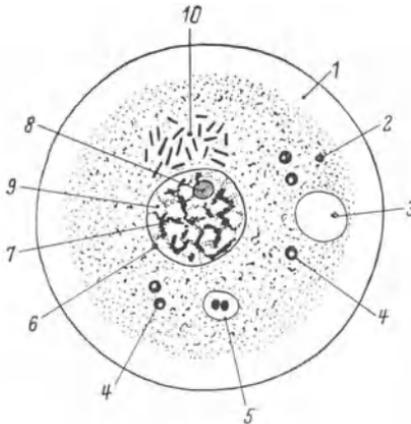


Abb. 2. Schema der Zelle. 1–5 Zelleib, 6–9 Kern, 1, 2 Zytoplasma, 1 Ecto-, 2 Endoplasma, 3 Vakuole, 4 Fetttröpfchen, 5 Zentrosom (Diplosom mit Hülle), 6 Kernmembran, 7 chromatischer Apparat (Chromatin), 8 Nukleolus, 9 Kernsaft, 10 Plastosomen.

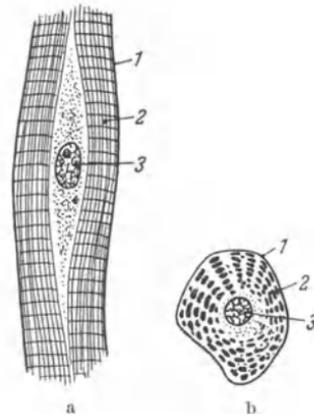


Abb. 3. Zellorgane; Myofibrillen des Herzmuskels. a Längsschnitt (nach HÄGGQVIST), b Querschnitt; 1 Hülle (Sarkolemm), 2 Myofibrillen, 3 Kern.

Nukleolen, die meist zu den Kerneinschlüssen, Reservesubstanz oder dgl. gerechnet werden.



Abb. 4. Zellorgane. Epithelzelle mit Flimmerhaaren und GOLGI-Apparat (nach KOPSCHEK).

Am Zytoplasma unterscheidet man eine dichtere, also wasserärmere, dabei homogene und nahezu optisch leere Außenschicht, das Ektoplasma vom weicheren oft fast flüssigen Endoplasma. Dieses ist stets trübe und oft reich an Körnchen. Es enthält zuweilen Vakuolen; das sind Flüssigkeitstropfen mit einer Abgrenzung.

In das Zytoplasma (Grundplasma) sind besondere Zellorgane eingelagert. Die Plastosomen sind feine Körnchen oder Stäbchen, die als Organe chemischer Synthese aufgefaßt werden und für die wahrscheinlich ist, daß auch sie nur aus ihresgleichen entstehen. In ihrer Nachbarschaft läßt sich ein Gebilde darstellen, das wahrscheinlich aus Hohlräumen besteht und nach seinem Entdecker der GOLGI-Apparat genannt wird. Die Zentrosomen sind kleine Körnchen, oft doppelt (Diplosom) und mit einer Hülle versehen.

Sie entstehen meist aus ihresgleichen, können aber auch vom Grundplasma neu gebildet werden. Dies letztere gilt stets von den *Zellorganen*, von denen die besonderen Bewegungsorgane der Zelle genannt seien, die Myofibrillen, die Geißeln und Wimperhaare.

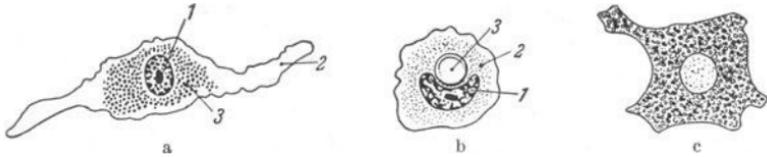


Abb. 5. Zelleinschlüsse. a Histiocyt mit Körnchen aufgenommenen Farbstoffes, b großer Phagozyt mit aufgenommenem roten Blutkörperchen, c Pigmentzelle des Auges. 1 Kern, 2 Zytoplasma, 3 Zelleinschlüsse, bei c Pigmentkörnchen.

*Zelleinschlüsse* sind keine Bestandteile der lebendigen Organisation, sondern verschiedenartige Gebilde, die vorübergehend oder dauernd im Zytoplasma vorhanden sind. Sie können von außen aufgenommen werden, wie die Kohle in den Staubzellen der Lunge, die dann in ortsfesten Zellen des lymphatischen Apparates dauernd abgelagert wird, oder wie die gefressenen und in kolloidalem Zustand aufgenommenen Teilchen in den Zellen des retikulo-endothelialen Apparates (siehe S. 62). Ferner gehören hierher von der Zelle selbst gebildete Speicherstoffe, Stärke in Pflanzenzellen, Fett und Glykogen in tierischen; Krystalle oder die Pigmentkörnchen in den dunkelgefärbten Oberhautzellen und Chromatophoren des Bindegewebes bei Tieren.

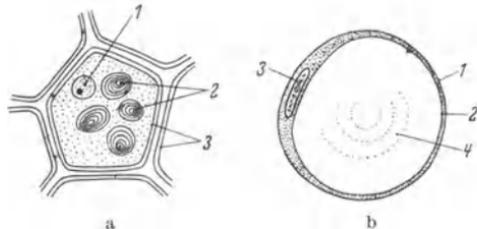


Abb. 6. Zelleinschlüsse, Reservestoffe. a Pflanzenzelle, 1 Kern, 2 Stärkekörner, 3 Zellulosehaut; b Fettzelle, 1 Zellhülle, 2 Zytoplasma, 3 Kern, 4 Fetttropfen.

Alle diese Körper sind meist chemisch wohl definierbare Stoffe, flüssig oder fest, oft von Krystallstruktur. Hierher gehören auch die Hüllen der Zelle, die wichtigste die Zellulosehaut der Pflanzenzelle, von der die Zelle den Namen erhielt. Bei Tieren sind Membranen um die Zellen selten, z. B. das Oolemma der Eizelle. Auch die außerhalb der Zelle befindlichen Skeletsubstanzen der Tiere sind solche Zellprodukte.

Über die Rolle dieser Teile ist zu sagen, daß alles, was geschieht, unmittelbar durch das Zytoplasma, zum Teil durch die

Plastosomen geschieht und ausgeführt wird, so z. B. stets die Bildung der Zellprodukte und die Fortbewegung. Der Kern beeinflusst dabei das Zytoplasma, er ist Sender, das Zytoplasma Empfänger (v. UEXKÜLL), letzteres aber auch der Täter und Vollbringer.

In der Regel tritt bei den höheren Tieren und beim Menschen die Zelle nicht als einzelnes Gebilde in Tätigkeit, sondern zusammen mit vielen gleichartigen Zellen. Solche Vereinigungen sind die Gewebe, die nur aus Zellen bestehen können, oder aber auch große Mengen von Zellprodukten und Zwischenzellmassen enthalten. Hierzu gehören auch die Körperflüssigkeiten. Auch in diesen Zwischensubstanzen ist die kolloidale Zerteilung des Stoffes von größter Bedeutung. Man kann geradezu den Körper, die Organe, die Gewebe, die Zelle als ein Reich der kolloidalen Zustände bezeichnen. Die Mittel, mit denen sie im Bereich der mikroskopischen Dimensionen erforscht werden, sind nur verständlich, wenn man diesen Zustand stets im Auge hat.

### 3. Die Technik der mikroskopischen Untersuchung.

Kleine durchsichtige Teile kann man im lebenden Zustande beobachten. Man bringt sie in eine isotonische (physiologische) Salzlösung; solche sind für den Warmblüter 0,9% Kochsalzlösung, besser ein Salzgemisch, RINGER-Lösung<sup>1</sup>. Die Teile des lebensfrischen Gewebes und der Zelle zeigen nur geringe Brechungsunterschiede gegenüber dem Wasser und untereinander. Durch enge Beleuchtungsbüschel (enge Blende) werden sie deutlicher, das „Brechungsbild“ zeigt auf mäßig hellem Grunde hellere und dunklere Bildbestandteile. Durch besondere Apparate (Dunkelfeldkondensoren), wird eine schräge Beleuchtung erzielt, in der die Teile hell auf dunklem Grunde erscheinen und oft besonders deutlich hervortreten. Ein Gebilde, in dem das Licht keine Strukturen sichtbar macht, heißt optisch leer, dies beruht nicht auf fehlender Struktur, sondern beweist nur das Fehlen von Brechungs- und Absorptionsunterschieden. Ein Bild, das durch Absorption des Lichtes in gefärbten Teilchen zustande kommt, heißt Absorptionsbild, solche Teilchen sind im lebensfrischen Objekt selten.

<sup>1</sup> Die RINGER-Lösung besitzt die Zusammensetzung NaCl 0,6%, KCl 0,02%, CaCl<sub>2</sub> 0,02%, NaHCO<sub>3</sub> 0,025%; in ihr sind die Ionen in der richtigen relativen Menge enthalten.

Die meisten Befunde der Erforschung unseres Körpers werden an gefärbten Dauerpräparaten erhoben. Aus solchen bestehen unsere Sammlungen und der Unterricht bedient sich ihrer mit Vorliebe (Kurse). Hierbei geschieht folgendes:

Das Organstück wird zunächst *fixiert*, durch Einbringen in die Fixierungsflüssigkeit oder durch Injektion dieser in die Arterien an ganzen Organen oder Körpern. Die Fixierungsmittel zerstören immer die kolloidale Struktur der Zellen- und Gewebeteile, indem sie die Eiweißkörper ausfällen, zur Gerinnung bringen. An Stelle der im Leben bestehenden kolloidalen Struktur aus sehr feinen Teilchen entsteht ein Haufenwerk grober Gerinnsel. Diese halten sich im allgemeinen an die Grenzen der Bestandteile der Gewebe und Zellen, so daß diese selbst und in der Zelle ein Teil ihrer Organe als nunmehr feste und weiterer Behandlung zugängliche Körperchen erhalten bleiben, daher: Fixierung. Was sich im Fixierungsmittel löst (Salze usw.), geht in dieses über, wird also entfernt, die Lipide bleiben in der Regel (wässrige Fixierungsmittel) zunächst erhalten. Das Fixationsbild der Zelle ist also nur ein Abglanz der lebenden Organisation und muß durch ein besonderes Studium ausgedeutet werden; in je größere Dimensionsbereiche wir kommen, um so näher ist das Bild der lebenden Organisation, z. B. bei Geweben, bei Organen, bei der Anatomie im ganzen. Der feinere Bau wird nur durch Fixierung ganz lebensfrischer Teile einigermaßen erhalten.

Solche Fixierungsmittel sind: Alkohol, Formaldehyd, Sublimat, Pikrinsäure, meist in Verbindung mit Säuren (Essigsäure) in verschiedenen Lösungen und Kombinationen.

Die *Weiterbehandlung* bringt in der Regel den Gebrauch fettlösender Mittel mit sich, so daß Fette und Lipide entfernt werden, an ihrer Stelle erscheinen dann Höhlungen. Sollen die Fette erhalten bleiben, so müssen solche Mittel vermieden werden, die Aufbewahrung und Untersuchung geschieht z. B. in wässrigen Lösungen (Formol) oder Glycerin.

Zur Erzeugung klarer optischer Unterschiede im Präparat wird dieses *gefärbt*. Die verschiedenen Teile der fixierten (nur dieser) Zellen und Gewebe nehmen aus Lösungen und Gemischen von Farbstoffen die Farben in sehr verschiedener Weise auf und geben sie auch verschieden wieder ab. Darauf beruht die histologische Färbekunst, die Darstellung der verschiedenen Gewebe- und Zellbestandteile durch Färbung. Es werden dabei färberisch differenziert die verschiedenen Elementarteile, Kerne, Zytoplasma,

Bindegewebsfasern, Schleim, Granula bestimmter Zellen und ähnliches, und zwar jeweils alle Elemente derselben Art in gleicher Weise; sie nach ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Organen und Geweben im gleichen Präparat verschieden darzustellen, ist nicht möglich.

Die Farben sind chemisch salzartige Körper mit einem basischen und einem sauren Anteil. Ist der färbende Teil die Basis, spricht man von basischen, ist er die Säure, von sauren Farben. Teilchen, die die basische Farbe an sich ziehen, heißen basophil, solche, die dies mit der sauren tun, azidophil.

*Basische Farben* sind z. B. Methylenblau, Toluidinblau, die Hämatoxylin-, Gallein-, Karmin-Farblacke<sup>1</sup>, das Azokarmin. *Saure Farben* sind z. B. Eosin, Anilinblau, Säurefuchsin, Pikrinsäure. Basophil sind das Chromatin der Kerne, und zwar aller Kerne und stets, so daß alle Kerne im Präparat in gleicher Art gefärbt sind; außerdem nur noch wenige Gebilde wie Schleim, Knorpelgrundsubstanz, bestimmte Zellgranula (Mastzellen des Blutes und Bindegewebes), das Zytoplasma einiger Zellarten (Plasmazellen, Myeloblasten). Azidophil sind die weitaus meisten Bestandteile des fixierten Präparates, jedoch in sehr verschiedener Weise, z. B. das Zytoplasma erwachsener Zellen (daher Plasmafärbung, Plasmafärbstoffe). Besondere Methoden gründen sich darauf, daß nach Vorbehandlung (Beizung) mit Schwermetallsalzen oder Phosphorwolfram- oder Phosphormolybdänsäure einzelne Bestandteile den Farbstoff intensiv an sich ziehen; Beispiel: die Färbung der kollagenen Fasern mit Anilinblau nach Vorbehandlung mit jenen Säuren.

Das Wichtigste bei der Färbung ist die „optische Differenzierung“, d. h. das Herausheben gewisser Bestandteile des Präparates. Der Farbton selbst, ob blau oder rot, ist ohne Belang, ohne Kenntnis der Methode oder des angewandten Farbstoffes kann aus dem Farbton allein nichts geschlossen werden; man kann z. B. Kerne sowohl mit blauem wie mit rotem Farbton herausheben. Die Farbtabelle gibt Beispiele der am meisten gebrauchten Färbungen.

Dauerpräparate werden in Harz eingeschlossen. Das Harz ist meist in Xylol (Dimethylbenzol) gelöst. Damit die Harzlösung das Präparat völlig durchtränken kann, muß alles Wasser herausgezogen werden, dies geschieht durch absoluten Alkohol. Dieser wird dann durch Xylol verdrängt und dann die Harzlösung auf

<sup>1</sup> Farblacke sind Kombinationen der Farben mit Metallsalzen, vor allem Aluminiumsalzen.

das Präparat gebracht, das Deckglas aufgelegt. Solche Präparate trocknen durch Verdunsten des Lösungsmittels des Harzes. In Glycerin oder wässrigen Lösungen eingeschlossene Präparate werden umrandet, daran kann man solche Präparate ohne weiteres erkennen (z. B. Präparate mit Erhaltung des Fettes).

In der Regel werden nicht ganze Häutchen oder ähnliches so präpariert, sondern dünne Schnitte (5—100 Mikromillimeter, Seidenpapierdicke). Nur fixierte Präparate lassen sich schneiden. In der Regel werden die Objekte „eingebettet“, d. h. das Wasser durch ein erstarrendes Medium ersetzt (Paraffin, Zelloidin), der im ganzen erstarrte „Block“ dann auf dem „Mikrotom“ geschnitten. Auch bei der Einbettung ist die Verdrängung des Wassers und sein Ersatz durch fettlösende Mittel notwendig, so daß auch hierbei die Fette gelöst werden. In Wasser befindliche Stücke können auch gefroren werden, wobei man sich der flüssigen Kohlensäure bedient. Hierbei bleiben die Fette erhalten. Gefärbte und in Harz eingeschlossene Mikrotomschnitte bilden die Mehrzahl unserer Sammlungs- und Unterrichtspräparate.

#### 4. Die Zellteilung.

Jedes Wirbeltier beginnt sein Dasein als eine Zelle, als befruchtete Eizelle, die durch die Vereinigung von Spermium und Eizelle entsteht. Der vielzellige Körper mit seinen Geweben und Organen entsteht durch immer wiederholte Teilung dieser ersten Ausgangszelle. Das so entstehende und immer weiter anwachsende Zellmaterial formt sich zu Organanlagen und bildet sich zu Geweben um. Die Größe der Zellen bleibt sich im ganzen gleich, ja im ganzen Reiche der zellig gebauten Tiere und Pflanzen ist die Größe der Zellen und Kerne annähernd dieselbe. Die verschiedene Größe der großen und kleinen Tiere beruht also auf verschiedener Zellenzahl. Auch die Größe der sonstigen Gewebestandteile, z. B. der Bindegewebsfasern ist überall dieselbe.

Einer der wichtigsten Vorgänge im Reiche des Lebendigen ist also die Zellteilung, die Entstehung zweier neuer letzter Autonome (Tochterzellen) aus einem alten (Mutterzelle). Die Zelle verdoppelt sich dabei, die beiden Tochterzellen sind mit der Mutterzelle wesensgleich. Sie wachsen zu deren Größe schnell wieder heran. Die regelrechte überall vorkommende Teilungsart ist die sog. indirekte Kern- und Zellteilung, die „Karyokinese“ oder

„Mitose“. Man kann die nebeneinander herlaufenden Vorgänge am Kern und am Zytoplasma sowie den Aufbau und Abbau des Teilungsapparates unterscheiden. Man gliedert den Vorgang zeitlich in 4 Phasen: Prophase, Metaphase, Anaphase und Telophase.

*Prophase.* Im Kern bilden sich aus dem chromatischen Gerüst die Chromosomen, stark lichtbrechende, im Präparat stark färbbare,

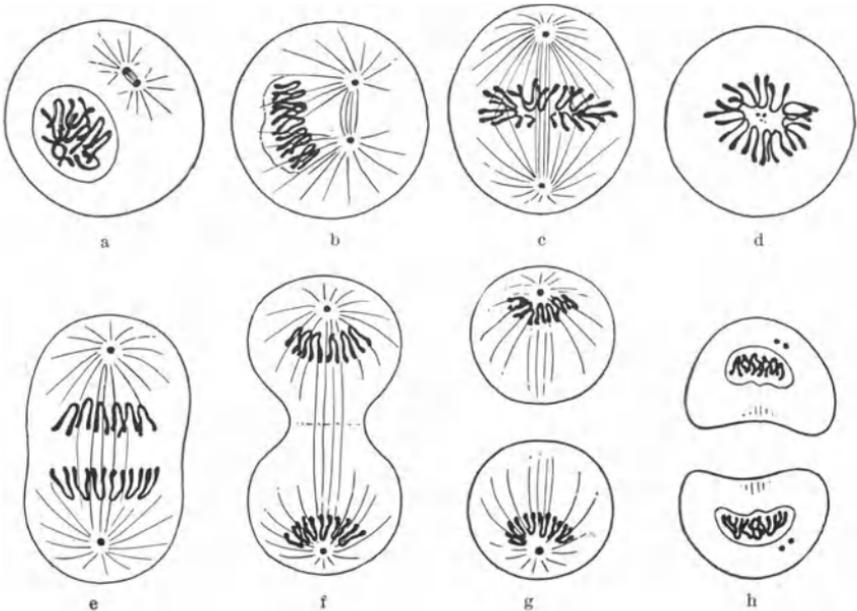


Abb. 7. Mitotische Zellteilung. a, b Prophase, c, d Metaphase, c Ansicht der Äquatorialplatte senkrecht zur Spindel, d parallel der Spindel, e, f Anaphase, g, h Telophase.

meist stäbchen- oder schleifenförmige Gebilde. Der Nukleolus verschwindet, die Kernmembran löst sich auf, die Chromosomen werden aus dem Kernraum frei. Gleichzeitig haben sich die meist schon vorher entstandenen beiden Körnchen des Zentrosoma getrennt. Sie wandern an zwei entgegengesetzte *Pole* der Zelle und zwischen ihnen baut sich der Teilungsapparat oder Spindelapparat auf, bestehend aus Zentralspindel und Zugfasern. Die Zugfasern heften sich von jedem Pol aus, an jedes Chromosoma an. Diese werden anscheinend durch deren Zug in die Mitte der Spindel, rund um die Zentralspindel herum gezogen. Im Zytoplasma ist eine sog. *Strahlung* aufgetreten, die sichtbaren

Teilchen, Körnchen usw. haben sich in Strahlen um die beiden Zentrosomen angeordnet.

*Metaphase.* Am Ende der Prophase ist die wesentliche Aufgabe der Teilung, die Verdoppelung der Zellorganisation erreicht. Alle Bestandteile der Zellteilungsfigur sind in zwei spiegelbildlich gleichen Hälften zu einer Mittelebene, der Äquatorialebene, angeordnet. In dieser Ebene selbst liegen die Chromosomen, die sich in der Regel schon, bevor sie in dieser Stellung angelangt sind, der Länge nach gespalten haben, so daß jede Zugfaser nunmehr an einer der Spaltheilften befestigt ist.

*Anaphase.* Im Stadium der Metaphase verharrt die Zelle einige Zeit. Dann trennen sich die beiden symmetrischen Hälften und wandern unter Verkürzung der Zugfasern gegen die Pole, das Zytoplasma bildet in der Äquatorialebene einen Schnürring und die Zelle schnürt sich hier durch.

*Telophase.* Aus den beiden Teilungszuständen, den Hälften der Symmetriefigur, wird wieder die gewöhnliche Zellorganisation aufgebaut, in der die Zelle ihre Tätigkeiten verrichtet.

Auch nach der Teilung sind die beiden Tochterzellen an der symmetrischen gleichen Anordnung ihrer Bestandteile zu erkennen. Wir erkennen so an der Zelle im ganzen und am Kern zwei Zustände ihrer Organisation, den Arbeitszustand und den Teilungszustand.

Die Zellteilung dauert je nach Temperatur und Tierart 1 bis 3 Stunden, die eigentliche Teilung, die Anaphase, dauert etwa 10 Minuten, man kann also bequem zuschauen.

Die Zahl der Chromosomen ist für jede Tierart konstant. Beim Menschen beträgt sie 48. Diese Zahl kommt mit am häufigsten vor. Sie wird durch den normalen Teilungsvorgang aufrechterhalten, genau gilt der Satz (BOVERI): Es gehen bei der Vorbereitung zur Teilung so viele Chromosomen aus einem Kern hervor, wie am Ende der letzten vorhergehenden Teilung in ihn hineingegangen sind. Dieser Satz ist die wichtigste Grundlage der Anschauung, daß auch im Arbeitskern die Chromosomen als individuelle Gebilde erhalten sind (Individualitätstheorie, BOVERI).

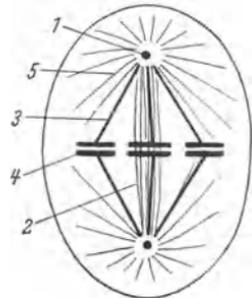


Abb. 8. Metaphase. 1 Zentrosoma, 2 Zentralspindel, 3 Zugfaser, 4 Chromosomen in der Äquatorialplatte angeordnet, geteilt, 5 Zytoplasmastrahlung.

Bei der Befruchtung vereinigen sich der weibliche Vorkern der Eizelle und der männliche Vorkern, der sich nach dem Eintritt des Spermiums in das Zytoplasma der Eizelle aus dem Kopf des Spermiums wieder herstellt. Dieser Kopf entstand aus dem Kern

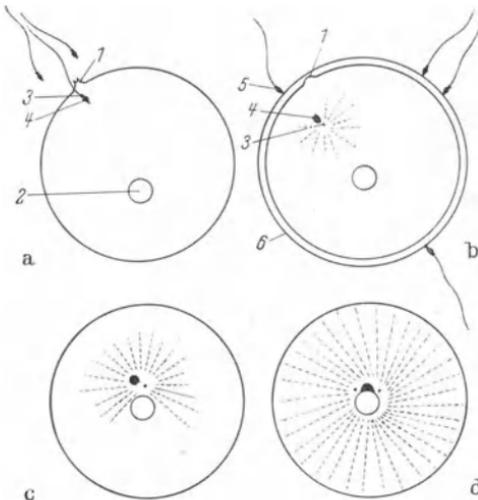


Abb. 9. Befruchtung des Seeigeleies (O. HERTWIG). a Das Spermium dringt in das Ei ein; b der Spermiumkopf verwandelt sich in den männlichen Vorkern; c kurz vor, d kurz nach der Vereinigung der beiden Vorkerne. 1 Empfängnishügel des Zytoplasmas, 2 weiblicher Vorkern, 3 Zentrosoma, 4 Kopf des eingedrungenen Spermiums, 5 nicht eingedrungenes Spermium, 6 Eimembran.

der in das Spermium sich umwandelnden Zelle. Beide zusammen bauen den Urmutterkern aller Zellen des menschlichen Körpers mit seinen 48 Chromosomen auf.

Die Zahl der Chromosomen jeder der beiden Vorkerne ist 24, diese reduzierte oder haploide Zahl entsteht bei der Bildung der sich zum Spermium umbildenden Zelle im Hoden, bei der Eizelle erst unmittelbar vor oder sogar erst nach dem Eindringen des Spermiums durch besonders ablaufende Kernteilungsvorgänge, die Reifungsteilungen. Die Zahl 48 ist die diploide, 24 die haploide

Zahl. Die sog. amitotische Kernteilung, Kern- und Zellzer schnürung ohne Bildung von Chromosomen und Symmetrie figur, kommt nur seltener vor. Ihre Bedeutung und Verbreitung ist umstritten.

Bei der Zellteilung werden wirklich zwei getrennte, lebende autonome Stoffsysteme gebildet. Eine Vermischung von Kern oder Zytoplasma zweier Zellen des Körpers, das wäre eine Kopulation der Protoplasmen, kommt nicht vor. Der Körper ist kein einheitliches protoplasmatisches Stoffsystem. Zellen, die sich durch Fortsätze verbinden, bilden ein Synzytium, auch hierbei bleiben die Protoplasmen getrennt, es werden z. B. bei der inneren Protoplasmabewegung keinerlei Körnchen ausgetauscht. Plasmodien sind große Zytoplasmasysteme mit zahlreichen Kernen,

z. B. die quergestreiften Muskelfasern. Man muß also den zelligen Bau, Aufteilung des Körpers in zahlreiche Einzelautonome, die Zellen, vom nichtzelligen Bau unterscheiden, bei dem die Zytoplasmamasse ein einheitliches Stoffsystem bleibt. Dies sind die nichtzelligen Organismen, die in der Tierwelt stets nur sehr klein sind, sehr kleine entsprechen *einer* Zelle und man nennt sie deshalb auch **Einzellige**.

### 5. Die allgemeinen Lebenserscheinungen.

Als allgemeine Lebenserscheinungen werden die Vorgänge bezeichnet, die an jedem lebenden Wesen zu beobachten sind und die auch die letzten Autonome, die Zellen, grundsätzlich erkennen lassen. Es sind die verschiedenen Seiten eines einheitlichen Ablaufes, eben des Lebens.

Als allgemeine *Lebensbedingungen* werden die notwendigen Existenzbedingungen des Protoplasmas bezeichnet. Dessen kolloidaler Zustand und chemischer Aufbau bindet das Leben an einen schmalen Bereich kosmischer Faktoren. Es muß Wasser vorhanden sein, dieses muß bestimmte Ionen enthalten, dabei gelten obere und untere Grenzen der Konzentration; die Temperatur von 70° kann nur von wenigen Organismen überschritten werden, nach unten hin hört die Möglichkeit des Lebensablaufes ebenfalls bald unter 0° auf; Sauerstoff muß in der Regel vorhanden sein, ebenso eine Nahrungsquelle und die Möglichkeit, sich von den Abfallstoffen zu befreien. Die Existenz, das Leben des Protoplasmas, ist gebunden an den ununterbrochenen Ablauf der *Lebensvorgänge*.

Sind diese Dinge in der für das betreffende Protoplasma artgemäßen, zum mindesten nicht schädigenden Weise gegeben, so kann es leben und ist an den Zusammenhang der Körperteile und Gewebe nicht gebunden. Die Technik, Gewebe und Zellen des Tierkörpers außerhalb dieses zu halten, nennt man „*Gewebekultur*“. Auch hierbei tritt die lebende Substanz nur in der Organisationsform der Zelle auf. Doch sind nur Gewebe, d. h. Zellverbände zum Weiterleben und -wachsen zu bringen. Auch ist es nicht möglich, dabei von einer einzelnen Gewebezelle auszugehen. Solche Gewebekulturen können praktisch beliebig lange fortgezüchtet werden.

Unter Lebenserscheinungen sind zunächst vier Arten von Vorgängen herauszuheben.

a) **Stoff- und Energiewechsel.** Ein ständiger Stoffstrom geht durch das lebende System hindurch, mit ihm beim Tier ein Energiestrom, während die Pflanzen freie Energie in der Form des Sonnenlichtes aufnehmen. Das Schema faßt die Vorgänge zusammen. Der Stoff- und Energiewechsel ist die Basis aller übrigen Lebensvorgänge, nur solange dieser möglich ist, sind auch andere Lebenserscheinungen zu beobachten. Am mikroskopischen Bilde der

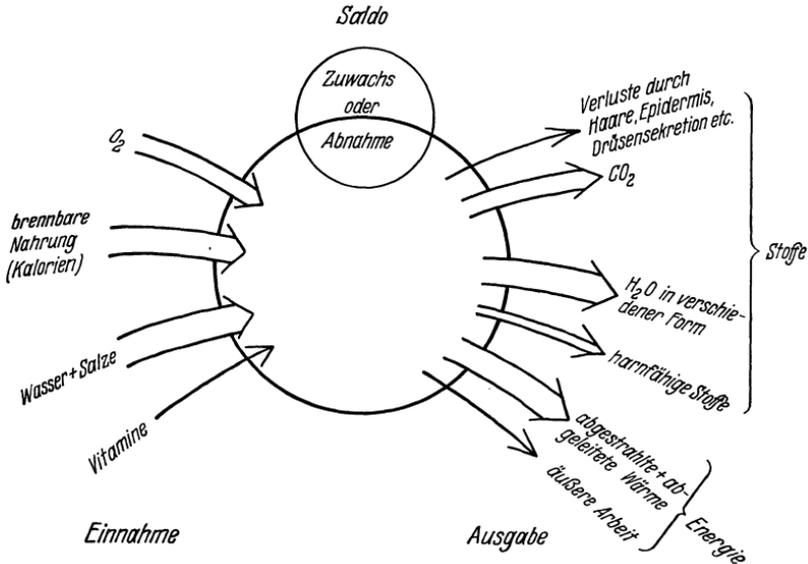


Abb. 10. Stoffwechselschema.

Zelle und Gewebe werden Stoff- und Energiewechsel in der Regel nicht sichtbar.

b) **Wachstum und Fortpflanzung.** In dem Schema der Stoffwechselbilanz ist ein „Saldo“ angedeutet, das entweder ein Zuwachs oder eine Abnahme der lebenden Substanz ist. Im ersteren Fall ist es der sichtbare Erfolg des *Baustoffwechsels*, der stets einen kleineren Stoffumsatz hat als der *Betriebsstoffwechsel*. Dieser Zuwachs ist dann *echtes Wachstum*, wenn er nicht nur eine Einlagerung von Wasser oder Reservestoffen in den Zellen bedeutet, sondern Vermehrung des Protoplasmas, der lebenden Substanz selbst. Es ist immer organisierendes Wachstum, Aufbau der Zellorganisation, Vermehrung der Zellen durch Teilung, Vermehrung und Neuentstehung von Geweben. Der immer wiederkehrende Vorgang ist die Zellteilung, diese also der sichtbare

Ausdruck von Wachstumsvorgängen in den Präparaten von Geweben und Organen.

Bei vielen Geweben, Epithelien, blutbildenden Geweben werden fortwährend Zellen verbraucht und abgestoßen, neue treten an ihre Stelle, die durch Zellteilung aus den vorhandenen entstehen. Solche Gewebe zeigen einen Bestand meist allein sich vermehrender Zellen, ein Keimlager, dessen Wachstum also der Erhaltung des

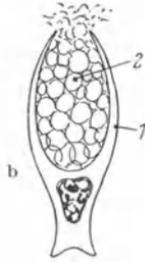
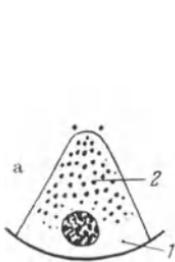


Abb. 11. Sekretion. a seröse, b muköse Drüsenzelle, 1 Zytoplasma, 2 Sekret.

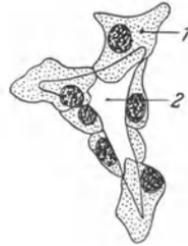
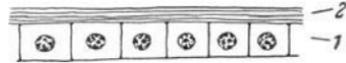


Abb. 12. Bildung einer Kalknadel vom Seeigel. 1 Bildnerzellen, 2 geformtes Sekret, die Nadel.

Gewebebestandes dient. Grundsätzlich unterscheidet sich auch die Fortpflanzung nicht von diesen Vorgängen. Die Fortpflanzungszellen entstehen im Zuge des Wachstums und inmitten der Zellvermehrung des vielzelligen Organismus und werden dann zu selbständigem Leben aus diesem abgegliedert.



Die Lebenserscheinung des Wachstums und der Fortpflanzung werden von dem Satze: omne vivum

Abb. 13. Bildung einer Kutikula durch Epithelzellen. 1 Epithel, 2 Kutikula.

e vivo beherrscht, daß lebendes Protoplasma nur aus lebendem Protoplasma gleicher Art entsteht. Das vorhandene Leben zieht den Stoff in sich hinein aus seiner Umwelt und organisiert ihn zum Glied seines Stoffsystems. Leben springt nicht von Stoff zu Stoff, wie das Feuer, das man gern mit ihm vergleicht, breitet sich auch nicht in irgendeiner Stoffmenge aus, sondern Molekül für Molekül wird aus seinem bisherigen Zusammenhang herausgelöst und dem Leben eingegliedert und dienstbar gemacht.

c) **Aufbau, Synthese, Sekretion.** In jedem lebenden System werden auch Wirkstoffe und Teile verschiedener Art aufgebaut, die nicht Protoplasma sind. Diese Gebilde wirken entweder nur durch ihre chemische Natur oder durch diese und die besondere

Form, in die sie gegossen werden. Solche Gebilde nennt man Sekrete, ihre Bildung Sekretion, die also auch eine allgemeine Lebenserscheinung ist. *Ungeformte*, chemisch wirkende Sekrete sind die von den Drüsen gebildeten Flüssigkeiten, die z. B. der Verdauung durch die in ihnen enthaltenen Fermente dienen, oder als Gleitstoffe wie der Schleim.

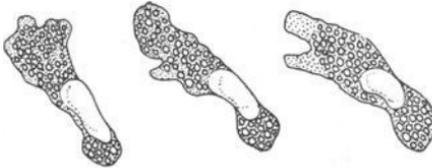


Abb. 14. Amöboide Bewegung eines weißen Blutkörperchens (Frosch) in drei von links nach rechts aufeinander folgenden Stadien.

*Geformte* Sekrete sind die mechanischen Hilfsmittel des Lebens, die Stütz-, Skelet- und Gerüststoffe, wie der kohlensaure Kalk und das Chitin bei wirbellosen Tieren, wie die kollagenen und elastischen Fasern, die Knochen-

und die Knorpelgrundsubstanz und das Horn bei den Wirbeltieren. Auch die Reservestoffe, die Stärke der Pflanzen, Fett und Glykogen der Tiere gehören hierher, sie werden durch chemische Synthese erzeugt und meist in Zellen abgelagert.

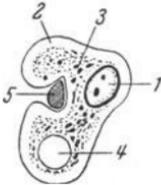


Abb. 15. Aufnahme einer Algenzelle durch eine Amöbe vermittelt amöboider Bewegung. 1 Kern, 2 Ektoplasma, 3 Endoplasma, 4 Vakuole, 5 Nahrung.

d) **Bewegung.** Die allgemein verbreitete Form der Bewegung ist die *Protoplasma-bewegung*, insbesondere in der Form der amöboiden Bewegung einzelner Zellen. Das kennzeichnende Beispiel sind die Wanderzellen des Blutes und des Bindegewebes. Alle embryonalen Zellen sind amöboider Bewegung fähig, ebenso zahlreiche anscheinend ortsfeste Zellen des erwachsenen Körpers, z. B. in der Gewebekultur. Anscheinend führen, wie solche Kulturen zeigen, viele Zellen des Körpers langsame amöboide Bewegung aus, die erst die Zeitrafferaufnahmen deutlich machen. In den Epithelien herrscht dauernd eine langsame Bewegung der Elemente gegeneinander; alle Formbildung beruht auf solchen Ortsveränderungen der den sich formenden Gewebeverband zusammensetzenden Zellen, Gestaltungsbewegungen. Aktiv ist dabei allein das Zytoplasma, der Kern wird passiv mitgenommen. Die Bewegung zeigt ein Fließen des Zellinhaltes in der Ektoplasmahülle.

Die *Protoplasmaströmung* ist eine Bewegung in der Zelle ohne deren Ortsveränderung. Am deutlichsten ist sie bei Pflanzen, sie

rührt gleichsam das Zytoplasma in kreisender Bewegung innerhalb einer Ektoplasmahülle durcheinander. Bei tierischen Zellen geht diese Bewegung wohl so langsam vor sich, daß nur der Zeitraffer sie enthüllt. In Gewebekulturen wird sie als „Körnchenwanderung“ beobachtet. Auch diese Bewegung zeigt, daß die Zelle ein in sich geschlossenes Protoplasmasystem ist, die Protoplasmen von Nachbarzellen vermischen sich nicht. Solches Ineinanderfließen der Zellautonome kommt nur bei der Kopulation vor, bei der auch zum Teil die äußere, stets die innere amöboide Bewegung das Bewegungsmittel abgibt.

Die *Flimmerbewegung* wird mit den S. 5 genannten Flimmer- oder Wimperhaaren ausgeführt. Einzelhaare heißen Geißeln, z. B. der Schwanz des Spermiums. Die Haare sind als Fortsätze auf Epithelzellen angeordnet, sie schlagen in regelmäßigem Zusammenspiel in schnellem Schläge und langsamer Wiederaufrichtung. Die Schlagfolge ist zeitlich über das Flimmerfeld genau geregelt, so daß eine einheitliche Wirkung, z. B. Bewegung einer dünnen Schleimschicht zustande kommt. Solche Flimmerfelder finden sich beim Menschen vor allem in den Luftwegen.

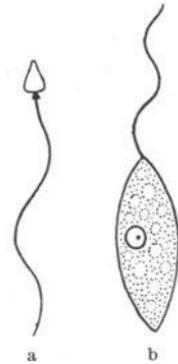


Abb. 16. Geißelbewegung. a Spermium des Menschen, b Geißeltierchen (Euglena).



Abb. 17. Wimperbewegung.

Das Zellorgan der Muskelbewegung ist die Myofibrille (Muskelsäulchen s. S. 40). Alle Bewegungen der Körperteile des Menschen gegeneinander und alle Ortsveränderungen beruhen auf dieser Bewegungsform. Die Myofibrille geht dabei ohne Volumänderung, unter Entwicklung einer Spannung, die äußere Widerstände überwinden kann, aus einem dünneren und längeren in einen kürzeren und dickeren Zustand über. Diese Bewegung nimmt das ganze protoplasmatische Gebilde, Zelle, Muskelfaser mit, auch die Hülle, das ganze Gewebe und Organ. Auch das Volumen des ganzen sich bewegenden Teiles ändert sich nicht.

Zu diesen vier Lebenserscheinungen kommen noch zwei weitere, die sich auf die Art beziehen, in der jene ablaufen und die recht

eigentlich das Leben als solches kennzeichnen: Reizbarkeit und Regulation.

*Reizbarkeit* ist die Eigentümlichkeit lebender Systeme, auf äußere Einflüsse zu „antworten“, d. h. sich in einer Weise zu verändern, die in allen wesentlichen Eigenschaften vom lebenden System aus bestimmt wird und nur zum kleinsten Teil vom Reiz.

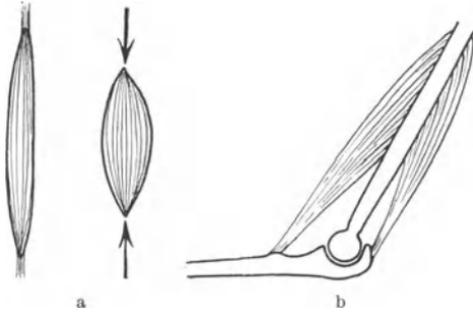


Abb. 18. Muskelbewegung. a Kontraktion des Muskels, b Anordnung am Hebelskelet.

Die Antwort besteht in jenen vier allgemeinen Lebenserscheinungen, sei es, daß diese erst auftreten (Bewegung, Sekretion) oder sich ändern. Hierbei gilt JOH. MÜLLERS Gesetz von der „spezifischen Energie“,

daß jedes lebende System durch die besondere Art seiner Antwort ausgezeichnet sei, der Muskel z. B. durch seine Kontraktion. Dieses Gesetz gilt für alles lebende Geschehen. Wenn ein lebender Organismus durch von außen kommende Einflüsse zu produktiver Leistung, Wachstum, Formbildung, Sekretion, Bewegung veranlaßt wird, so macht er das stets auf seine Art. Das kennzeichnende Beispiel ist die Ausbildung der Geschlechtsmerkmale, deren Bildung durch

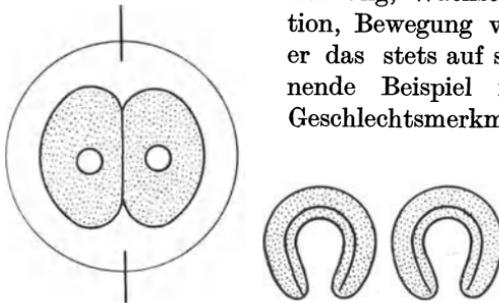


Abb. 19. Regulation, künstliche Teilung eines Eies auf dem 2-Zellenstadium, daraus entstehen 2 Becherlarven.

ein inneres Sekret hervorgerufen wird, ein Hormon, einen kristallisierbaren, chemisch definierten Stoff, der auch, wie ein Arzneimittel von außen herangebracht, dieselbe Wirkung

tut. Der Organismus produziert dabei stets *seine* Geschlechtsmerkmale, der Hirsch sein Geweih, der Molch sein Farbenkleid usw. Das gilt für alles Geschehen im Bereiche der Reizbarkeit.

*Regulation* ist Wiederherstellung des Körpergefüges und der Funktionen. Alles Lebendige hat sein ihm angeborenes Lebens-

schicksal in Gestalt und Lebenslauf, seine Lebensmelodie (K. E. v. BAER) oder Lebensplan, den man auch als eine zu erfüllende Aufgabe in der Lebensgemeinschaft (Biocoenose) hinstellen kann, in die jedes Lebewesen eingeordnet ist. Der Ablauf des Lebens von der Formbildung des Embryos bis zu allen Leistungen, wie Nahrungsbeschaffung, Fortpflanzung, Brutpflege usw., ist ebenso Bestandteil des erblichen Artbildes, wie Gestalt und Bau des Körpers. Dieses sein arteigenes Leben von Station zu Station zu vollziehen, seine Lebensmelodie oder -symphonie von Satz zu Satz bis zum Ende durchzuspielen, strebt das Lebewesen mit allen Kräften an. Das ist der sachliche Inhalt dessen, was K. E. v. BAER die „Zielstrebigkeit“ der Organismen nannte. Auch auf Umwegen kommt dabei das Leben zum Ziel: Das Ziel ist sicherer als der Weg (WILH. ROUX). Auch nach Störungen biegen alle Lebensabläufe, soweit sie können, stets wieder in den Lebensweg ihrer Art ein. Ein Beispiel ist die Regulation des Körpergefüges z. B. bei dem sich entwickelnden Ei; auch aus einem Teil der Furchungszellen, ja aus einer einzigen, stellt sich ein ganzer Embryo her. In der Reizbarkeit und in der Regulation zeigt sich die Autonomie des Lebendigen.

## II. Die Gewebe.

### 1. Die Gewebe als Baumaterial des Körpers.

Das *Baumaterial* für die Organe unseres Körpers sind nicht unmittelbar die Zellen, sondern Verbände von Zellen und Zellprodukten, die *Gewebe*, die in gleicher und ähnlicher Form in den verschiedenen Organen wiederkehren und die in der Histologie oder Gewebelehre behandelt werden. Die mikroskopische Anatomie oder Feinbaulehre der Organe untersucht dann deren Aufbau aus den verschiedenen Arten von Geweben.

So tritt uns bei den Lebensleistungen des Körpers nicht unmittelbar die Zelle entgegen, sondern das Gewebe. Das gilt sowohl für die *Bauleistungen*, wie für die *Betriebsleistungen*. Die ersteren umfassen Aufbau, Erhaltung und Wiederherstellung des Körpergefüges. Schon im ersten Aufbau von der Keimblattbildung an haben wir es nicht mehr mit Einzelzellen zu tun, sondern mit Zellverbänden, die sich einheitlich bewegen, verlagern und gestalten. Auch die Bauleistungen des späteren Lebens, z. B. die Heilung äußerer Wunden oder die von Knochenbrüchen gehen von den

verschiedenartigen Geweben aus. Die Betriebsleistungen, das sind die besonderen Tätigkeiten, die die Organe ausüben, sind an besondere und verschiedengestaltete Gewebe gebunden. So treten uns beim Studium des Körpergefüges und seines Lebens immer zuerst die *Gewebe* entgegen, und erst wenn wir diese genauer studieren, das besondere Leben in ihnen und ihr Gefüge untersuchen, stoßen wir auf die letzten Einheiten des Lebens, die Zellen.

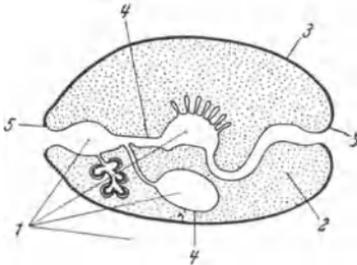


Abb. 20. Schema eines Gewebetieres.  
1 Außenwelt, 2 Innenwelt (Stoffsystem des Körpers, „Milieu interne“), 3 äußere Oberfläche, 4 innere Oberfläche, 5 Epithelgrenze zwischen 3 und 4.

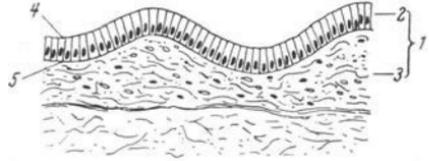


Abb. 21. Schema einer Haut oder Schleimhaut. 1 Haut, bestehend aus 2 Epithel, 3 Stratum proprium, 4 freie Oberfläche, 5 Basis des Epithels.

Wir unterscheiden vier große Gruppen von Geweben: die *Epithelien*, die *Stütz- und Bindegewebe*, das *Muskelgewebe* und das *Nervengewebe*. Die letzten beiden Arten kennzeichnen das tierische Leben: animale Gewebe; die beiden anderen werden als vegetative Gewebe bezeichnet.

## 2. Epithel- und Drüsengewebe.

*Epithelien* sind flächenhafte Zellverbände, die nur aus Zellen bestehen. Diese finden sich an allen *Oberflächen*. Alle Oberflächen des Körpers sind von einer lückenlosen Epitheldecke überkleidet. Deren Durchbrechung ist die Wunde.

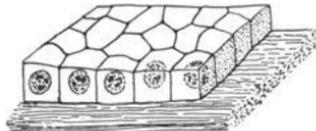


Abb. 22. Kubisches Epithel auf der bindegewebigen Unterlage, schematisches Raumbild.

Der Körper besteht aus einer Gewebemasse zwischen der äußeren Oberfläche der Haut und der inneren des Darmes. Nur was zwischen diesen beiden Oberflächen sich befindet, gehört zum Stoffsystem des Körpers, nur hier befindliche Stoffteilchen — Atome, Ionen, Moleküle — können am lebendigen Getriebe teilnehmen (Milieu interne). Was jenseits dieser Oberflächen ist, gehört zur Außenwelt, ist nicht dem Körper „einverleibt“, was

diesseits liegt, gehört zur Innenwelt. Das ist die Bedeutung von Innen und Außen am Körper.

Die Epithelien bilden die Oberfläche und den einen Teil einer *Haut* oder *Schleimhaut*, deren anderer Teil aus Bindegewebe besteht; beide Teile sind eine biologische und funktionelle Einheit; die Bauleistungen aber bleiben getrennt; Epithel wird nur vom Epithel, Bindegewebe nur von diesem geliefert oder ergänzt.

Die Leistung des Epithels ist also eine *Oberflächenfunktion*. Es bildet die Stoffschranke und überwacht und vollzieht den Stoffverkehr zwischen Außen und Innen; Aufnahme (Resorption), Ausscheidung (Sekretion und Exkretion), völliger Abschluß. Der Epitheldefekt, die Wunde ermöglicht also den unkontrollierten Verkehr zwischen Außen und Innen, gibt das Innere z. B. dem Eindringen von Bakterien frei. Soll das vom Epithel ausgeübte Aufnahmeverfahren für einen Stoff umgangen werden, so wird das Epithel durchstoßen und z. B. eine Lösung unmittelbar ins Milieu interne eingespritzt (parenterale Einverleibung). Die Wunde ist geheilt, wenn die Epitheldecke wiederhergestellt ist.

Auch die Reize müssen die epithelbedeckte Oberfläche durchschreiten, auch die mechanische Bearbeitung der Umwelt bedient sich des Epithels oder seines Produktes (z. B. Nägel, Zähne).

Unter den *Formen des Epithels* ist das einschichtige Epithel die einfachste. Dickere Epithelien mit hohen Einzelzellen heißen Zylinder-, dünnere mit niederen Zellen kubische Epithelien. Ganz flache Zellen, einschichtiges Plattenepithel, kommt nur ausnahmsweise an inneren Oberflächen vor (Lunge s. S. 131), als Endothel und Mesothel kleiden solche Zellschichten die Binnenräume aus (s. S. 29).

*Einschichtiges Zylinderepithel* kommt z. B. in der Gallenblase vor, in Drüsenausführungsgängen, hier finden sich dann alle Übergänge zu kubischen Epithelien. Im Darm kommt ein einschichtiges

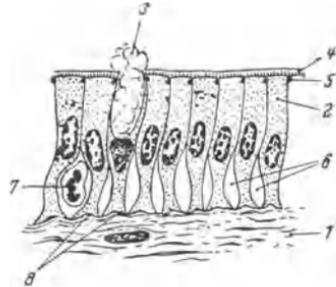


Abb. 23. Zylinderepithel (des Dünndarmes). 1 Stratum proprium, 2 Zylinderzellen, 3 Becherzelle, 4 Kutikularsaum, 5 Schlußleisten, 6 Zwischenzelllücken, 7 weißes Blutkörperchen darin, 8 Basalfüßchen.



Abb. 24. Zylinderzelle aus Abb. 23 mit dem Ende im Schlußleistennetz steckend.

Zylinderepithel mit besonderer Oberflächenstruktur (Kutikularsaum) vor. Die meisten Zylinderepithelien enthalten eine zweite Zellform, die Becherzellen.

An jedem Epithel unterscheidet man die freie Oberfläche von der Basis, letztere verbindet sich meistens durch Basalfüßchen mit dem bindegewebigen Teil der „Haut“,

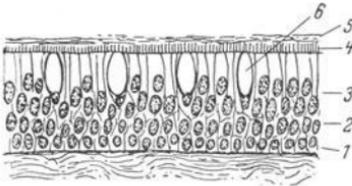


Abb. 25. Mehrreihiges Zylinderflimmerepithel mit Becherzellen. 1 Basalzellen (Keimschicht), 2 mittlere (Ersatz-) Schicht, 3 Oberflächen- (Zylinderepithel-) Schicht, 4 Flimmerhaare, 5 Schleimbedeckung, 6 Becherzelle.

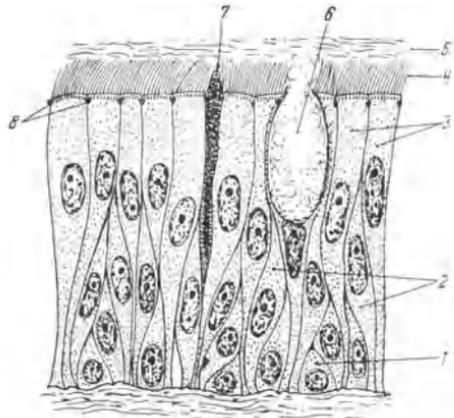


Abb. 26. Die Anordnung der Zellen im Flimmerzylinderepithel. 1-6 wie bei Abb. 25, 7 abgestorbene, vor der Abstoßung stehende Zelle, 8 Schlußleisten.

deren einer Teil das Epithel ist. Die freie Oberfläche ist stets völlig geschlossen, ein Schlußleistennetz zwischen den Zellköpfen

sorgt für den völligen Abschluß der feinen Spalträume zwischen den Zellen. Gegen die Basis treten meist größere Zwischenräume auf (Zwischenzelllücken), die mit den Spalten im Bindegewebe kommunizieren. Die Zellen der Oberfläche werden in der Regel verbraucht und von besonderen Stellen her ersetzt. Bei den einschichtigen Epithelien des Darmes z. B. sind dies die Krypten (s. S. 25),

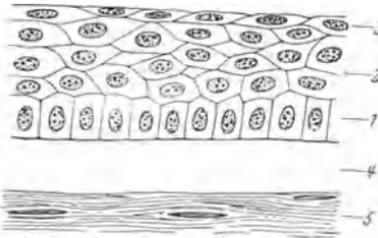


Abb. 27. Mehrschichtiges Plattenepithel (Hornhaut des Auges). 1 Keimschicht, 2 Mittelschicht, 3 Hornschicht, 4 Basalmembran, 5 Bindegewebe der Hornhaut.

bei vielen Epithelformen besondere Zellen an der Basis. Dies führt zu den *mehrröhigen* und *mehrschichtigen* Epithelien.

*Mehrröhige Epithelien* zeigen mehrere Reihen von Kernen, alle Zellen erreichen die Basis, zahlreiche jedoch nicht die Oberfläche, diese letzten sind die Ersatzzellen, die tiefsten teilen sich

und bilden ein Keimlager. Solche Epithelien bilden als Zylinderflimmerepithel das typische Epithel der größeren Luftwege.

*Mehrschichtige Epithelien* sind solche, an denen jeweils nur eine Reihe Zellen die Basis und die Oberfläche erreicht. Echtes geschichtetes Zylinderepithel ist selten (z. B. Conjunctiva palpebrae).

*Plattenepithel* mit verhornter Oberfläche findet sich überall, wo die Oberfläche mechanisch stark beansprucht ist. An der Basis finden sich zylindrische Zellen, diese allein vermehren sich, darüber schichten sich kubische Zellen; in beiden Lagen sind die Zellen protoplasmatisch und lebendig, Keimschicht (*Stratum germinativum*), auch Schleimschicht genannt. Gegen die Oberfläche sterben die Zellen unter Bildung von Horn ab, sie werden platt und die Oberfläche ist von Hornschüppchen bedeckt, die ständig erneuert werden. Weiche Formen dieses Epithels zeigen keine scharfe

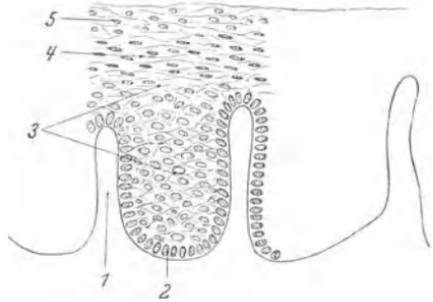


Abb. 28. Dickes, weiches, geschichtetes Plattenepithel (Speiseröhre) mit bindegewebigen Papillen. 1 Papille, 2 zylindrische Basalschicht, eigentliche Vermehrungsschicht, 3 Schicht der polyedrischen Zellen, 2. und 3. als *Stratum germinativum* zusammengefaßt, 4 Umwandlungsschicht, 5 Hornschicht.

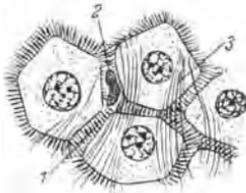


Abb. 29. Stachelzellen aus der Schicht kubischer Zellen eines geschichteten Plattenepithels bei starker Vergrößerung. 1 Zwischenzelllücken und -brücken, 2 Wanderzelle darin, 3 Epithelfaserung.

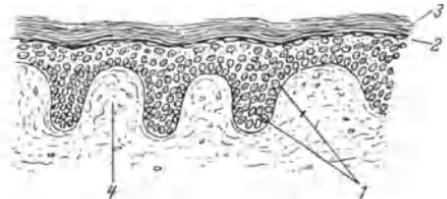


Abb. 30. Dünnnes, hartes, geschichtetes Plattenepithel (Oberhaut, z. B. am Arm). 1 *Stratum germinativum*, zylindrische Basal- und kubische Zellen, 2 *Stratum granulosum*, 3 *Stratum corneum*, 4 Papillen.

Grenze zwischen Horn- und Keimschicht, sie sind dick und kleiden Hohlräume aus, z. B. Mundhöhle; sie werden stets feucht gehalten, wie die Hornhaut des Auges. An dem harten Epithel der Haut ist die Hornschicht scharf abgesetzt, außer an Hand und Fußsohle ist dieses Epithel viel dünner als die weiche Form, sie wird eingefettet. Die Basalfläche beider Arten zeigt in der Regel binde-

gewebige Papillen, die Blutgefäße führen, der Ernährung dienen und die Keimschichten aufteilen.

Eine besondere *Epithelform* ist die *der Harnwege*. Eine Basalschicht wird von großen oft zweikernigen Zellen bedeckt. In gedehntem und nichtgedehntem Zustande sieht dieses Epithel sehr verschieden aus.

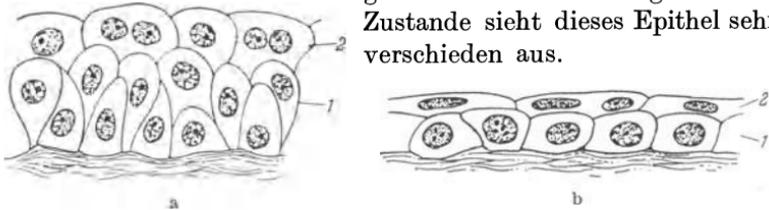


Abb. 31. Harnblasenepithel. a Zusammengeschoben, b gedehnt. 1 Basalzellen, 2 Deckzellen.

Besondere Formen von Epithelien dienen ferner der Aufnahme von Reizen, *Sinnesepithelien*. Das Organ dazu ist ein Fortsatz, Sinnesstift, an der freien Oberfläche. An der Basis geht die leitende

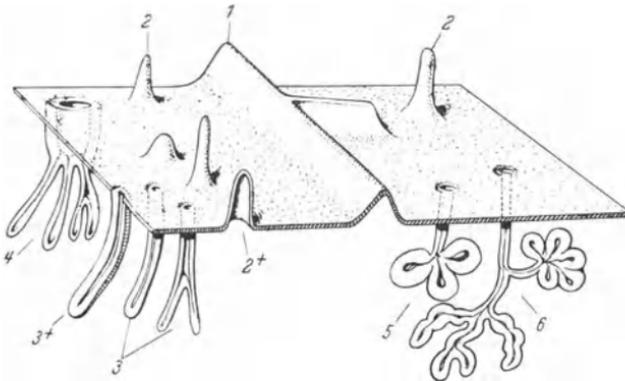


Abb. 32. Epithelplatte mit Oberflächenvermehrung; Schema. 1 Falte, 2 Zotten, 2+ im Durchschnitt, 3 tubulöse Drüsen, 3+ im Durchschnitt, 4 Krypte mit einmündenden tubulösen Drüsen, 5 azinöse Drüse, 6 zusammengesetzte Drüse.

Nervenfasern entweder unmittelbar von der Sinneszelle ab (Riechepithel, Sehzellen), oder sie tritt mit dem rezeptorischen Ende eines Fortsatzes einer Ganglienzelle (Neurit) in Verbindung (Geschmacksknospen, Sinnesepithelien des Labyrinths).

Der Verstärkung der Oberflächenfunktion dient die *Oberflächenvermehrung*, z. B. durch Falten und Zotten einer Schleimhaut. Dient das Epithel der Produktion von Stoffen (Drüsen), so wird es von der Oberfläche fort in die Tiefe verlagert. So entstehen

*Drüsen* mit Ausführungsgang, exokrine Drüsen, einfache oder verzweigte Kanalsysteme, deren Wand ein lückenloses Epithel ist, deren Lichtung mit der Oberfläche durch den Ausführungsgang mit *der* Stelle in Verbindung steht, von wo die Drüse auswuchs. Kleine Drüsen liegen im Bindegewebe der Schleimhaut, große bilden umfangreiche Organe, deren Ausführungsgang die Oberfläche erreicht. Drüsen ohne Ausführungsgang, endokrine Drüsen, werden völlig von der Oberfläche abgelöst und bilden dann irgendwo im Innern des Körpers epitheliale Gewebekörper; das Sekret wird durch Blut und Lymphe abgeführt.

Die einfachste Form von Drüsen sind die Becherzellen, Drüsenzellen, die in das Oberflächenepithel eingestreut sind. Kleine Vertiefungen und Schläuche heißen Krypten, zumal wenn sie dasselbe Epithel führen wie die Oberfläche. In solche Krypten können dann wieder einfache oder verzweigte Schläuche (Tubuli) münden, wie am Magen. An verzweigten größeren Gangsystemen wird der Ausführungsgang als besonderer Teil unterscheidbar und oft in verschieden ausgebildete Strecken gegliedert; die Sekretbereitung fällt dann den *sezernierenden Endstücken* zu, die sehr verschiedene Formen haben können, Beeren, Säckchen oder kurze Schläuche, azinöse, alveoläre, tubulöse Drüsen mit Übergangsformen.

Der Drüsenkörper ist gegliedert in Lappen und Läppchen, die von den sezernierenden Endstücken erfüllt sind. So kommt ein Maximum von sezernierendem Gewebe bei einem Minimum an Wegen zustande, die Läppchen sind durch bindegewebige Septen getrennt, so ist das Ganze formbar und verschieblich; eine besondere Kapsel ist meist *nicht* vorhanden.

Die verschiedene Art des Sekretes wird am Bau der Endstücke sichtbar: *Muköse Drüsen* zeigen weite Lichtungen, ihr Sekret ist Schleim, der die Zellen in Form großer Körner erfüllt und bei

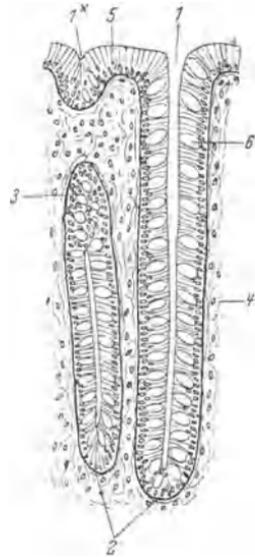


Abb. 33. Tubulöse Drüse aus dem Dickdarm. 1 Mündung des Schlauches, 1× dasselbe angeschnitten, 2 Drüsen Schlauch, mediandurchschnitt, 3 Flachschnitt der Wand des Schlauches, 4 Zwischenbindegewebe (Stratum proprium), 5 Oberflächenepithel, 6 Becherzelle.

Berührung mit Wasser, im Leben also beim Ausstoßen an die Oberfläche oder in den Ausführungsgang zu der bekannten fadenziehenden kolloidalen Lösung verquillt. Der Kern liegt an der basalen Seite der Zelle. *Seröse*<sup>1</sup> *Drüsen* zeigen enge Lichtungen mit Seitenästchen (zwischenzellige Sekretkapillaren), die runden Kerne liegen in der Mitte der Zellen, oft sind Sekretkörnchen sichtbar. Seröse und muköse Drüsen finden sich an den inneren Ober-

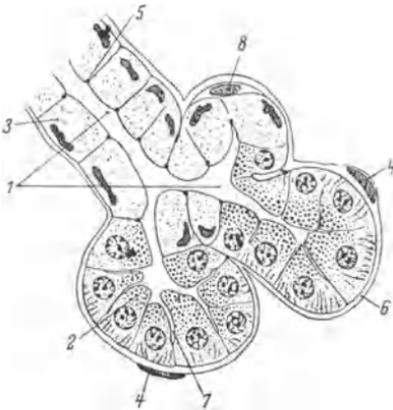


Abb. 34. Kombiniertes, sero-muköses Endstück einer Speicheldrüse. 1 Lichtung des Schlauches, 2 seröse Zellen, 3 muköse Zellen, 4 Bindegewebszellen, 5 Schlußbleisten, 6 Basalmembran, 7 zwischenzellige Sekretkapillare, 8 Muskelzelle (Korbzelle).

flächen (Darmsystem, Atmungsorgane; auch die Tränendrüse gehört zu dieser Gruppe). An der äußeren Haut gibt es noch andere Formen, die nicht jenen Gruppen zugeteilt werden können: Die Schweißdrüsen mit eiweißfreiem Sekret, die Talgdrüsen, bei denen die Zellen nicht fortlaufend Sekret bilden, sondern bei der Ausbildung des Hauttalges in der Zelle als Ganzes zugrunde gehen und abgestoßen werden. Drüsen, die auf diese Weise ihr Sekret bereiten, werden auch als holokrine Drüsen bezeichnet. Der Ausdruck „merokrin“ für die, unter Erhaltung der Zelle, fortlaufend

die aufgenommenen Stoffe zu Sekret verarbeitenden und ausstoßenden Drüsen ist irreführend und überflüssig. Die Milchdrüse bildet eine Drüsenart für sich, sie liefert unter Erhaltung ihrer Zellen die Bestandteile der Milch, als Eiweiß und Fett (s. auch bei Haut).

Bei den *endokrinen Drüsen* handelt es sich im typischen Falle um eine von kapillaren Bluträumen durchzogene Epithelmasse, so daß eine sehr innige Berührung zwischen dem Blut und dem Epithel zustande kommt (s. S. 132).

### 3. Stütz- und Bindegewebe.

Auf einem gewissen Stadium besteht der Embryo aus Organanlagen, das sind voneinander getrennte Zellmassen. Zu diesen

<sup>1</sup> Serum heißt in der Sprache der Medizin jede eiweißhaltige Flüssigkeit. Die serösen Drüsen sind stets auch Fermentdrüsen.

Gebilden kommt nun ein besonderes Gewebesystem hinzu, das sich aus dem mittleren Keimblatt teils durch Auflösung seiner Teile, teils durch Auswanderung von Zellen entwickelt. Dieses *Mesenchym*

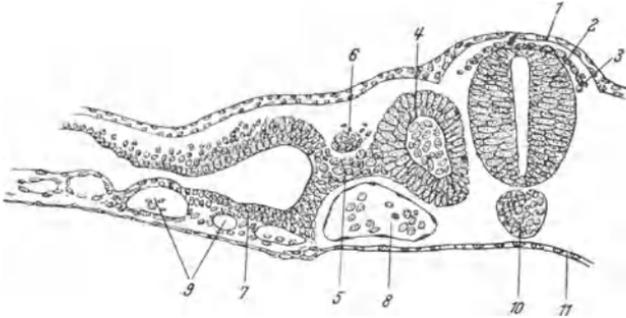


Abb. 35. Gliederung des Mesoderms. 1 Hautektoderm, 2 Medullarrohr, 3 Ganglienleiste, 4 Myotom oder Ursegment, 5 Ursegmentstiel, 6 Vor-Urnierengang (WOLFFscher Gang), 7 Seitenplatte, 8 Aortenanlage, 9 weitere Gefäßanlagen, 10 Chorda dorsalis, 11 Entoderm.

besteht aus verzweigten und untereinander verbundenen *Zellen*, deren *Zwischenräume* von einer flüssig-gallertigen *Grundsubstanz* ausgefüllt werden. Das Gewebe füllt alle Spalten und Räume zwischen den Organanlagen aus, es hat somit keine eigene Form, sondern bildet das *Negativ* aller umhüllten Teile. Das ganze Gewebe steht unter sich in *Zusammenhang*, während die Organanlagen getrennt bleiben. Dadurch wird der vollständige gewebliche *Zusammenhang* des Körpers hergestellt, mit ihm das einheitliche innere *Stoffsystem* (*Milieu interne*). Diese wesentlichen Eigenschaften bleiben für das *mesenchymale System* auch bei allen weiteren Entwicklungen erhalten. Jede Stelle des Körpers ist von jeder anderen aus auf dem Wege des mesenchymalen Systems erreichbar. So wird dieses Gewebe auch der Träger aller Leitungsbahnen. Auch

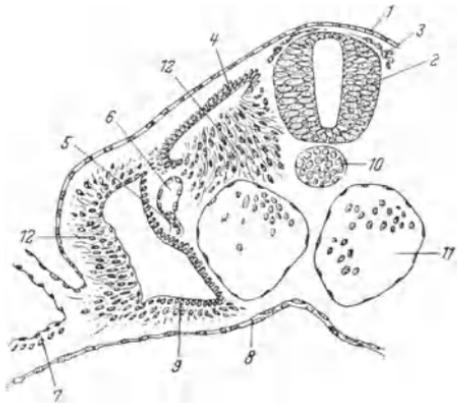


Abb. 36. Entstehung des Mesenchyms. 1 Hautektoderm, 2 Medullarrohr, 3 Ganglienleiste, 4 Muskelplatte, 5 Vornierenkanälchen, 6 WOLFFscher Gang, 7 Seitenplatte (außerembryonale Leibeshöhle), 8 Entoderm, 9 Seitenplatte (innerembryonale Leibeshöhle), 10 Chorda dorsalis, 11 Herzanlage, 12 auswandernde Mesenchymzellen.

in die sich entwickelnden Organe dringt es ein, oder diese wachsen, wie z. B. das epitheliale Gangsystem der Drüse, in das Mesenchym hinein. So unterscheidet man an den Organen das *Parenchym*, d. i. das besondere funktionierende Gewebe, z. B. die Drüsen-schläuche, und das *interstitielle Gewebe*, das diese Schläuche umhüllt und gleichzeitig der Träger der Gefäße und Nerven ist.

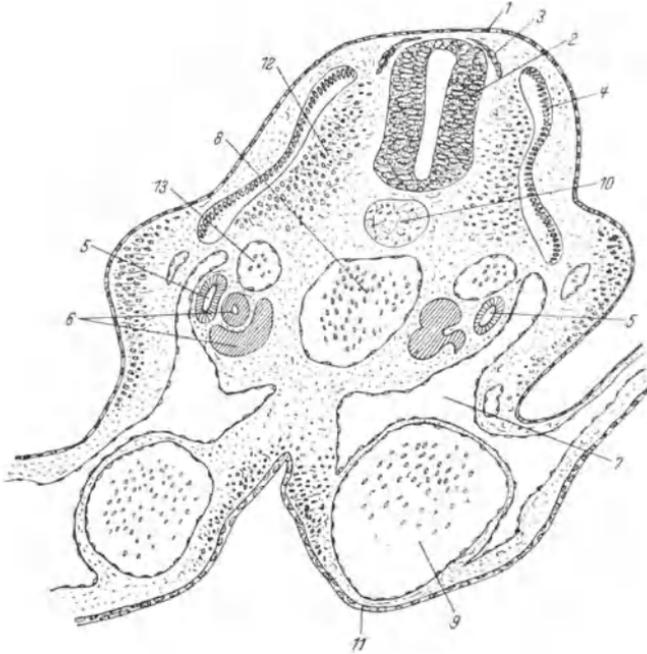


Abb. 37. Entwickeltes Mesenchym. 1—4 wie bei Abb. 36, 5 WOLFFScher Gang, 6 Urnierenanlage, 7 Leibeshöhle, 8 Aorta, 9 Blutgefäß (des Dottersackes), 10 Chorda, 11 Entoderm, zwischen allen Organanlagen das Mesenchym. 12 Sklerotom, 13 Vene.

Die einfachste Form der mesenchymalen Gewebe, das in eine flüssig-gallertige Grundsubstanz eingelagerte Zellnetz, bleibt nicht erhalten. Es treten Fasern verschiedener Art auf (s. S. 31). Auch diese werden mit zur Grundsubstanz gerechnet. Grundsätzlich bestehen alle Gewebearten der Stützsubstanzgruppe aus *Zellen* und *Grundsubstanz*, sie heißen deshalb auch *Grundsubstanzgewebe*. Wir geben zunächst eine Übersicht:

A. Ungeformte Bindegewebe<sup>1</sup>, ohne *Eigenform*, von anderen Geweben übriggelassene Räume ausfüllend, mehrere Zellformen.

<sup>1</sup> Abgekürzt Bgbe.

**Embryonale Formen:** Mesenchym, ohne Fasern. Embryonales Bgbe mit Fasern, oft mit viel Muzinkörpern, dann Schleim- oder Gallertgewebe genannt, z. B. im Nabelstrang.

**Mesenchymales System des Erwachsenen:** Lockeres, faseriges oder interstitielles Bgbe.

Sonderformen sind die blutbildenden Gewebe: Myeloisches Gewebe, rotes Knochenmark (s. S. 54). Lymphatisches Gewebe (s. S. 56).

Sie sind ausgezeichnet durch die Produktion von Wanderzellen.

Man schließt ihnen an die, ebenfalls Wanderzellen produzierenden, auch faserbildenden Zellauskleidungen der Binnenräume: Endothel, in den Blut- und Lymphbahnen (s. S. 52). Mesothel, in den Abschnitten der Leibeshöhle (s. S. 133).

Die strömenden Flüssigkeiten werden als Gewebe mit flüssiger Grundsubstanz bezeichnet. Blut (s. S. 52). Lymphe.

**B. Geformte Stützgewebe, eigentliche mechanische oder Skeletgewebe, Organe mit Einzelform bildend, nur eine Zellform.**

Übergänge zum lockeren interstitiellen Bgbe bildet das straffe Bindegewebe mit parallelen oder gekreuzten Fasern, die Kapseln und Faszien, das Gewebe der Lederhaut.

**Eigentliche Skeletgewebe:** Sehngewebe, Knorpelgewebe, Knochengewebe und Zahnbein.

Die Gruppe der Stütz- und Bindesubstanzen ist die formenreichste aller Gewebe, wir beschränken uns auf einige typische Formen.

Das *lockere faserige oder interstitielle Bindegewebe* hat folgende Zellformen:

1. Fibrozyten (Fibroblasten). Sie gleichen im ganzen den embryonalen Mesenchymzellen; es sind große Zellen mit chromatinarmen Kernen und schleierförmigen Fortsätzen, die untereinander in Verbindung stehen (mesenchymales Zellnetz, Synzytium S. 12). Sie bilden die Fasern der Grundsubstanz (s. S. 31). 2. Histiozyten (Makrophagen), mit gedrungenen, minderlangen Fortsätzen, untereinander nicht verbunden, sie können sich als Wanderzellen

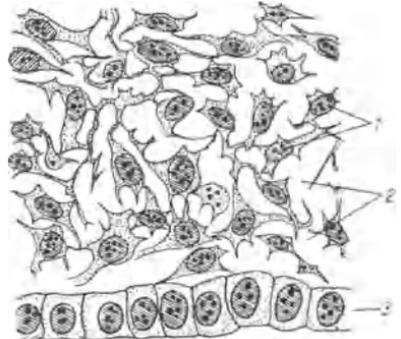


Abb. 38. Mesenchym. 1 Zellen, 2 Interzellularsubstanz, 3 Epithel (nach V. MOELLENDORFF).

loslösen (s. S. 61). 3. Fettzellen; sie gehen durch Fettspeicherung aus den Fibrozyten hervor (s. S. 32). 4. Bindegewebsmastzellen, rundliche große Zellen mit basophilen Körnchen, sie liefern wahrscheinlich das Muzin der Grundsubstanz. 5. Plasmazellen, zytoplasmareiche Zellen, basophil, Kerne mit großen randständigen

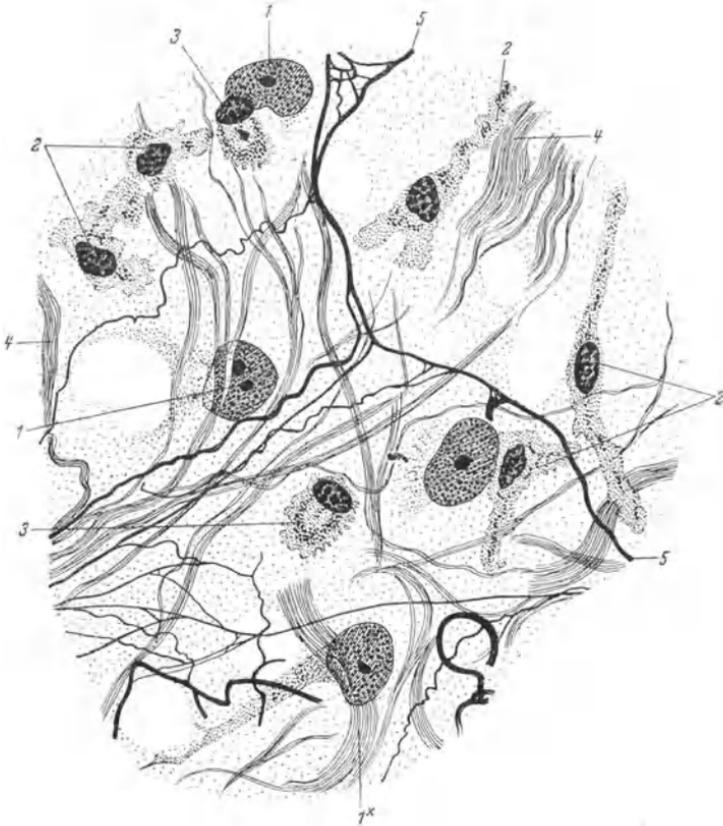


Abb. 39. Lockeres faseriges Bindegewebe (nach MAXIMOW). 1 Fibrozyt, 1<sup>x</sup> dasselbe auf Bindegewebsfaser (Strich etwas weiter nach oben führen), 2 Histiocyten, 3 Wanderzellen, 4 kollagene Faser, 5 elastische Faser (nach MAXIMOW).

Chromatinbrocken (Radspeichenkerne), nicht überall sich findend. 6. Wanderzellen, die aus dem Blute (s. S. 52) oder den lymphatischen Geweben stammen, am häufigsten Eosinophile und Lymphozyten.

Alle diese Zellen sind eingebettet in eine Grundsubstanz, die aus Fasern und einer Zwischenmasse (Grundsubstanz im engeren

Sinne) besteht. Letztere ist wohl in der Regel eine tropfbare, im ganzen verschiebbliche Flüssigkeit (Sol), die z. B. durch Einspritzen von physiologischer Salzlösung verdünnt werden kann. Übergänge zu mehr oder minder festen Gallerten scheinen vorzukommen, ebenso Sorptionshäutchen der kolloidalen Bestandteile an den Faser- und Zellnetzen.

Unter den Fasern unterscheiden wir: Kollagene Fasern, elastische Fasern und Silberfibrillen (argento-phile Fibrillen). Die *kollagenen Fasern* sind aus Fibrillen von ultramikroskopischer Feinheit aufgebaut; sie quellen in Säuren und Alkalien und lösen sich in kochendem Wasser zu Leim auf. Sie sind schwach lichtbrechend, dabei doppelbrechend. Sie werden verdaut in Pepsinsalzsäure, nicht in alkalischem Trypsin. Bei mechanischer Beanspruchung sind sie sehr wenig dehnbar (5% Maximum) und zugfest (großer elastischer Widerstand), durch ihren Aufbau aus Fibrillen biegsam.

Die *elastischen Fasern* bilden ein durch den ganzen Körper zusammenhängendes, sehr verschieden dichtes Netzwerk homogener, sehr verschieden dicker (bis mehrere  $\mu$ ) Fäden, die auch zu Platten zusammenfließen können. Sie sind stark lichtbrechend, aber, entspannt, nicht doppelbrechend, gegen chemische Eingriffe (Laugen, auch in der Hitze, Säuren) widerstandsfähig, sie werden durch Trypsin verdaut, nicht durch Pepsin-Salzsäure. Sie sind in großem Ausmaß elastisch dehnbar (120% und mehr), aber von geringem elastischen Widerstand.

Die *Silberfibrillen* können in lebensfrischem Gewebe nicht wahrgenommen werden; sie zeigen sich nach Reduktion von Silbersalzen im Gewebe. Zum Teil sind es sehr feine kollagene Fibrillen, zum Teil deren Vorstufen. Ihre wahre Natur ist nicht genauer bekannt.

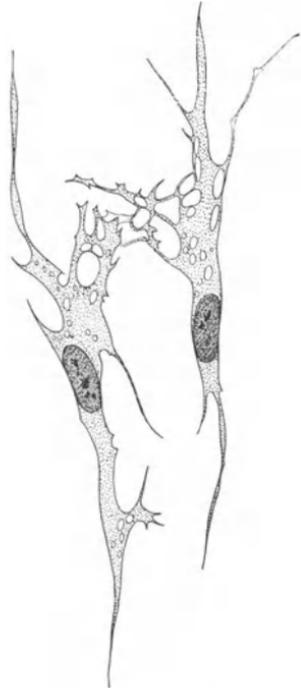


Abb. 40. Fibrozyten des Bindegewebes (v. MÖLLENDÖRFF).

Die Aufgaben des interstitiellen Gewebes sind: 1. Mechanischer Art: Stützen, Zusammenhalten, Umhüllen; 2. Beteiligung am Stoffwechsel, die Kapillaren liegen in ihm, der Stoffaustausch geht zum Teil durch die Grundsubstanz hindurch, der sog. „Gewebssaft“ ist diese Grundsubstanz (i. e. S. oben); 3. Beteiligung am Wasserhaushalt, Wasser wird aus der Blutbahn in die Grundsubstanz abgeschoben, aus ihr nach Bedarf wieder aufgenommen;

4. Beteiligung an den Abwehrfunktionen (s. S. 61); 5. vom interstitiellen Bindegewebe gehen alle Regenerationen und Umbildungen in der Stützsubstanzgruppe aus.

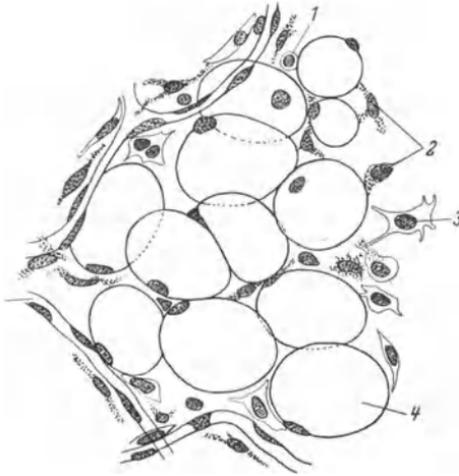


Abb. 41. Fettgewebe. 1 Lymphozyt, 2 Histiocyten, 3 Fibrozyt, 4 Fettzelle (MAXIMOW).

Die lockeren Formen dieses Gewebes bilden zugleich die Gleit- und Verschiebeschichten des Körpers, so bei dessen durchgehendem geweblichem Zusammenhang die Beweglichkeit ermöglichend. Die straffen Formen haben ausgeprägte mechanische Aufgaben, sie sind von lockeren Schichten durchzogen.

Der Ort, an dem das Fett im Körper gebildet und gespeichert wird, ist stets das interstitielle Gewebe. *Fettgewebe* besteht aus großen runden Zellen, die einen Fetttropfen enthalten. Der napfförmige Kern liegt in der Zytoplasmahülle, die den Fetttropfen umschließt; hinzu kommt eine Hülle aus feinem Kollagen oder aus Silberfibrillen. Die Zellen liegen einzeln oder in Reihen im interstitiellen Gewebe, sie können sich so stark vermehren, daß die Funktion der Organe (Muskel, Herz) beeinträchtigt wird. Umfangreiche Fettgewebekörper werden an bestimmten Stellen gebildet (Unterhaut, unter den serösen Häuten); sie sind aus Lappen und Läppchen aufgebaut, mit bindegewebigen Septen dazwischen, sie besitzen einen eigenen Gefäßapparat, jede Zelle ist von Kapillaren umgeben. Bei der Abmagerung wird das ganze Gewebe mitsamt den Gefäßen abgebaut.

Das *Sehnengewebe* besteht aus den Sehnenfäden, dichten, optisch fast homogenen Bündeln kollagener Fibrillen, die ein Zellnetz

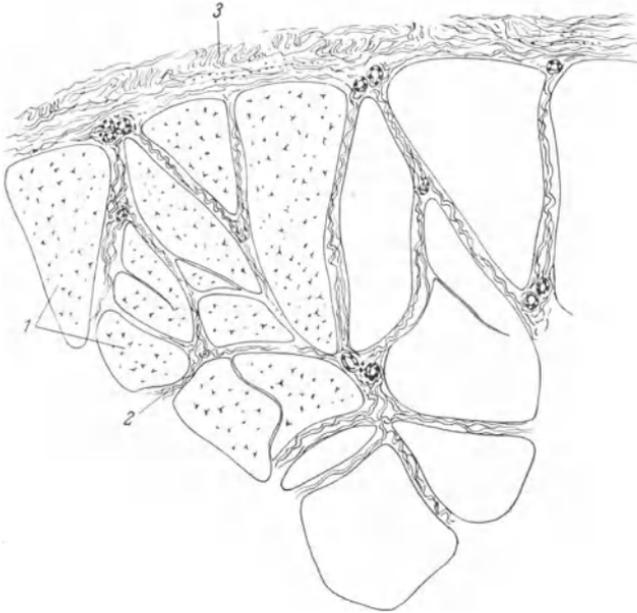


Abb. 42. Querschnitt einer Sehne. 1 Sehnenfäden, 2 interstitielles Bindegewebe, 3 Hüllgewebe (Peritonium).

enthalten. Die Zellen liegen in Reihen zahlreich hintereinander und besitzen breite Fortsätze (Flügelzellen).

Solche Fasern oder lose Gruppen können einzeln im straffen

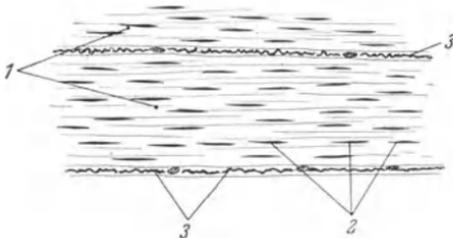


Abb. 43. Sehne im Längsschnitt. 1 Grundsubstanz, 2 Kerne (zahlreich in Reihen), 3 interstitielles Bindegewebe.

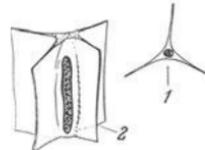


Abb. 44. Schnenzellen (Flügelzellen). 1 Querschnitt, 2 Schema.

Bindegewebe vorkommen (Faszien, Unterhautgewebe der Fußsohle); meist sind sie zu mehreren oder vielen durch interstitielles

Gewebe vereinigt. In diesem verlaufen die Gefäße und Nerven, die Faser selbst ist frei davon, enthält aber in der Regel elastische Netze. Dies Sehngewebe bildet das zugfesteste Baumaterial des Körpers.

Die elastischen Bänder bestehen aus derben engmaschigen elastischen Netzen.

Der *Knorpel* besitzt als einzige Art der Stützgewebe runde Zellen, die nicht miteinander durch Ausläufer in Verbindung stehen.

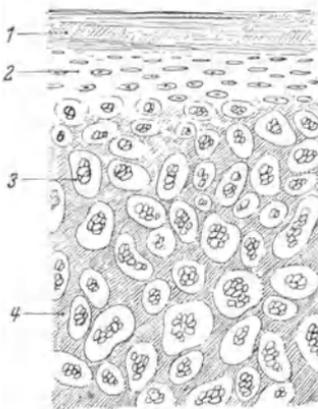


Abb. 45. Hyalinknorpel, Übersicht. 1 Perichondrium, 2 subperichondrale Schicht der platten Zellen, 3 Chondrone (Knorpelkugeln), 4 Zwischenschichten.

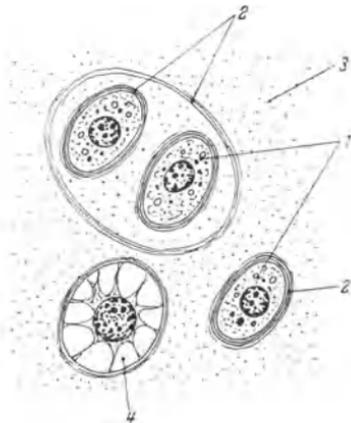


Abb. 46. Hyalinknorpel, Zellen- und Grundsubstanz 1 Zellen, 2 Kapseln, 3 Grundsubstanz zwischen den Kapseln, 4 geschrumpfte Zelle.

Der Typus des Knorpelgewebes ist der *Hyalinknorpel*. In der nahezu durchsichtigen Grundsubstanz liegen die Zellen in Höhlen, die einzeln oder in Gruppen angeordnet sind. Sie sind sehr wasserhaltig und schrumpfen beim Abtöten zu sternförmigen Gebilden. Sie enthalten in der Regel einige feine Fetttropfen. Rings um die Höhle ist die Grundsubstanz stärker lichtbrechend (Knorpelkapsel). Sie besteht aus drei Bestandteilen: Wasser, kollagenen Fibrillen und einem Schleimkörper, Chondromukoid; sie enthält außerdem noch Chondroitinschwefelsäure.

Die Fibrillen bilden „Wicklungen“ ringsum jede Zelle, dies ist die wasserärmere Kapsel. In den meisten älteren Knorpeln liegen die Zellen in Gruppen und Untergruppen beisammen, die jede wieder von Fibrillenwicklungen umschlossen werden. Diese Gebilde sind das Bauelement des Knorpelgewebes, das Chondron

oder die Knorpelkugel. Die Knorpelkugeln werden durch die Zwischenschichten getrennt, deren Fibrillen durch das ganze

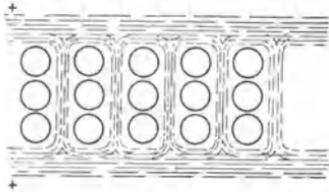


Abb. 47. Schema des Fibrillenverlaufs im Trachealknorpel, im Anschluß an BENNINGHOFF, die runden Kreise sind die Knorpelkugeln.

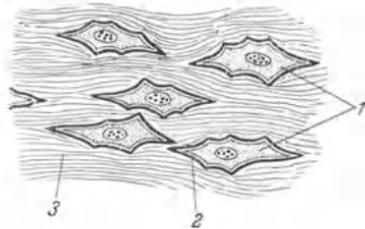


Abb. 48. Embryonaler Knochen. 1 Zellen in den Knochenhöhlen, 2 Scheiden der Knochenhöhle, 3 Grundsubstanz, feinfaserig, geflechtartig.

Knorpelstück hindurchlaufen. Außen ist der Knorpel von der Knorpelhaut, Perichondrium, umkleidet. Über die Architektur des Knorpelstückes s. S. 67 f.

Die Färbung der Knorpelgrundsubstanz mit basischen Farben verteilt sich in Zonen, die sich der Architektur der Wicklungen und Zwischenschichten anschließen.

Im Hyalinknorpel ist das Kollagen nicht ohne weiteres sichtbar, sondern durch die Einlagerung in das Chondromukoid verdeckt. Der Gehalt des Gewebes an den drei Bestandteilen (s. oben) wechselt auch im selben Knorpelstück erheblich; werden die dann meist größeren Fibrillenzüge sichtbar, so spricht man von „Enthyalinisierung“.

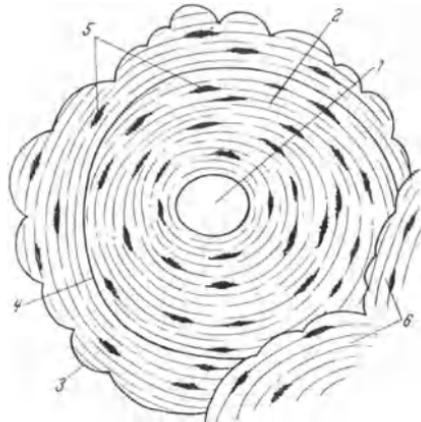


Abb. 49. Ein Osteon des Lamellenknochens. 1 HAVERSScher Kanal, 2 Speziallamellen um den Kanal, 3 Grenze (Kittlinie) des Lamellensystems, 4 Unterbrechungskittlinie im System, an der die Knochenbildung pausiert hat, 5 Knochenzellen in Höhlen, 6 andere, zum Teil in das erste Osteon nach dessen teilweiser Zerstörung hineingebaute Osteone.

Solche Knorpel heißen Faserknorpel. Sie sind meist weicher, d. h. wasserreicher als der Hyalinknorpel; während dieser elastisch bildsam ist, sind die weichen Faserknorpel plastisch bildsam (Zwischenwirbelscheibe, Symphyse). Die Knorpelkugeln sind kleine

einzellige, mit dicken Kapseln versehene Gebilde, oft nur spärlich in die Fasermasse eingelagert.

Der *Sehnenknorpel* ist ein Gewebe aus dichten kollagenen parallelen Fibrillen, meist in Schichten verschiedenen Verlaufs angeordnet, sie enthalten sehr wenig Chondromukoid, die Zellen jedoch sind eingekapselte Knorpelzellen.

Die *Knorpelsehne* ist richtiges Sehngewebe mit Flügelzellen, aber eingelagertem Chondromukoid, meist in Höfen um die Zelle



Abb. 50. Teil des Osteons bei starker Vergrößerung. Knochenquerschliff, Höhlen leer. 1 Knochenhöhlen, 2 Knochenkanälchen, 3 Lamellen, 4 HAVERSScher Kanal.

herum. Gewebe, wie die beiden genannten, finden sich in den Gelenkkapseln, Pfannenlippen und Gelenkzwichenscheiben, auch in den gefalteten Herzklappen.

Alle diese Knorpel und knorpelartigen Gewebe enthalten nur kollagene Fibrillen, erst im Perichondrium finden sich elastische Netze: Beim *elastischen Knorpel* kommen elastische Netze auch in der Grundsubstanz hinzu. Es handelt sich um weiche Hyalinknorpel mit einzelligen Knorpelkugeln, um die herum die elastischen Netze in der Grundsubstanz liegen und sich mit denen des Perichondriums verbinden. Solche Knorpel sind stark, aber elastisch

formbar (Ohrmuschel). In keinem Knorpel findet sich ein Gefäßnetz.

Das starre Baumaterial des Körpers ist das *Knochengewebe*. Seine *Zellen* sind verzweigt und untereinander verbunden (mesenchymales Zellnetz). Sie liegen in Höhlen der Grundsubstanz, die Ausläufer in Kanälchen von rundem Querschnitt. An der Grenze des Knochengewebes, nach außen, ferner in die Markräume oder die Gefäßkanäle, mündet dieses von protoplasmatischen Gebilden erfüllte feine Kanalsystem aus und die Zellfortsätze verbinden sich mit dem übrigen Mesenchymnetz.

Die *Knochengrundsubstanz* besteht 1. aus Bündelchen kollagener Fibrillen (Knochenfasern), 2. aus einer Kittsubstanz, in die diese Fasern eingelassen sind. Werden die Fasern zerstört, so bleiben diese

Hohlräume übrig. Die Kalksalze sind an die Kittsubstanz gebunden und optisch nicht nachweisbar. Sie können durch Säuren herausgelöst werden; das Gewebe verändert dabei sein Aussehen nicht. Die Wand der Kanälchen und Höhlen ist mit einer fibrillenfreien, anscheinend besonders kalkreichen Schicht ausgekleidet (Scheiden).

Knochengewebe kommt in mehreren Formen vor. Wir nennen: 1. Die feinfaserige Knochensubstanz des

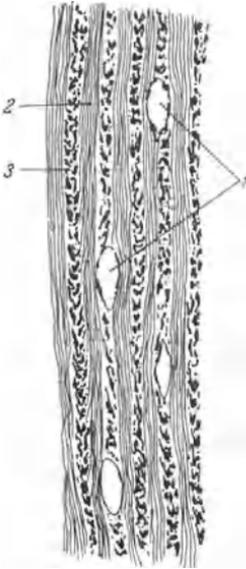


Abb. 51. Knochenlamellen mit gekreuztem Faserverlauf. 1 Knochenhöhlen, 2 gestreifte, d. h. parallel dem Fibrillenverlauf getroffene Lamelle, 3 punktierte, d. h. quer zum Fibrillenverlauf getroffene Lamelle.

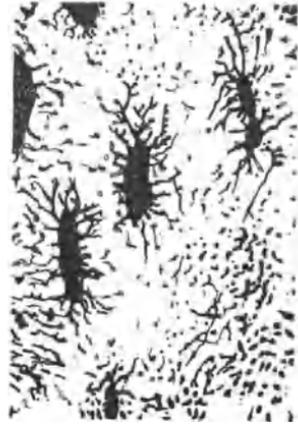


Abb. 52. Knochenhöhlen und Kanälchen aus einem Knochenlängsschliff.

Embryos und Fetus. Die sehr feinen Fibrillenbündel sind geflechtartig angeordnet, das Gewebe ähnelt so dem Bindegewebe. Es bildet zusammenhängende Massen, Bälkchensysteme, die durch mesenchymerfüllte Hohlräume getrennt werden. 2. Der Lamellenknochen; er wird erst nach der Geburt gebildet. Die Fibrillenbündel sind gröber und lagenweise einander parallel geordnet. So kommen die Lamellen mit verschiedenem Faserverlauf zustande. Die Knochenzellen liegen in zwetschgenkernförmigen Höhlen, die lange Achse parallel den Fasern, die Fläche entsprechend den Lamellen, die Kanälchen laufen parallel und senkrecht, nicht schräg zu den Lamellen. Die Lamellen sind vorwiegend konzentrisch um Gefäßkanäle und Markräume angeordnet.

Um die Gefäßkanäle entsteht so ein zylinderförmiger Lamellenmantel, das Osteon oder Knochenröhrchen, das das Bauelement des Knochens des Erwachsenen ist. Über die Architektur der Skeletstücke s. S. 64 f. 3. Grobfaseriger Knochen findet sich ebenfalls erst von der Kindheit an. Er enthält grobe Fibrillenbündel in geflechtartiger Anordnung, die zum Teil von außen einstrahlen. Solche „SHARPEYSche Fasern“ finden sich auch in Lamellenknochen (s. S. 66). Der grobfaserige geflechtartige Knochen findet sich an Rauigkeiten, Band- und Sehnenansätzen und auch sonst an der Oberfläche von Knochen. Bei allen Formen des Knochengewebes ist das Verhältnis von Zellen und Grundsubstanz, in dieser von Fasern, Kittsubstanz und Kalksalzen grundsätzlich dasselbe.

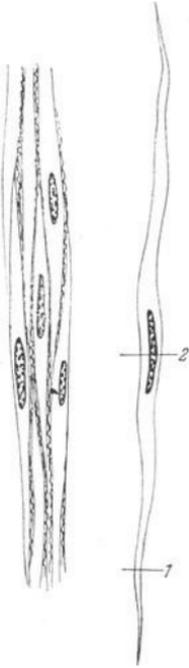


Abb. 53. Glatte Muskelzellen in der Längsansicht. 1 und 2 siehe nächstes Bild.

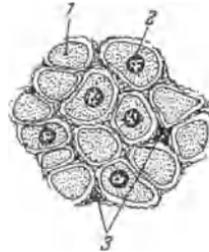


Abb. 54. Glatte Muskulatur im Querschnitt. 1 Getroffen wie Strich 1 der Abb. 53, 2 wie Strich 2 ebendort, 3 Zwischenbindegewebe mit Zellen.

*Zahnbein* ist ein dem Knochengewebe sehr ähnliches Gewebe. Die Zellen liegen jedoch am Rande des Gewebes (Odontoblasten) und strecken nur ihre Fortsätze in die die Grundsubstanz durchziehenden verzweigten Zahnbeinkanälchen hinein. Die Grundsubstanz ist sehr feinfaserig, die Fibrillen verlaufen in dicken Schichten einander parallel, die Verlaufsrichtung ist in benachbarten Schichten verschieden. Auch hier ist der Kalk an eine Kittsubstanz gebunden und durch Säuren ohne optische Veränderung des Gewebes entfernbar.

#### 4. Muskelgewebe.

Die Gruppe des Muskelgewebes umfaßt drei verschiedene Arten, die glatte Muskulatur, die quergestreifte Skelettmuskulatur und den ebenfalls quergestreiften Herzmuskel.

Die glatte Muskulatur geht aus dem Mesenchym hervor und zeit lebens können sich Zellen des mesenchymalen Systems, Fibrozyten und Perizyten der Kapillaren in glatte Muskelzellen umwandeln. Die glatte Muskulatur ist dadurch unbeschränkt fähig, wiederhergestellt, nach- und umgebildet, vermehrt zu werden. Ein gleiches gilt für die übrige Muskulatur nicht. Die glatte Muskulatur besteht aus spindelförmigen Zellen verschiedener Form; lange dünne kommen in den Muskelschichten des Darmes vor, kurze in den Gefäßwänden; in der Aorta sind kurze, breite und platte, fast rhombische Gebilde vorhanden, auch verzweigte Zellen und Übergangsformen zu Fibrozyten kommen vor. Die Kerne sind lang und liegen in der Mitte des spindelförmigen Zelleibes. Dieser ist ganz erfüllt von Myofibrillen, die in ihrer ganzen Länge gleichartig sind, daher *glatte* im Gegensatz zur quergestreiften Muskulatur. Vom Zytoplasma ist wenig zu sehen; so erscheint die ganze Zelle positiv einachsigt doppelbrechend. Die Kontraktion ist an die Myofibrillen gebunden, die Zelle geht dabei aus einem längeren und dünneren in einen kürzeren und dickeren Zustand ohne Volumänderung über. Der Kern macht die Formänderung nur beschränkt mit und wird bei stärkerer Zusammenziehung in eine Schlangenlinie gelegt. Das Besondere der glatten Muskulatur ist, daß sie in jedem Kontraktionszustand beharren kann. Die Zellen sind in ein System kollagener Fasern eingelagert und Fibrillenhüllen (auch Silberfibrillen) schließen sich um die Zelle. Bei der Kontraktion wird dieses System mitgenommen, so daß das ganze Gewebe, Muskelzellen und Bindegewebe seine Form selbsttätig ändert; ein Hohlzylinder wird z. B. enger und dickwandiger; durch innere dehnende Kräfte bei der Erschlaffung wieder weiter und dünnwandiger, z. B. bei der peristaltischen Bewegung des Darmrohres oder bei der Ein- und Umstellung der Blutgefäße. Die Tätigkeit der glatten Muskulatur unterliegt nicht dem Willen, sie kommt also an den unwillkürlich bewegten Organen vor, am Darmkanal, an den Drüsen, und zwar an den sezernierenden Endstücken wie an den Ausführungsgängen, am Urogenitalapparat, den Blutgefäßen, in der Haut.

Die *Skelettmuskulatur* besteht aus den *quergestreiften Muskelfasern*. Es handelt sich um lange (mehrere Zentimeter), verhältnismäßig auch dicke (10—60  $\mu$ ), fadenförmige Gebilde, die jede aus einer Zelle (Myoblasten) hervorgehen. Die letzteren entstammen teils den Myotomen unmittelbar, teils mesenchymalen Bildungsgeweben (Blastemen), wie z. B. im Kopf und den Extremitätenknospen. Die Fasern können sich teilen, Neubildung aus anderen Quellen, also wahre Regeneration, ist nicht beobachtet.

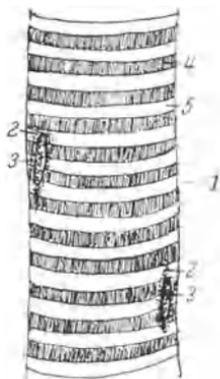


Abb. 55. Teil einer quergestreiften Skelettmuskelfaser, Längsansicht. 1 Sarkolemma, 2 Sarkoplasma, 3 Kern, 4, 5 Querstreifung der fibrillierten Masse, 4 doppel- und starkbrechender Streifen (Q); 5 einfach und schwachbrechender Streifen (J). — K.

scheinlich, diese sind nur bis in ultramikroskopische Dimensionen hinein der Länge nach spaltbar. Die Säulchen sind „quergestreift“, d. h. es wechseln kurze, stark-, gleichzeitig doppel-

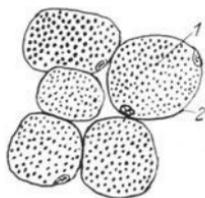


Abb. 56. Quergestreifte Muskelfasern im Querschnitt. 1 Fibrillierte Masse, 2 Sarkolemma. — K.

brechende (anisotrope) Streifen (Q), mit schwach-, nichtdoppelbrechenden (isotropen) Streifen (J) ab. Die Querstreifen aller Säulchen liegen auf gleicher Höhe, so daß die ganze Faser gleichmäßig quergestreift erscheint. Es gibt sarkoplasmareiche, zugleich rote (Hämoglobin) und trübe, körnchenreiche Fasern, und sarkoplasmaarme, fast ganz aus Muskelsäulchen bestehende, helle, fast farblose Fasern. Bei Tieren erklärt sich daraus die verschiedene Farbe der Muskeln, rote und weiße; beim Menschen sind alle Muskeln gleichmäßig rot, jedoch verschieden reich an den beiden Faserarten.

Die ganze Faser, Sarkoplasma, Kerne und Säulchen, steckt in einer Hülle, dem Sarkolemma. Es besteht aus einem Maschen-

werk von kollagenen und Silberfibrillen (Fibrillenstrumpf), das mit dem interstitiellen Gewebe, Perimysium internum in Zusammenhang steht. Am zugespitzten, an Kernen und Sarkoplasma besonders reichen Ende der Faser läuft das Sarkolemm in ein Fibrillenbündel aus, das mit anderen zusammen einen Sehnenfaden aufbaut (s. S. 33). Die Enden sind Zuwachsstellen.

Der Erfolg der Kontraktion (s. S. 17) wird in der ganzen Länge der Faser auf den Sarkolemmschlauch übertragen; feine Streifen, die in der Mitte der isotropen Schichten die Faser durchsetzen, stehen wahrscheinlich mit dem Sarkolemm in Verbindung (Z-Streifen).



Abb. 57. Herzmuskulatur, Längsansicht (nach ZIMMERMANN).

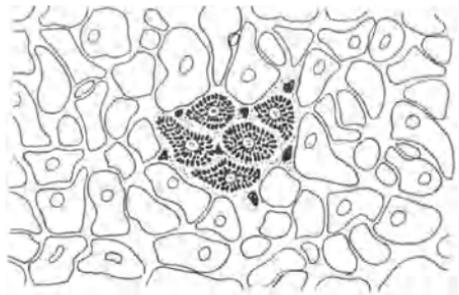


Abb. 58. Herzmuskulatur im Querschnitt.

Die *Herzmuskulatur* bildet zwei in sich zusammenhängende protoplasmatische Einheiten (Synzytien), eines für beide Kammern, eines für beide Vorhöfe.

Es handelt sich um zylindrische Gebilde von rundlichem, eckigem oder unregelmäßigem Querschnitt, die sich teilen und miteinander verbinden, so daß ein völlig zusammenhängendes Netzwerk entsteht. Die Teilungen sind spitzwinklig, so daß bündelweise ein bestimmter Faserverlauf zustande kommt. Die unregelmäßigen Querschnitte erklären sich durch die Teilungen.

Die rundlichen Kerne liegen im Innern des Zylinders, inmitten einer größeren Sarkoplasmamasse, die zu kleinen länglichen Felderchen angeordneten Säulchen liegen um diesen Mittelraum herum; die Säulchen selbst zeigen dieselbe Querstreifung wie die Skelettmuskelfasern. Auch ein Sarkolemm ist vorhanden, das sich

allen Ästen und Verzweigungen genau anschließt. An den Klappenansätzen und den Papillarmuskeln enden die Äste spitz, und ihr Sarkolemm geht in der gleichen Weise in kollagene Fasern über, wie dies bei den Skelettmuskelfasern der Fall ist.

Die Äste und Verzweigungen des Netzes werden durch quere, wegen ihres Aussehens am lebensfrischen Objekt *Glanzstreifen* genannte Strukturen geteilt. Die Säulchen laufen durch sie hindurch. Durch diese Streifen werden stets kernhaltige Bezirke abgegrenzt, die man früher als Zellen ansprach. Die Herzmuskulatur geht hervor aus einer verzweigten völlig homogenen Protoplasmamasse, in der später die Säulchen entstehen.

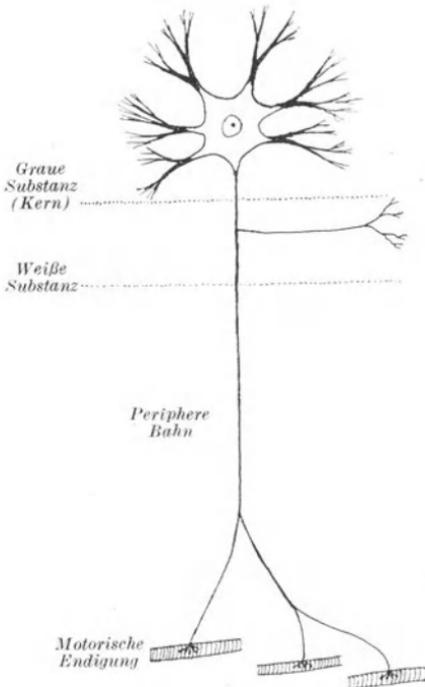


Abb. 59. Schema eines motorischen Neurons (die Hüllen der peripheren Bahn s. Abb. 64 und 65). Sind, wie in der Darstellung angenommen ist, worüber aber die Meinungen der Forscher noch auseinandergehen, die Neurofibrillen im Leben *nicht* als gesonderte Erregungsleitungen vorhanden, so befindet sich das *ganze* Gebilde mit allen Ästen stets in demselben Erregungszustand (Erregungstonus). Für den Aufbau des ganzen Apparates, Kern, Bahn, Muskel, und seine Wirkungsweise ergeben sich daraus grundsätzliche Fragen. — K.

## 5. Nervengewebe.

Alles Nervengewebe geht hervor aus *einem* Embryonalorgan, dem Medullarrohr mit den angehängten Ganglienleisten. Das Epithel läßt aus sich hervorgehen die Neuroblasten und ein Hilfgewebe, die Neuroglia (Glia). Aus den Neuroblasten entstehen die Nerven- oder Ganglienzellen, nur die ersteren teilen und vermehren sich, die letzteren nicht mehr, so daß der Körper mit dem Bestand

an Ganglienzellen zeitlebens auskommen muß, der nach Abschluß aller Vermehrungen im frühen Kindesalter vorhanden ist. Verlorene Nervenzellen werden also nicht ersetzt. Die Ganglienzelle mit sämtlichen Fortsätzen nennt man *Neuron*. Der chromatische Apparat des Kernes ballt sich in der Regel zum Pseudo-

nukleolus zusammen; mit dieser Umbildung hängt die Unfähigkeit zur Teilung zusammen.

Am Zytoplasma, hier *Neuroplasma* genannt, ist im Leben eine besondere Struktur nicht nachzuweisen. Nach der Fixierung werden die *NISSLSchen Körperchen* durch basische Farben sichtbar gemacht; die Anordnung dieser Gebilde ist für die verschiedenen Formen von Ganglienzellen kennzeichnend, bei Erkrankung der Zelle, Abtrennung des Neuriten verändert sich das Bild dieser Körperchen, dadurch sind sie für das Studium des Zentralnervensystems besonders wichtig.

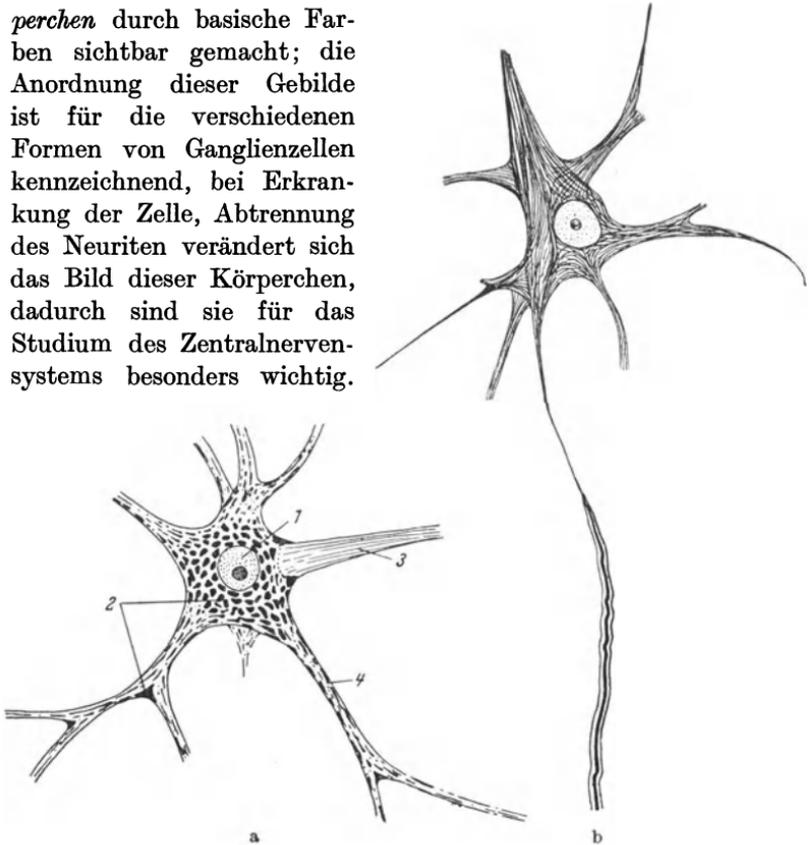


Abb. 60. Multipolare Ganglienzelle. a Färbung der NISSLSchen Körperchen. 1 Kern, 2 NISSLSche Körperchen, 3 Neurit, 4 Dendrit. b Fibrillenfärbung (nach BIELSCHOWSKY).

Auch die Neurofibrillen sind wahrscheinlich Entmischungsprodukte des Neuroplasmas, das wohl im Leben eine dem Verlauf dieser Fibrillen entsprechende Anordnung seiner kolloidalen Teilchen besitzt („Stäbchenkolloid“). Sie werden durch Reduktion von Silbersalzen im *fixierten* Nervengewebe dargestellt. Diese Methoden sind für das Studium des Nervengewebes neben der

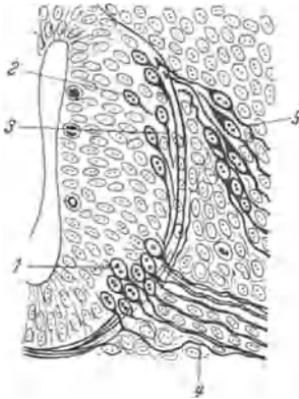


Abb. 61. Neuroblasten des Medullarrohres und des Spinalganglions mit Fortsätzen. 1 Neuroblasten eines motorischen Kernes, 2, 3 Neuroblasten eines anderen Kernes des Rückenmarks, 4 motorische Wurzel, 5 Spinalganglion und sensible Wurzel (nach HELD).



Abb. 62. Pseudounipolare Ganglienzelle des jugendlichen Spinalganglions (aus STÖHR).

Darstellung der NISSLSchen Körperchen wichtig. Eine andere ältere Methode ist die vollständige Schwärzung der Ganglienzelle mit allen Ausläufern durch chromsaures Silber (GOLGI's schwarze Reaktion).

Die im Zentralnervensystem vorkommenden Formen gehören alle zum Typus der multipolaren Ganglienzelle. Man unterscheidet den *Zellkörper*, der auch den Kern enthält, und die Fortsätze. Es gibt sehr kleine Zellen, deren Körper kaum größer ist als ein rotes Blutkörperchen, und solche, die zu den größten Zellen des Körpers gehören ( $60 \times 120 \mu$ , Riesenpyramiden der Großhirnrinde). Die Fortsätze breiten sich gewaltig nach allen Seiten aus, und die Gesamtmenge ihres Neuroplasmas kann die des Zellkörpers sehr übertreffen. Man unterscheidet die Dendriten, die an ihren Anfangsteilen NISSLSche Körperchen führen und innerhalb der grauen Substanz (s. S. 81) bleiben, vom Neuriten, der stets in der Einzahl vorhanden ist und mit einem, von NISSLSchen Körperchen freiem Stück (Implantationskegel) am Zellkörper ansetzt, in die weiße Substanz eindringt und dort weite Strecken verläuft, auch als periphere

Nervenfasern das Zentralnervensystem verläßt und im Bindegewebe bis zu entfernten Stellen des Körpers dringen kann. In den peripheren Ganglien finden sich Ganglienzellen ohne

Dendriten mit zwei Fortsätzen, die Neuriten entsprechen, bipolare Ganglienzellen des Ganglion spirale oder der embryonalen Spinalganglien, pseudounipolare (unipolare) Zellen des erwachsenen Spinalganglións mit einem sich nach kurzem Verlauf teilenden Fortsatz. An den multipolaren Ganglienzellen der

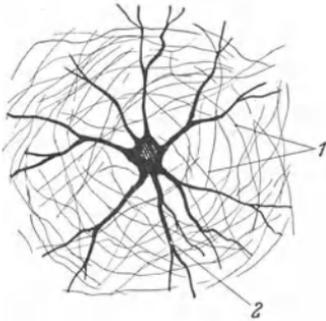


Abb. 63.

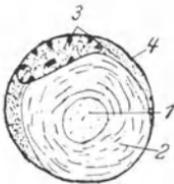


Abb. 65.

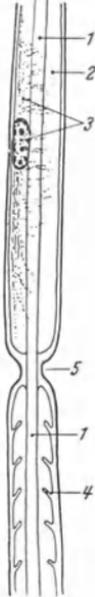


Abb. 64.

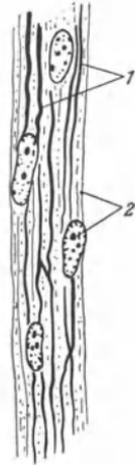


Abb. 66.

Abb. 63. Gliagebilde. 1 Gliafasern, 2 Astrozyt (vgl. auch Abb. 104).

Abb. 64. Weiße markhaltige Nervenfasern in der Längsansicht. 1 Neurit, 2 Markscheide, 3 SCHWANNsche Zelle, Kern und Zytoplasma, 4 SCHMIDT-LANTERMANNsche Kerben, 5 RANVIERSche Einschnürung.

Abb. 65. Weiße markhaltige Nervenfasern im Querschnitt. 1 Neurit, 2 Markscheide, 3 SCHWANNsche Zelle, 4 Neurilemm. — K.

Abb. 66. Graues markloses Nervenbündel in der Längsansicht. 1 Neuroplasmastränge (Neurodendriten), 2 Leitgewebe aus SCHWANNschen Zellen.

peripheren autonomen Ganglien findet sich ebenfalls nur eine Art von Ausläufern, die weder einen Implantationskegel noch NISSLSche Körperchen enthalten und sich weit von der Zelle entfernen (Neurodendriten).

Aus dem epithelialen Zellverband des Medullarrohres entsteht neben dem Nervengewebe, den Neuroblasten, noch ein anderes Gewebe, die *Glia* (Neuroglia). Es handelt sich um ein Begleit- und Hilfgewebe des Systems der Neurone. Diese und alle ihre

Fortsätze sind stets in ein Gliagewebe eingeschlossen und niemals unmittelbar mit dem mesenchymalen System in Berührung. Der Aufbau des Gliagewebes ist nicht völlig geklärt, er gleicht in vielem dem des mesenchymalen Systems, es gibt Zellen und eine Art von Grundsubstanz mit sehr feinen Fasern, Gliafasern, die man im Leben allerdings nicht sehen kann. Unter den Zellen unterscheidet man drei Arten, Astrozyten oder Makroglia, Obligodendroglia oder Mikroglia und HORTEGA-Zellen. Das Verhältnis dieser Dinge zu-

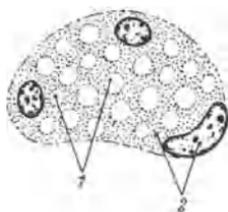


Abb. 67. Graues markloses Bündel im Querschnitt. 1 Neuroplasmastrange, 2 Leitzellgewebe.

einander und zu den Neuronen ist ungeklärt. Die Begleitzellen der peripheren Nervenzellen und Fortsätze nennt man SCHWANNsche Zellen, Leitzellen oder periphere Glia. Sie umhüllen *alle* nervösen Gebilde außerhalb der Zentralorgane: Spinal- und autonome Ganglienzellen und die periphere Bahn.

Die Neuriten der im Zentralnervensystem und der in den Spinalganglien liegenden Nervenzellen werden nach kurzem Verlauf von einem Mantel aus einer fettähnlichen Masse (Myelin) umhüllt, die weiß aussieht (weiße Substanz der Zentralorgane, weißer peripherer Nerv). Sie wird gebildet von Gliazellen, die den Neuriten (Achsenzylinder) begleiten, im peripheren Nerven sind diese Leitzellen als SCHWANNsche Zellen lange bekannt, im Zentralorgan neuerdings ebenfalls nachgewiesen. So ist die *periphere weiße Nervenfasern* von einer *Markscheide* umgeben mit den SCHWANNschen Zellen. Von Strecke zu Strecke ist das Myelin unterbrochen (RANVIERSche Einschnürung). Die Strecke zwischen zwei Einschnürungen gehört zu je einer SCHWANNschen Zelle. Um diese Scheide aus SCHWANNschen Zellen und Mark liegt dann eine feine Hülle aus einem Fibrillengitter, die dem Sarkolemm weitgehend gleicht<sup>1</sup>. Wird der Neurit abgetrennt, so geht das periphere Stück zugrunde, ebenso das Myelin, die SCHWANNschen Zellen bleiben als Zellreihen in den Neurilemmen erhalten, in ihnen wächst der Neurit vom zentralen Stumpf wieder aus.

Im *grauen Nerven* des peripheren autonomen Systems sind wohlabgegrenzte Fasern *nicht* erkennbar. Es handelt sich um

<sup>1</sup> In der Bezeichnungsweise dieser Dinge ist in den 80 Jahren, seit SCHWANN die nach ihm benannte Scheide entdeckte, Verwirrung eingetreten. Neurilemm und SCHWANNsche Zellscheide sind nicht dasselbe; das Neurilemm hieß früher HENLESche Scheide.

Stränge eines „Leitgewebes“ aus SCHWANNschen Zellen, in denen die neurodendritischen Fortsätze der Ganglienzellen zu mehreren verlaufen. Das Element der grauen Nerven ist also ein solches „graues Bündel“, das von der „weißen Faser“ deutlich verschieden ist.

### III. Der Feinbau der Organsysteme.

#### 1. Kreislauforgane.

##### Das Gefäßsystem.

Alle Wirbeltiere besitzen eine *geschlossene Blutbahn*, d. h. das Blut kreist in einem geschlossenen Endothelrohr, durch dieses Endothel bleibt es in allen Organen vom Gewebe getrennt, der Austausch der Stoffe geht also durch das Endothel hindurch. Der Ort des Austausches sind die Kapillaren. Alle Organe sind erfüllt von Kapillarnetzen, diese sind also der wichtigste Teil der Gefäßbahn, alle anderen Teile sind Hilfsorgane, um das Blut durch die Kapillarnetze hindurchzutreiben. Die *Arterien* führen das Blut den Kapillarnetzen zu, die *Venen* führen es ab, das Herz ist der Motor, die Pumpe.



Abb. 68.  
Kapillare mit  
Zellgrenzen.

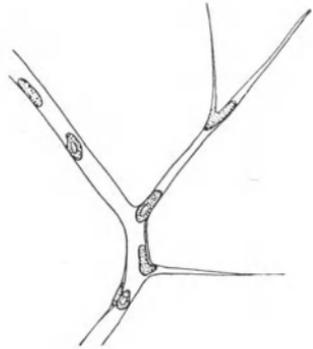


Abb. 69.  
Kapillare mit Sprossen.

Die *Kapillaren* sind nur aus Endothel bestehende Röhren, eine außen aufliegende Grenzhaute aus Silberfibrillen ist zweifelhaft. Die Zellgrenzen sind an manchen Kapillargebieten (z. B. Leber) nicht nachweisbar. Die Kapillaren können sich selbsttätig öffnen und schließen (Kontraktibilität der Endothelien). Außen aufsitzende Zellen werden als Perizyten (EBERTH-ROUGETSche Zellen) bezeichnet, sie sind Bindegewebszellen. Neue Kapillaren werden das ganze Leben hindurch häufig gebildet, hierbei entstehen die Endothelien aus den vorhandenen durch Sprossung.

Bei den *zu- und ableitenden Gefäßen* tritt zum Endothel eine je nach Größe und Art des Gefäßes verschieden dicke Wand hinzu (peritheliale Wand). Während das Endothel nur aus dem Vorhandenen entsteht, wird die äußere Wand aus dem umgebenden Bindegewebe aufgebaut. Das erste Stadium eines neuen Gefäßes ist also eine Kapillare, die sich dann zur Vene und Arterie ausbaut. Um- und Ausbau neuer Kreislaufgebiete mit zu- und ableitenden Gefäßen und Kapillarnetzen findet das ganze Leben hindurch statt (Wachstum von Organen, Heilung von Defekten, Aufbau des Fettgewebes beim Dickwerden).

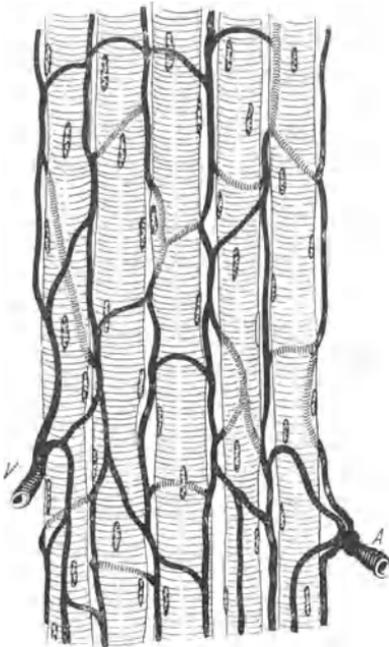


Abb. 70. Kapillarnetz des Muskels (Zunge). *A* zuführende Arterie, *V* abführende Vene, zwischen ihnen das schwarz gezeichnete Kapillarnetz.

gebung einfügt. Adventitia und Media enthalten Gefäße (Vasa vasorum).

Die Arterien sind durch ihre *Ringmuskulatur* ausgezeichnet. Geht man von der Kapillare aus, so zeigen die kleinsten Arterien (präkapillare Arterien, Arteriolen) zunächst vereinzelte Muskelzellen, wobei Übergangsformen zu den Perizyten zu beobachten sind. Etwas größere besitzen eine geschlossene Muskellage, noch größere eine mehrschichtige Muskulatur. Diese Muskelwand ist die Media. Hinzu kommt elastisches Material, das auch hier geschlossene Netze bildet. Sie sind innerhalb der Media zart und verdichten sich an der Grenze zur Intima zu der oft mehrschichtigen

Unmittelbar unter dem Endothel liegt eine je nach Größe des Gefäßes verschieden dicke Schicht von Bindegewebe mit reichlichen Zellen, feinen elastischen Netzen und an manchen Stellen (Nähe von Teilungen) glatter Längsmuskulatur; diese Schicht, der Schleimhaut eines Hohlorgans in gewisser Weise vergleichbar, ist die *Tunica intima*. Nach außen folgt die *T. media*, die mechanische Hauptschicht der Gefäßwand, schließlich die *T. adventitia*, die das Gefäß in die Um-

gebung einfügt. Adventitia und Media enthalten Gefäße (Vasa vasorum).

Elastica interna, die man der Intima zurechnet; an der Außenseite zur Elastica externa, die man der Adventitia zurechnet. Letztere enthält derbe elastische Fasern und Muskelzüge, die in steilen Spiralen das Gefäß umgeben. Von den durch den Blutdruck entstehenden Wandspannungen werden die Längsspannungen von der Elastica interna, von der Media die Ringspannungen aufgenommen, die äußeren Beanspruchungen von der Adventitia.

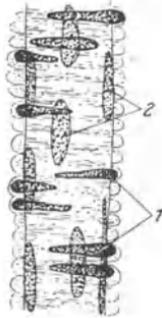


Abb. 71. Kleine Arterie der Pia mater, Totalpräparat in der Längsansicht.  
1 Muskelkerne, 2 Endothelkerne.



Abb. 72. Kleine Arterie im Längsschnitt.  
1 Muskelzellen der Media im Querschnitt,  
2 Tunica elastica interna, nach innen davon das Endothel.

Die *großen Arterien* (Aorta, Anonyma, Anfangsteile der Carot. communes und subclav., Iliac. communes) zeigen nicht den geschichteten Bau. Das elastische Material überwiegt, es besteht aus Platten mit Löchern (gefensterte Membranen), die durch dichte Fasernetze verbunden sind. Zwischen ihnen liegen reichliche Schichten von Muskelzellen verschiedener Verlaufsrichtung.

Die Wand der *Venen* ist bei entsprechenden Gefäßen dünner, als die Wand der Arterien, reicher an kollagenen Fasern, ärmer an elastischen Netzen und Muskulatur. Die Gliederung der Wand in Schichten ist weniger deutlich, im ganzen ihr Bau weit unregelmäßiger und von Strecke zu Strecke wechselnd (Teilungen). Die Muskulatur ist gebündelt, meist in spiralgem Verlauf angeordnet, innen in flachen, außen in steilen Spiralen. Eine Elastica interna ist meist deutlich, aber aufgelockert. Die *Klappen* werden von der Intima gebildet; sie bestehen aus beiderseits vom Endothel überzogenen Bindegewebsplatten mit spärlichen elastischen Fasern. Der Bau der Venen ist von einer

Körpergegend zur anderen sehr verschieden, auch bei verschiedenen Menschen in der gleichen Gegend.

Neben dem Weg über die Kapillaren gibt es, wahrscheinlich in vielen Organen, für das Blut einen Kurzschluß aus der Arterie über die *arterio-venöse* Anastomose zur Vene. Zahlreich sind sie in der Haut der Tastballen, besonders der Fingerendglieder, auch aus Drüsen sind sie bekannt. Die Verbindungsstrecke ist ein

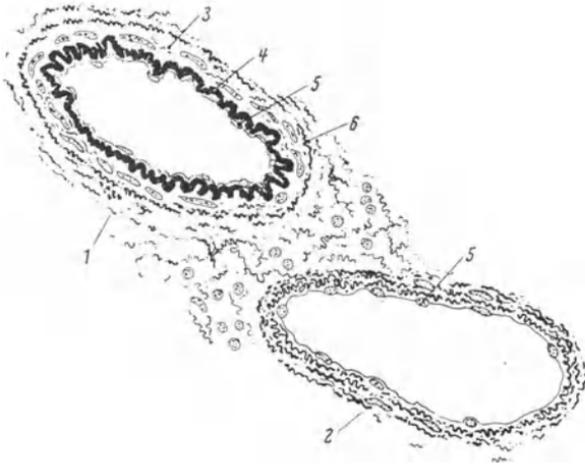


Abb. 73. Kleine Arterie und Vene im Querschnitt, Elastikafärbung. 1 Arterie, 2 Vene, 3 Mediamuskulatur, 4 T. elastica int., 5 Endothel, 6 T. elastica externa.

kurzes, enges, oft gewundenes Stück. Unter dem Endothel liegt ein Polster großer, „epitheloider“ Zellen, ähnlich den Hülsekapillaren der Milz.

*Das Herz* ist ein Hohlmuskel aus dem S. 41 näher besprochenen Muskelgewebe. Diese Muskulatur macht den Hauptteil der Herzwand aus (Myokard). Nach außen ist sie vom Epikard bedeckt, einer serösen Haut, nämlich dem viszeralen Blatt der Herzbeutelauskleidung. Innen ist der Herzmuskel vom *Endokard* überzogen. Der wichtigste Teil des letzteren ist auch hier das Endothel, das einem an elastischen Fasern reichen Bindegewebe aufliegt, in den Kammern sehr dünn, in den Vorhöfen dicker ist und dort glatte Muskelzellen führt. Das Endokard überkleidet alle Teile des Herzinners, also auch die Klappen und die Chordae tendineae. Das Mesothel des Epikards erscheint meist als kubisches, zuweilen

zweischichtiges Epithel, darunter liegt ein oft fettreiches Bindegewebe mit größeren Gefäßen und Nerven.

An den Vorhöfen ist die Muskelwand nicht geschlossen, zwischen den Balken der Musculi pectinati berühren sich Endokard und

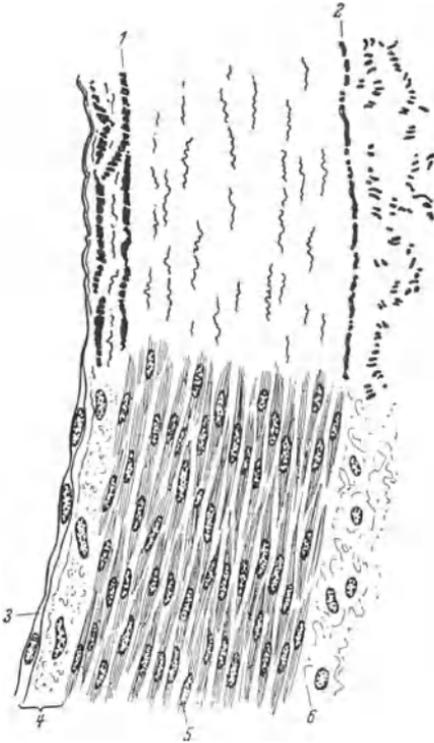


Abb. 74. Mittlere Arterie, Querschnitt der Wand, oben Elastikafärbung, unten Muskelfärbung. 1 T. elastica interna, 2 T. elastica externa, 3 Endothel, 4 T. intima, 5 T. media (Ringmuskulatur), 6 T. adventitia.

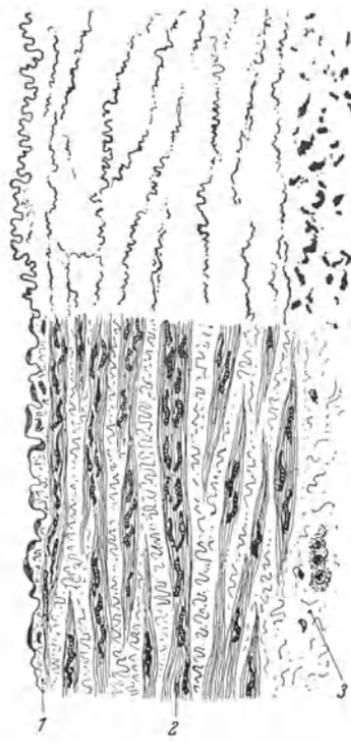


Abb. 75. Mittlere Vene im Querschnitt. Oben Elastikafärbung, unten Muskelfärbung. 1 T. intima, 2 T. media mit Ringmuskulbündeln, 3 T. adventitia, darin ein Längsmuskulbündel.

Epikard, die Muskeln reichen auf die Venenmündungen hinauf. Die Wand der Vene setzt sich ins Endokard fort, das Myokard erscheint als hinzukommende Schicht.

Aus den Kammern entspringen die großen Arterien mit einem zum sog. Herzskelet gehörenden Bindegewebsring, an dem die Kammernmuskulatur endet. Die eigentliche Gefäßwand wächst dann aus dem Endokard hervor.

Die Klappen bestehen aus Platten kräftigen Bindegewebes, mit elastischen Netzen. Im oberen Teil der Segelklappen (Klappenplatte) findet sich ein Sehnenknorpel (S. 36).

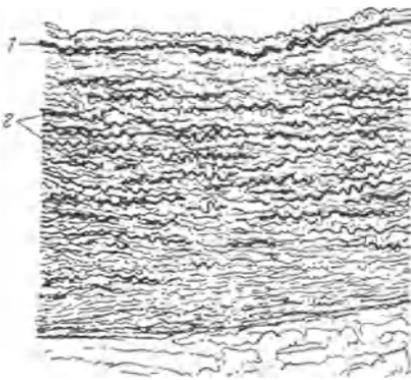


Abb. 76. Wand der Aorta im Querschnitt, sog. elastische Arterie, Elastikafärbung.  
1 T. elastica interna, 2 elastische Platten und Netze der T. media.

Der Reizleitungsapparat besteht aus einer besonderen Form der Herzmuskulatur; an den Ursprungsteilen (Knoten, Hisches Bündel) sind die Fasern feiner, an den Ausbreitungen an der Innenseite der Kammerwand dicker als die sonstige Muskulatur; stets enthalten sie viel Sarkoplasma und nur einen dünnen Mantel quergestreifter Fibrillen.

Die Lymphgefäße beginnen im Bindegewebe fast aller Organe mit geschlossenen Netzen, Schlingen oder blinden Enden (Dünndarmzotten).

Ihre Wand besteht zunächst aus einem Endothel. Die zahlreichen Klappen scheinen oft nur aus einer Lage Endothelzellen zu bestehen. An den größeren Gefäßen kommt Muskulatur und Bindegewebe mit elastischen Netzen hinzu. Die verhältnismäßig starke Muskulatur zeigt innen Längs-, außen Ringfasern. Im ganzen ähnelt die Wand der der Venen; ist ein Inhalt vorhanden, so kann das Fehlen der roten Blutkörperchen gegenüber der Vene zur Unterscheidung dienen. Dasselbe gilt für den Ductus thoracicus.

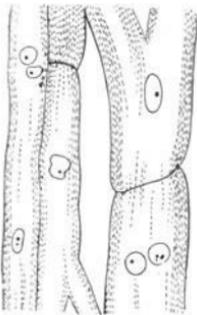


Abb. 77. Muskeln des Reizleitungssystems des Herzens, sog. PURKINJE-sche Fasern von der Innenwand der Kammer.

### Das Blut.

Das Blut besteht aus einer Flüssigkeit, dem Blutplasma, und den darin aufgeschwemmten Blutkörperchen oder Blutzellen. Bei der Gerinnung scheidet das Plasma das Fibrin ab, die übrigbleibende Flüssigkeit ist das Serum.

Unter den Blutkörperchen unterscheidet man rote (Erythrozyten), weiße (Leukozyten) und Blutplättchen (Thrombozyten). Als Blutstäubchen (Hämokonien) werden optisch in Erscheinung

tretende Plasmabestandteile bezeichnet, die die kolloidale Größenordnung eben überschreiten, im wesentlichen sind es feinste Fetttröpfchen.

Die *Erythrozyten* sind flache Scheiben von  $7,5\mu$  Durchmesser, in der Mitte sind sie dünner als am Rande; von der Fläche gesehen sind sie kreisrund, von der Kante gesehen erkennt man die Verdünnung der Mitte (sog. Biskuitform), die Form wechselt (Näpfchenformen). Im durchfallenden Licht sind sie hellgrünlichgelb; im auffallenden und im Dunkelfeld rot. Der Farbstoff ist das Hämoglobin. Sie haben keinen Kern und eine beschränkte Lebensdauer im strömenden Blut. Ihre Zahl beträgt 4—5 Millionen im Kubikmillimeter. Sie entstehen im roten Knochenmark.

Unter den *Leukozyten* unterscheidet man 5 Arten beim Erwachsenen, 6 Arten beim Neugeborenen (Abbildungen siehe die Farbentafel). Ihre Zahl ist im ganzen 6—8 Tausend im Kubikmillimeter. 3 Arten von weißen Zellen, die größer sind als Erythrozyten, führen Körnchen im Zytoplasma (Granulozyten) und haben einen gelappten (polymorphen) Kern; sie entstehen im roten Knochenmark. Diese 3 Arten werden nach der Färbbarkeit (S. 8) der *Körnchen* unterschieden: 1. Neutrophile (70—75% der Gesamtzahl); 2. Eosinophile (etwa 2,5%); 3. Basophile (unter 0,5%) polymorphkernige Granulozyten.

Die vierte Art sind die *Lymphozyten* (20—25% der Gesamtzahl). Sie sind kleiner als die bisher genannten, von der Größe der roten Blutzellen; der Kern ist rund und füllt fast die ganze Zelle aus. Körnchen sind in dem schmalen basophilen Zytoplasmasaum nicht zu erkennen. Sie entstehen in den lymphatischen Organen.

Die fünfte Art ist zugleich die größte, die großen Mononukleären oder *Monozyten* (etwa 2,5% der Gesamtzahl). Der Kern ist in der Regel nierenförmig, das Zytoplasma reichlich ohne Körnchen. Der Ort ihrer Entstehung ist unsicher, es wird jetzt meist angenommen, daß es sich um die in Bewegung gesetzten Histiozyten des Bindegewebes handelt.

Beim Neugeborenen kommen als sechste Art die *Plasmazellen*, hinzu, ebenfalls große Zellen mit rundem Kern, dessen Chromatin grobe Brocken zeigt („Radspeichenstruktur“); das Zytoplasma ist kräftig basophil. Sie entstehen in den lymphatischen Organen.

Die *Thrombozyten* sind sehr kleine Zellen; bei der Blutgerinnung, die sie durch ihren Zerfall in Gang setzen, verändern sie sich sehr stark. Im ganz unveränderten Blut haben sie eine längliche

bis sichelartige Gestalt, im Ausstrichpräparat sind es unregelmäßige „Körperchen“. Sie werden heute als vollständige Zellen mit Kern und Zytoplasma aufgefaßt. Ihre Zahl beträgt etwa

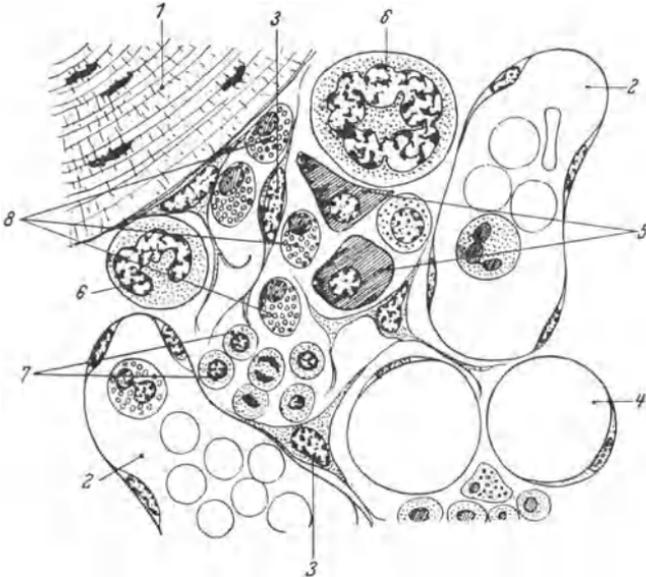


Abb. 78. Rotes Knochenmark. 1 Knochenbälkchen der Spongiosa, 2 Blutsinus, 3 Retikulumzellen, 4 Fettzelle, 5 Myeloblasten, 6 Riesenzelle (Megakaryozyt), 7 Erythroblasten, 8 Myelozyten.

6 Hunderttausend im Kubikmillimeter. Sie entstehen im roten Knochenmark.

Alle diese Zellen vermehren sich nicht im Blute, sie haben ihre Teilungsfähigkeit eingebüßt, und gehen nach mehr oder minder langer Zeit zugrunde. Bei Lymphozyten und Monozyten ist das, was aus ihnen unter Umständen werden kann, sehr umstritten. Sie werden von bestimmten Organen her ersetzt (Blutmauserung), die man deshalb *blutbildende* (hämo-poetische) *Organe* nennt. Diese Organe umfassen das Knochenmark, die lymphatischen Organe und das retikulo-endotheliale oder Makrophagensystem.

### Blutbildende Organe.

Das rote Knochenmark findet sich in den Knochen des Rumpfes mit Ausnahme des Schlüsselbeinschaftes, in den Knochen des Hirnschädels, nicht des Gesichtes; nur im aufsteigenden Kieferast

ist es vorhanden. In den Knochen der freien Gliedmaßen kommt kein rotes Knochenmark vor. Es füllt die Räume der Spongiosa vollständig aus, die Knochenbälkchen dienen als Stützgewebe. Das rote Knochenmark enthält an Stelle der Kapillaren weite Bluträume, Sinus, zwischen diesen und den Knochenbälkchen spannt sich ein mesenchymales Zellnetz (Retikulum) aus, in dessen

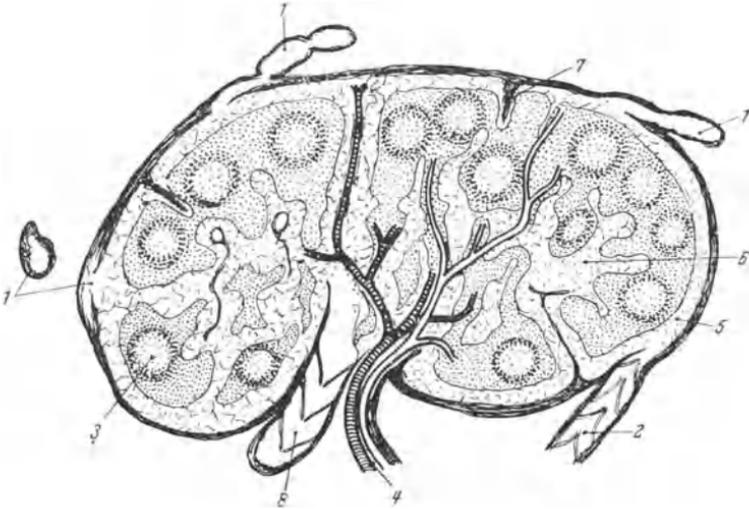


Abb. 79. Schema eines Lymphknotens, etwa aus dem Mesenterium. 1 Zuführende Lymphgefäße (Vasa afferentia), 2 dasselbe, schematisch mit Klappen, 3 Rindenknötchen, 4 Blutgefäße, 5 Randsinus, 6 Zentralsinus, 7 Bälkchen von der Kapsel ausgehend, 8 Vas efferens.

Maschen die blutbildenden Zellen liegen. Die Stammzellen sind die *Myeloblasten*, große, undifferenzierte Zellen embryonalen Charakters mit basophilem Zytoplasma.

Aus ihnen entstehen die *Erythroblasten*, die Hämoglobin enthalten und sich teilen. Sie liegen in Häufchen zusammen, man sieht Teilungsfiguren. Die Erythroblasten verlieren den Kern, er schrumpft (Pyknose) und zerfällt (Karyorhexis) oder wird unzerfallen ausgestoßen.

Die *Myelozyten* sind die Stammformen der granulierten Leukozyten, sie enthalten schon die durch ihre Färbbarkeit gekennzeichneten Körnchen, jedoch ist der Kern noch nicht zerteilt. Auch diese Zellen teilen sich und wandeln sich unter Veränderung des Kernes in die reife Form um. Die reifen roten und weißen Zellen wandern in die Sinus ein und werden vom Blutstrom fortgeführt.

Außer den genannten Zellen kommen die *Knochenmarksriesenzellen* (Megakaryozyten) als geradezu für das myeloische Gewebssystem kennzeichnende Zellform vor. Es sind sehr große Zellen mit vielfach zerschnürtem, meist ringförmigem Kern. Auch sie entstehen aus den Myeloblasten, verbleiben aber im Knochenmark.

Die Art der Entstehung der *Thrombozyten* im Knochenmark ist unsicher, ihre Abkunft von den Riesenzellen wird bestritten.

Das rote Knochenmark enthält stets reichlich Fettzellen.

Die Blutzellbildung geht also außerhalb der Gefäße vor sich. Das ist die bleibende Form der Blutbildung, die sich beim Fetus ausbildet. Der Ort der ersten embryonalen Blutbildung sind die Bluträume der Leber; die Zellen vermehren sich also dabei innerhalb der Blutbahn. Diese erste Art der Blutbildung liefert kernhaltige rote Blutkörperchen. Kernlose Erythrozyten besitzen nur die Säugetiere und der Mensch.

Die Grundlage der *lymphatischen Organe* ist das *lymphatische Gewebe*, das aus einem mesenchymalen Zellnetz mit eingelagerten Zellen besteht. Diese sind die Lymphzellen, die sich nur wenig von den im Blute kreisenden Lymphozyten unterscheiden und sich teilen. An vielen Stellen finden sich auch Plasmazellen. In diesem Gewebe bilden sich nach der Geburt die *Zentren* aus. Sie zeigen in der Mitte einen helleren Raum, der zahlreiche, auch sich teilende Retikulumzellen enthält, spärliche Lymphocyten und zahlreiche Reste zerstörter Zellen; letztere können sehr reichlich werden, so daß ein verödetes Zentrum erscheint. Rund um diesen Raum sind die Lymphocyten in dichten Reihen angeordnet. Diese Reaktionszentren (HELLMANN) sind Stätten besonderer Funktion, Vernichtungsfelder für schädliche Körper. Sie bilden sich nur aus, wenn der Organismus mit der von Mikroorganismen und giftigen Stoffen erfüllten Außenwelt in Berührung tritt.

Lymphatisches Gewebe kommt vor 1. in der Darmschleimhaut als *Noduli lymphatici*, 2. in den Tonsillarorganen des Mundes und Rachens, hier in Verbindung mit epithelialen Krypten, 3. als Lymphknoten in Verbindung mit Lymphbahnen, 4. in der Milz in Verbindung mit der Blutbahn, 5. als zerstreute, unregelmäßig vorkommende kleine Ansammlungen in den serösen Häuten und im Bindegewebe verschiedener Organe.

Die *Lymphknoten* sind durch eine Kapsel nach außen abgegrenzt, die vom lymphatischen Gewebe mehr oder weniger vollständig ausgefüllt ist; das Äußere wird als Rinde, das Innere als Mark

bezeichnet, doch wechselt der Bau sehr, bildet sich auch im Laufe des Lebens um. Einige Bindegewebszüge, die von der Kapsel ausgehen, stützen das Innere (Trabekel). In die Kapsel hinein münden

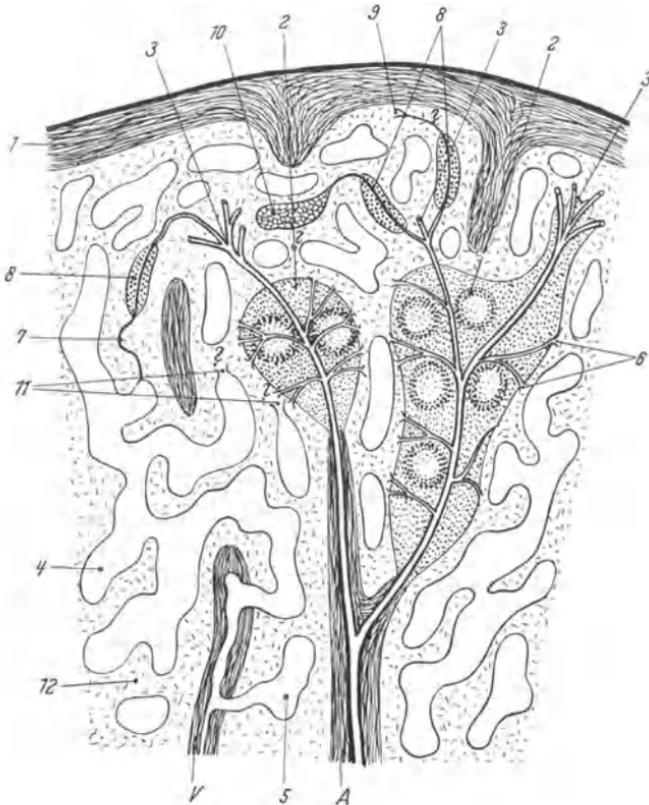


Abb. 80. Schema der Milz; jede Säugetierart hat dabei ihre Besonderheiten, was bei Experimenten beachtet werden muß. Die Milz des Menschen hat mehr Sinus als hier gezeichnet, auch sind die MALPIGHISCHEN Körperchen (Lymphscheide) dünner. 1 Kapsel, 2 MALPIGHISCHES Körperchen mit Zentralarterie, 3 Pinselarterie, 4 venöse Sinus, 5 Sinus, der durch eine Pulpavene in eine Balkenvene mündet, 6 Ausmündung der Kapillaren des MALPIGHISCHEN Körperchens in das Retikulum der roten Pulpa, 7 Kapillare, die in den Sinus mündet, 8 Hülsenkapillare, 9 Ausmündung der Hülsenkapillare in das Retikulum der roten Pulpa, beim Menschen sehr zweifelhaft, 10 sog. Kölbchen, beim Menschen nicht vorkommend, 11 offene Mündungen der venösen Sinus, beim Menschen fraglich, 12 Pulparetikulum.

A Balkenarterie, V Balkenvene.

Lymphgefäße (Vasa afferentia), die beim Eintritt in die Kapsel ihre Muskelwand verlieren und nach einigen Windungen in den unter der Kapsel befindlichen Lymphraum, den Randsinus,

münden. Von diesem aus breiten sich die zentralen Sinus im Innern aus. Zwischen den Sinus liegt das lymphatische Gewebe mit Zentren. Aus den Zentralsinus führen ein oder wenige Vasa efferentia die Lymphe ab. Zu- und abführende Lymphgefäße sind an der Stellung der Klappen kenntlich. Gewöhnlich ist ein *Hilus* vorhanden, an dem die Blutgefäße ein- und austreten und sich

meist auch ein Vas efferens findet. Die Gefäße durchziehen das Innere in den Balken und bilden im lymphatischen Gewebe ein Kapillarnetz.

Die Sinus sind von Endothel ausgekleidete Räume. An Stelle der Klappen der zu- und abführenden Gefäße ist ein endotheliales Zellnetz ausgespannt. In den Sinus finden sich ferner Lymphozyten, die vom lymphatischen Gewebe durch das Endothel einwandern,

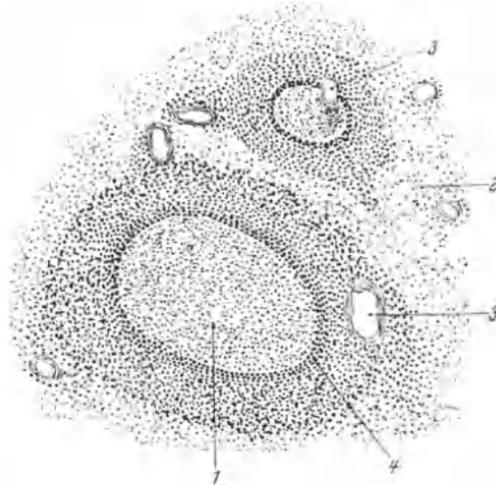


Abb. 81. Milz. MALPIGHISCHES Körperchen vom Menschen. 1 Zentrum des Nodulus, 2 rote Pulpa, 3 Zentralarterie, 4 Lymphozytenwall.

große Endothelphagozyten und Bindegewebsmastzellen. Die in dem Lymphknoten gebildeten Lymphozyten werden auch durch die Blutbahn hinweggeführt.

Auch die *Milz* ist zunächst von einer Kapsel umgeben, von der aus sehr reichliche Trabekel durch das weiche innere Gewebe, die Pulpa, hindurchziehen. Sie enthalten in der Kapsel zahlreiche elastische Netze, beim Menschen wenig glatte Muskulatur; die Milz ist dehnbar wie ein Gummiballon. An der Pulpa unterscheidet man die MALPIGHISCHEN Körperchen als weiße Pulpa von der roten Pulpa. Die genauere Betrachtung geht am besten von den Gefäßen aus.

Die größeren Arterien und Venen treten in den Hilus ein und verzweigen sich im Trabekelgerüst. Die Arterien trennen sich jetzt von den Venen, treten in die Pulpa aus und umgeben sich mit einer Hülle lymphatischen Gewebes mit Zentren (MALPIGHISCHE

Körperchen und Art. centrales). Nach dem Austritt aus den MALPIGHISCHEN Körperchen verzweigen sie sich schnell (Pinselarterien, A. penicillatae), verlieren bald ihre Muskulatur und umgeben sich mit einer Zelhülle (Hülsengefäß oder SCHWEIGGER-SEIDELSche Kapillare). Der weitere Verlauf ist nicht völlig geklärt.

Beim Menschen wird der größte Teil der roten Pulpa von den *Milzsinus* eingenommen. Dies sind dünnwandige Bluträume, deren

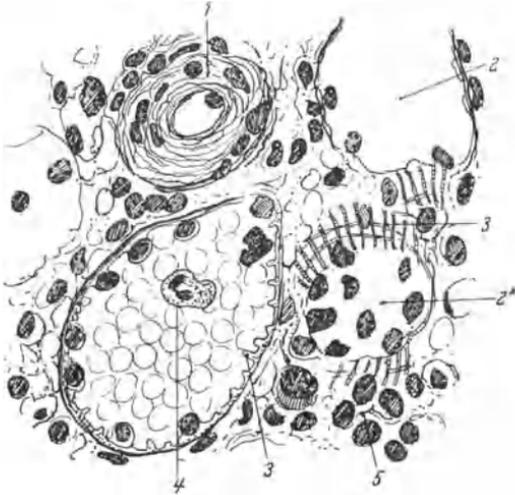


Abb. 82. Milzsinus und Hülsenkappillare. 1 Hülsenkappillare, quer getroffen, 2 Sinus, 2<sup>x</sup> dasselbe, zum Teil im Flachschnitt der Wand, 3 langgestreckte Endothelien der Wand, rechts längs, links quer getroffen; 4 großer Endothelphagozyt im Sinus, 5 Pulparetikulum mit Lymphozyten.

Endothel außen von reifenförmig verlaufenden Fasern umgeben wird, die senkrecht zu den langgestreckten Endothelzellen verlaufen. Diese springen ins Innere vor, bei starker Füllung und Dehnung platten sie sich ab. Aus den Sinus gehen die *Pulpa*-venen hervor, die dann in die Trabekelvenen münden. Zwischen den Sinus spannt sich das Pulparetikulum aus, ein mesenchymales Zellnetz mit eingelagerten Zellen.

Zwischen den oben geschilderten Arterien und den Sinus besteht eine unmittelbare Verbindung durch Kapillaren. Daneben münden von den Arterien ausgehende kapillare Äste in das Pulparetikulum aus. Dies ist der einzige Ort im Körper, wo die Blutbahn offen ist und keine Endothelwand hat. Beim Menschen ist mit Sicherheit nur *ein* solcher Weg nachgewiesen, nämlich Kapillaren,

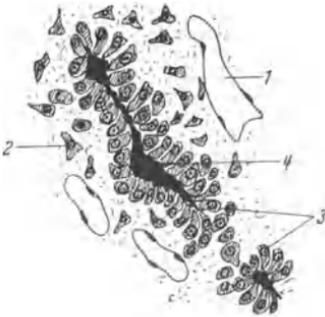


Abb. 83. Freie Knochenbildung im Mesenchym. 1 Blutgefäß, 2 Mesenchymzelle, 3 Osteoblasten, 4 Knochengrundsubstanz.

Verbindungen zwischen den Sinus und dem Pulparetikulum sind beim Menschen nicht mit Sicherheit erkennbar, die Zellen treten

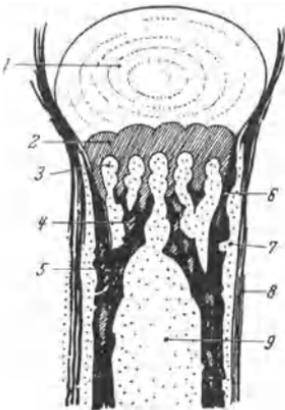


Abb. 84. Knochenbildung auf der Grundlage eines knorpelig vorgebildeten Skeletstückes, früheres Stadium. 1 Epiphysenknorpel, 2 verkalkter Knorpel, 3 Eröffnung der Knorpelhöhlen, 4 Knorpelreste in 5 dem enchondralen Knochen, 6 perichondraler Knochen mit seinem Ende der Epiphyse aufliegend, 7 Periost, Kambiumschicht, 8 Periost, fibröse Schicht, 9 Markraum.

die das MALPIGHISCHE Körperchen durchziehen und außerhalb dieses ins Pulparetikulum münden. Das MALPIGHISCHE Körperchen ist gegen dieses durch eine lockere Hülle von Retikulumzellen abgegrenzt. Bei Tieren sind als Enden der aus den Hülsengefäßen hervorgehenden Kapillaren noch offene Mündungstrichter und „Kölbchen“ nachgewiesen.

So befinden sich im Pulparetikulum alle Elemente des Blutes, vor allem auch Erythrozyten. Offene Verbindungen zwischen den Sinus und dem Pulparetikulum sind beim Menschen nicht mit Sicherheit erkennbar, die Zellen treten durch die Wand der Sinus wieder in diese ein. Ferner liegen zahlreiche Lymphozyten und Gruppen von Plasmazellen, auch Bindegewebsmastzellen, in diesem Gewebe. Es nimmt beim Menschen nur schmale Räume zwischen den Sinus ein. Bei manchen Säugetieren sind die Sinus viel spärlicher.

Die Milz liefert als lymphatisches Organ Lymphozyten, ferner werden in ihr die ausgedienten roten Blutzellen abgebaut; auch dient sie als Erythrozytenspeicher.

Alle bisher als blutbildende Organe beschriebenen Einrichtungen sind zugleich Teile eines umfangreichen Organsystems, das der Abwehr belebter und unbelebter, ins Innere des Körpers gelangter Schädlichkeiten dient. Eine wichtige Rolle spielt dabei das Vermögen vieler Zellen, geformte Teile aufzunehmen, *Phagozytose*. Mikrophagen, d. h. im wesentlichen Bakterienfresser, sind die neutrophilen Granulozyten.

Makrophagen, d. h. Zellen, die größere Teile, z. B. rote Blutkörperchen aufnehmen können, sind die Monozyten des Blutes und die Histiozyten des Bindegewebes. Letztere können sich lösen und wandern, die Monozyten werden von vielen als

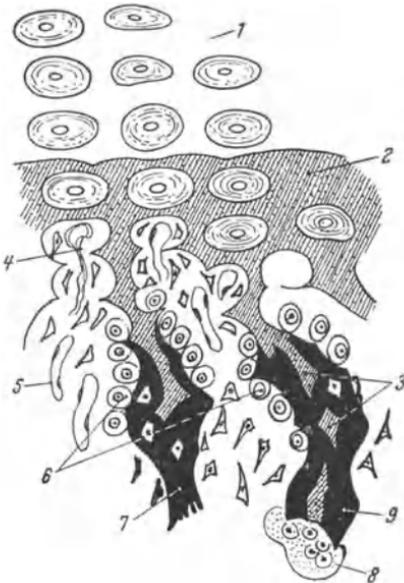


Abb. 85. Erweiterung des Markraumes gegen die Epiphyse zu, enchondraler Knochen. 1 unverkalkter, 2 verkalkter Knorpel, 3 Reste des verkalkten Knorpels in enchondralem Knochenbälkchen, 4 Kapillare mit Mesenchym eröffnet die Knorpelhöhle, 5 Kapillare des Markes, 6 Osteoblasten, 7 Knochenbälkchen, 8 Osteoklast, der 9 ein Knochenbälkchen abbaut.

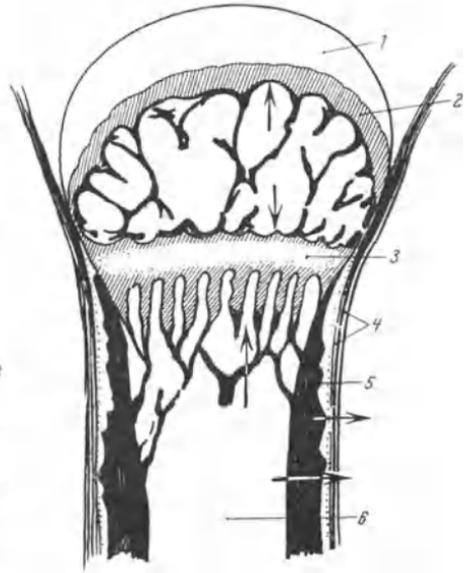


Abb. 86. Dasselbe wie Abb. 84, späteres Stadium. 1 Gelenkknorpel, 2 dessen verkalkte Schicht, 3 knorpelige Epiphysenscheibe, zwischen 2 und 3 der Knochenkern der Epiphyse, 4 Periost, in die Gelenkkapsel übergehend, 5 Diaphysenknochen, 6 Markraum, die Pfeile geben die Wachstumsrichtung an, Erweiterung des Markraumes, Dickenwachstum der Diaphyse, Vergrößerung des Epiphysenkernes.

solche wandernden Histiozyten angesehen, sie entstehen also darnach im Bindegewebe. Daneben haben viele Endothelien die Eigenschaft der Makrophagie, die der Lymphsinus der Lymphknoten, der Milzsinus, der Knochenmarksinus, der Leberkapillaren, der Kapillaren der endokrinen Drüsen. Alle diese Zellen können sich auch lösen und als *Endothelphagozyten* auf die Wanderschaft gehen.

Die dritte Gruppe von Makrophagen sind die Retikulumzellen der blutbildenden Organe.

Neben der Fähigkeit, grobe Teile zu fressen, haben alle Makrophagen das Vermögen, kolloidale Teilchen, z. B. künstlich eingebrachte Farbstoffe, Tusche, die eingeatmeten Kohlenteilchen, artfremdes Eiweiß und Ähnliches aufzunehmen, zu speichern und wenn möglich zu zerstören. Damit kann man diese Zellen am besten nachweisen. Das ganze System aus Histiozyten, Retikulumzellen und Endothelien heißt retikulo-endotheliales System oder System der Makrophagen.

## 2. Bewegungsapparat.

### Die Entwicklung.

Am Bewegungsapparat unterscheidet man den aktiven, bewegenden Teil, nämlich die Muskulatur mit ihren Hilfsorganen und Gleitvorrichtungen von dem passiven, bewegten Teil, d. i. das Skelet mit Gelenken und Bandapparaten.

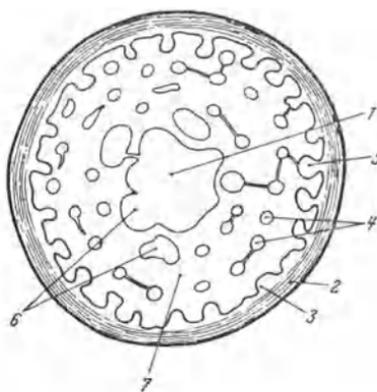


Abb. 87. Röhrenknochen vom Neugeborenen im Querschnitt. 1 Markhöhle, 2 Periost, Strat. fibrosum, 3 Periost, Kambiumschicht, 4 HAVERSsche Kanäle, 5 HAVERSscher Kanal in Bildung, 6 Abbauräume.

Das Skelet entwickelt sich aus dem Mesenchym, in dem Bildungsgewebe, Blasteme auftreten (Stadium des häutigen, besser Blastemskeletes). Aus diesen Blastemen gehen Knorpel hervor, die zusammen das Knorpel- oder *Primordialskelet* bilden.

Es wird ersetzt durch das bleibende Knochenskelet, und zwar so, daß der größere Teil des Knorpels zerstört und durch Knochen ersetzt wird; hinzu kommen Ergänzungs- (Beleg-) Knochen, vorzüglich am Kopfe, denen kein Knorpelstück vorhergeht. So ist der passive Bewegungsapparat des Menschen dann ein Knorpel-Knochen-Bandskelet.

Wir unterscheiden also bei der Entwicklung der Knochen die freie Knochenbildung im Mesenchym, die *perichondrale* und die *enchondrale* Knochenbildung. Bei der ersteren entstehen aus dem mesenchymalen Zellnetz, aber mit diesem dauernd in Verbindung bleibend, große Zellen, die *Osteoblasten*, die zwischen sich die Knochengrundsubstanz aufbauen. Im Mesenchym bereits

befindliche kollagene Fasern werden in den Knochen hineingenommen. Ist das in größerem Ausmaße der Fall, wie bei älteren Feten, bei denen das Mesenchym bereits in ein faserreiches embryonales Bindegewebe übergegangen ist, so spricht man von *Bindegewebsverknöcherung*. Die Osteoblasten geraten beim Aufbau der Grundsubstanz in diese hinein, bleiben aber zeitlebens durch ihre Ausläufer untereinander und mit dem Zellnetz der Umgebung in Verbindung. So entsteht das System der Knochenhöhlen und -kanälchen mit dem darin befindlichen protoplasmatischen Zellnetz. Gleichzeitig wird ein System größerer Kanäle ausgespart, in dem, umgeben vom mesenchymalen Gewebe, die Gefäße verlaufen. So entsteht das Netz der Gefäßkanäle und Markräume.

Die neugebildete Knochengrundsubstanz enthält noch keine Kalksalze (Osteoid); erst einige Zeit nach der Bildung nimmt sie den Kalk, anscheinend ohne unmittelbare Beteiligung der Zellen auf und erhärtet dadurch zum Knochen.

Grundsätzlich werden das Knochengewebe und die knöchernen Skeletorgane mit ihrem Hohlraumssystem überall auf die geschilderte Weise von den Osteoblasten aufgebaut. Bei der *Knochenbildung auf knorpeliger Grundlage* wird dieser Aufbau vereinigt mit der *Zerstörung* eines großen Teiles des *vorhandenen Knorpelstückes*. Zuerst setzt die perichondrale oder periostale Knochenbildung ein; eine röhrenförmige Knochenhülle wird so, wie es eben für die freie Knochenbildung geschildert wurde, rund um den Knorpel, unmittelbar auf dem Knorpelgewebe aufgebaut. Die knorpeligen Epiphysen ragen zu beiden Seiten aus dieser Röhre heraus. Bald nach Beginn dieses Vorganges wird der Knorpel in der Mitte der Diaphyse zerstört. Der Zerstörung geht stets, auch bei allen weiteren Vorgängen eine Verkalkung der Knorpelgrundsubstanz voraus. Es dringt embryonales Bindegewebe mit Kapillarschlingen durch einen großen Gefäßkanal der Knochenhülle gegen den Knorpel vor und schafft durch dessen Zerstörung den *primordialen Markraum*. Die Kapillarschlingen eröffnen dabei die Knorpelhöhlen, die Knorpelzellen verschwinden. Die weitere Zerstörung der Grundsubstanz wird von vielkernigen Riesenzellen, Chondro- oder Osteoklasten übernommen. So wächst der Markraum und dringt gegen die Epiphysen vor, so daß diese nur noch wie Pfröpfe in der periostalen Knochenröhre sitzen. Die *enchondrale Knochenbildung* übernimmt die Befestigung; Teile

der Knorpelgrundsubstanz werden vom Knochen umhüllt und so ein Bälkchensystem gebaut, das die Epiphyse mit der Diaphyse verbindet. Es bildet sich nun ein stationärer Zustand heraus, in dem das Wachstum des Knorpels, die Zerstörung des Knorpels vom Markraum aus, die Bildung periostalen und enchondralen Knochens einander die Waage halten. Dabei wird der Markraum gegen den Knochen zu erweitert, also ständig ein Teil des enchondralen wie des periostalen Knochens von innen her durch Osteoklasten zerstört. Der Knorpel ist dabei das eigentliche Wachstumsgewebe, denn nur der Knorpel kann sich durch Einbau oder Quellung (Intussuszeption) vergrößern; der Knochen kann nur durch Anbau (Apposition) wachsen, muß also durch Zerstörung des Überflüssigen in seiner Form ausgestaltet werden.

In den Epiphysen und kurzen Knochen wird später ebenfalls, und zwar zunächst enchondraler Knochen in inneren Knochenherden gebildet. Auch hierbei wird vorher die zu zerstörende Knorpelgrundsubstanz mit Kalk beladen. Gegen diese verkalkten Stellen dringen Gefäßkanäle vor und das weitere entspricht den Vorgängen im Markraum der Diaphyse. Die Knochenkerne erreichen die Oberfläche und eine periostale Kortikalis schließt die Binnenräume ab. Zunächst bleibt neben dem *Gelenkknorpel* die *Epiphysenscheibe* als Organ des Längenwachstums erhalten. Nach Abschluß des Wachstums werden die Markräume der Epi- und Diaphyse unter Zerstörung dieser Knorpelscheibe vereinigt.

Was zunächst gebildet wird, ist feinfaseriger geflechtartiger Knochen. Im zweiten Jahr nach der Geburt wird er durch Lamellenknochen ersetzt, zuerst im Innern von den Gefäßkanälen aus, die von Osteoklasten zu großen Hohlräumen erweitert und von Lamellenknochen wieder bis auf den Gefäßkanal ausgefüllt werden. Dann wird auch von außen Lamellenknochen gebildet, der Knochen wächst ständig, der Markraum erweitert sich, die ganze zuerst gebildete Knochensubstanz wird dabei zerstört. Der Umbau, Zerstörung durch Osteoklasten und Aufbau neuer Lamellensysteme hört erst mit dem Tode auf.

### Der Bau der Skeletorgane.

Das Ergebnis dieser Vorgänge zeigt der Bau der *Kompakta der Röhrenknochen*. Sie besteht aus einem Mauerwerk verschiedener und verschieden alter Lamellensysteme und aus Bruchstücken

davon. Sie wird durchzogen von den HAVERSSchen Kanälen, zu denen die HAVERSSchen Lamellensysteme (Speziallamellen) gehören, beide zusammen haben wir S. 38 als Osteon oder Knochenröhrchen bezeichnet. Manche Strecken der vom Periost bekleideten Oberfläche, niemals die ganze, sind von äußeren Generallamellen bedeckt, der Markraum von ebenso unregelmäßigen inneren

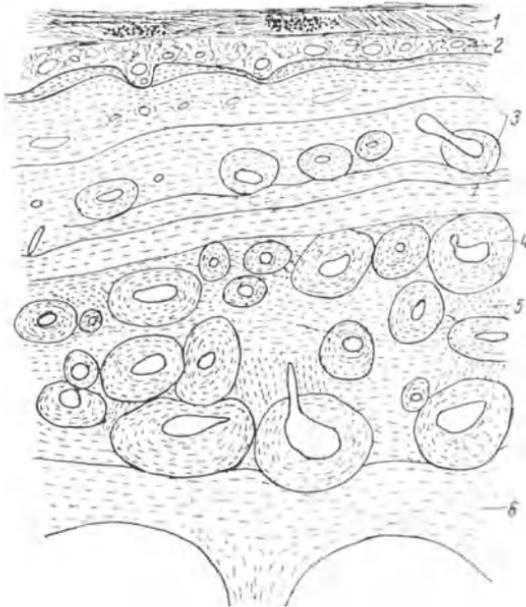


Abb. 88. Röhrenknochen, Querschnitt. 1 Stratum fibrosum, 2 Kambiumschicht des Periosts, 3 äußere Generallamellen, 4 Speziallamellen, 5 Interstitiallamellen, 6 innere Generallamellen. K.

Generalsystemen begrenzt. Zwischen den Osteonen liegen Bruchstücke älterer Osteone und von Generallamellen (Interstitiallamellen).

In den, in der Regel der Länge nach verlaufenden HAVERSSchen Kanälen findet man je eine kleine Arterie und Vene. Die Kapillaren liegen in den VOLKMANNschen Kanälen, die keine eigenen Lamellensysteme besitzen und die HAVERSSchen Längskanäle sehr reichlich der Quere nach untereinander und mit dem Markraum, weniger reichlich mit der Periostfläche verbinden.

Auch die *Spongiosa* zeigt den Bruchstückbau, der je nach dem Knochen aus feineren oder derberen Balken und Platten

besteht. In den größeren kommen auch kleinere Osteone vor; sie werden häufig von kurzen VOLKMANNschen Kanälen durchbohrt. Die kurzen Knochen und die Epiphysen bestehen ganz aus Spongiosa mit einer dünnen Außenhaut (Kortikalis) ohne Kompakta.

Das *Periost* besteht aus einer derben gefäßarmen äußeren Faserschicht und einer gefäßreichen inneren Kambiumschicht, die das Dickenwachstum besorgt, sie enthält zahlreiche Gefäße, an Wachstumsstellen Osteoblasten. Vom Periost dringen die SHARPEYschen Fasern in die äußeren Generallamellen ein; diese sind daran kenntlich, auch wenn sie beim Wachstum als Bruchstücke tief ins Innere geraten. Auch Abtragungsstellen finden sich reichlich, die mit grobfaserigem Knochen ausgefüllt werden, so Verbindungen zwischen Periost und Knochenoberfläche schaffend.

Die *Bandansätze* enthalten sehr häufig Faserknorpel vom primordialen Skelet her, an dem sich der Knochen dann als enchondral gebildeter Knochen von innen her anlagert. Andere Stellen zeigen größere Spitzen und Zacken grobfaserigen Knochens, in den Teile der Bänder einstrahlen, andere legen sich parallel der Oberfläche auf die Tuberositäten darauf. Gerade an und in diesen Bandansätzen wird dauernd abgetragen und aufgebaut. In der Regel ist ein Teil des einstrahlenden Bandes verkalkt.

An den *Gelenken* ist der *Knorpelüberzug* ein Rest des Primordialknorpels. Seine Oberfläche ist die Grenze, bis zu der die Abtragung des Knorpels vorrückte, sie ragt mit spitzen Zacken in den Knochen hinein. Eine schmale Zone des Knorpels ist verkalkt. Die Oberfläche ist glatt und hängt am Rande mit dem Periost zusammen, an diesen Rändern findet sich oft Faserknorpel.

Die *Kapsel* besteht außen aus derbem Band- und Sehnenewebe, wozu auch die Bänder und einstrahlende Sehnen gehören. Die harten Bandmassen werden von gefäßreichen Fettschichten unterbrochen und sind auch außen reichlich von Fettmassen umgeben; so kommt die Beweglichkeit der Kapsel zustande. Innen liegt dann meist wieder unter Zwischenschaltung reichlicher Fettmassen die *Synovialhaut* der Kapsel auf. Sie enthält reichlich Gefäße und die Oberfläche besteht aus zartem Bindegewebe, oft mit Zellschichten (Bindegewebszellen) bekleidet. Wo Sehnen und Bänder auf dem Knorpel schleifen, fehlt die Synovialhaut. Die Gelenkzotten finden sich nur auf der weichen Synovialhaut, vorzugsweise in Nischen und Winkeln. Sie enthalten keine Gefäße und bestehen

aus einem Strang von Bindegewebe, der mit Zellen oft in kleinen Ballen besetzt ist.

Wo die Knochenoberfläche in das Gelenk hineinragt, ist sie auf dem Periost von Synovialhaut bekleidet, die meist reichlich Zotten trägt.

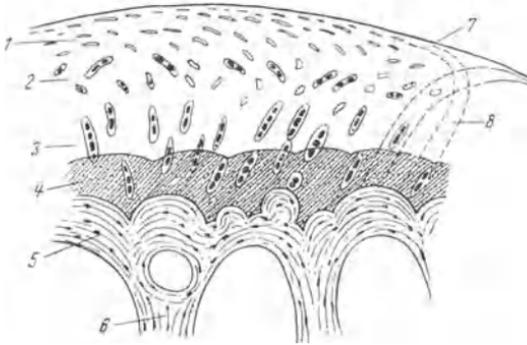


Abb. 89. Gelenkknorpel. 1 Oberflächenschicht, 2 Mittelschicht, 3 Tiefenschicht mit großen ovalen Chondronen, 4 vercalcigte Schicht, 5 Knochen unter dem Knorpel, 6 Spongiosabalken, 7 Gelenkfläche, 8 Verlauf der Fibrillen.

An den *Knochennähten* des Schädels wird der feste Zusammenhalt beider Knochen neben der Verzahnung der beiden Knochenkanten durch die beiden Periostüberzüge hergestellt. Die Naht



Abb. 90 a u. b. Synovialzotten nach Totalpräparaten aus dem Kniegelenk.

selbst ist von zartem gefäßreichen Bindegewebe, entsprechend der Kambiumschicht des Periosts, erfüllt. Die Nähte sind Zuwachsstellen wie die Epiphysenscheiben und verschwinden allmählich mit dem Aufhören des Wachstums.

Nicht das ganze Primordialskelet verschwindet mit der Ausbildung des knöchernen. Neben den Gelenkknorpeln bleiben die Rippenknorpel und das Skelet der tiefen Luftwege, auch einige Teile des Nasenskelets knorpelig. Die *Architektur der Knorpelstücke*

ist im Gegensatz zum Bruchstückbau des Knochens einheitlich, allerdings ist der Knochen eines der umbildungs- und heilungsfähigsten Gewebe des Körpers; der Knorpel eines der dazu am wenigsten fähigen. Außen ist das Knorpelstück vom Perichondrium überzogen, einer derben Faserhülle; die verzweigte Bindegewebszellen führt. Sie geht ohne scharfe Grenze durch Einlagerung von Chondromukoid in Knorpel über, in einer bestimmten Fläche werden die Zellen rundlich, zunächst flach, linsenförmig. Dann kommen einzelne rundliche Zellen mit eigener Wickelung, in der Tiefe und Mitte des Knorpelstückes mehr- und vielzellige Chondrone. Die Fibrillierung der tiefen Zwischenschichten läuft quer durch das Knorpelstück hindurch und biegt in der Zone der einzelligen Chondrone im Bogen in die subperichondrale Schicht um, hier parallel zur Oberfläche verlaufend. Dieser Bau ist der Beanspruchung durch Biegung besonders angepaßt.

Die *Gelenkknorpel* zeigen denselben Bau, die Oberfläche entspricht der subperichondralen Schicht, der das Perichondrium fehlt. Die tiefen Schichten der Chondrone — hier meist langgestreckt, oval, mit der Achse senkrecht zur Oberfläche — sind dann von der Verkalkung und der Zerstörung bei der Knochenbildung erfaßt.

Die *Zwischenwirbelscheiben* und die *Symphyse* sind mit Hyalinknorpelschichten auf dem Knochen befestigt. Die Knochenknorpelgrenzen gleichen denen der Gelenkknorpel. Aus diesen Hyalinknorpelschichten wächst dann ein Faserknorpel heraus, der die plastische formbare Innenzone bildet. An der Symphyse ist dieser Knorpel gekreuzt faserig, an den Zwischenwirbelscheiben besteht er aus konzentrischen Ringen, die nach innen in einen ganz weichen, sehr wasserreichen Knorpel, den Nucleus pulposus übergehen. Am Erwachsenen sind die hier beim Fetus vorhandenen Reste der Chorda dorsalis völlig verschwunden. Nach außen geht dann sowohl bei der Symphyse, wie an den Zwischenwirbelscheiben der Faserknorpel in derbes Binde- und Sehngewebe über.

### Die Muskulatur.

Der ganze aktive Bewegungsapparat, vor allem die *Muskulatur*, weist nicht die Mannigfaltigkeit des Feinbaues auf, wie das Skelet. Im *Muskel* sind die Elemente, die quergestreiften Fasern, zunächst zu parallelfaserigen *Primärbündeln* vereinigt. Diese Bündel sind das eigentliche Bauelement des Muskels, die „Fleischfasern“; auch

in der mimischen Muskulatur bestehen die „Fasern“ aus solchen Bündeln, einzelne Muskelfasern kommen nirgends vor. Aus solchen Bündeln sind dann die größeren Verbände aufgebaut, selten in paralleler Anordnung der Bauteile, sondern zu Fiederungen, Fächern usw. zusammengefügt. Das ganze System ist von Bindegewebe erfüllt, Perimysium, dessen äußerer, den Muskel umhüllender Teil Perimysium externum, der andere internum genannt wird. Beide hängen zusammen.

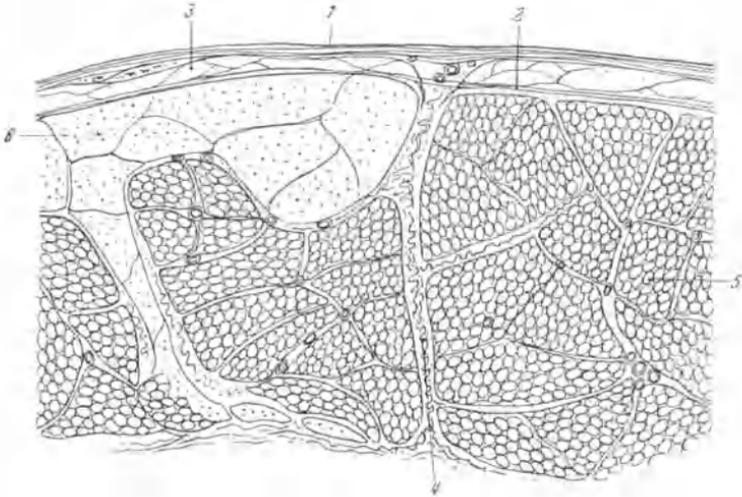


Abb. 91. Querschnitt des Muskels mit Sehne. 1 Faszie, 2 Perimysium externum, 3 Gleitschicht zwischen 1 und 2, 4 Perimysium internum, 5 Muskelbündel, 6 Sehne.

Die Primärbündel werden von Bindegewebe umhüllt, schließlich ist im Primärbündel jede Muskelfaser von Bindegewebe umgeben, dessen kollagene Fasern sich nicht von den Sarkolemmschläuchen trennen lassen. Dieses ganze System macht die Formänderung des Muskels, den Wechsel zwischen gespannten und schlaffen, zwischen dicken kurzen und dünneren längeren Zuständen mit.

Die *Sehnen* entwickeln sich durch Zusammentreten der Endsehnen des Primärbündels. Nicht alle Muskelfasern laufen vom Ursprung zum Ansatz durch, sie enden und neue beginnen im Perimysium. Kommt es nicht zur Bildung größerer Sehnen, so verflechten sich die Faserenden der Sarkolemm unmittelbar mit dem Stratum fibrosum des Periosts oder mit den Faszien.

In der Regel steht die Muskelfaser schräg zur Sehne oder dem Ansatzgewebe.

In den Septen verzweigen sich die Blutgefäße und Nerven; diese machen ebenfalls die Formänderungen und Bewegungen mit; im zusammengezogenen Muskel verlaufen sie geschlängelt. Schließlich verzweigen sie sich zu Kapillarnetzen im Primärbündel und zu den Endigungen (s. S. 90) an jeder Muskelfaser. Im Muskel kommen Sinnesorgane, die *Muskelspindeln*, vor. Einige Fasern treten in ein spindelförmiges System zarter konzentrischer, durch Flüssigkeit aufgeblähter Hüllen ein, spalten sich und treten am anderen Ende wieder

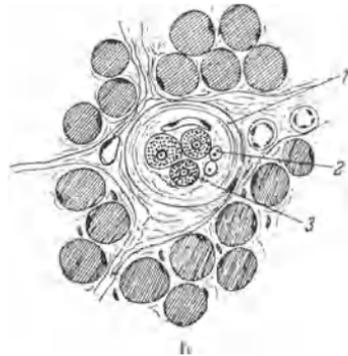
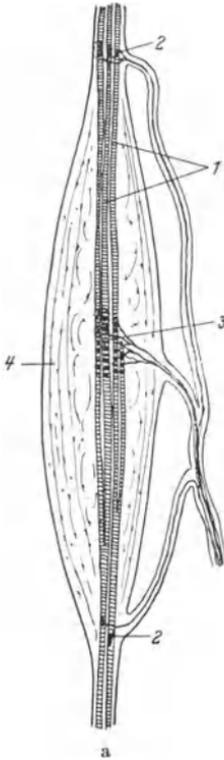


Abb. 92 a. Muskelspindel in der Längsansicht. 1 Muskelfasern, 2 motorische Endigungen, 3 sensible Endigungen, 4 Hülle. b Querschnitt. 1 Hülle, 2 Nervenfasern, 3 Muskelfaser.

aus; das eine Ende zeigt also mehr Fasern als das andere. In der Mitte verschwinden die quergestreiften Säulchen ganz oder bis auf eine dünne Hülle. Dieses etwas dickere Stück enthält zahlreiche Kerne. An ihm endet eine sensible Faser. Motorische Endigungen finden sich an den Fasern ober- und unterhalb der Spindel. In den Sehnen kommen die *Sehnenspindeln* vor.

Zu den Hilfsorganen der Muskulatur gehören auch die Faszien, derbe Membranen straffen Bindegewebes, oft mit Sehnenfasern durchflochten. Zwischen Perimysium und Faszie liegt die Gleit-

schicht, eine Schicht sehr zarten wasserreichen Bindegewebes, das durch seine Formbarkeit das reibungslose Spiel des Muskels ermöglicht. Eben solche Schichten finden sich zwischen den Muskeln, zwischen Muskeln und Periost.

Andere Gleitvorrichtungen sind weiche Fettkörper, die in Hüllen sehr zarten Bindegewebes eingeschlossen sind, ferner die Schleimbeutel, die Ähnlichkeit mit dem Bau der Gelenke zeigen, wenn auch eigentliche Kapseln und Synovialhäute nur schwach ausgebildet sind.

Die Sehnenscheiden haben völlig den Bau der Gelenke. Die Gleitflächen sind glatt, ohne Synovialhaut, die Winkel und Spalten zeigen richtige Synovialhäute mit Zellbelägen (S. 66).

### 3. Die Haut.

#### Die Oberhaut und Lederhaut.

Von „Häuten“ ist schon S. 21 die Rede gewesen. Auch die äußere Körperbedeckung hat den grundsätzlichen Aufbau aus einer

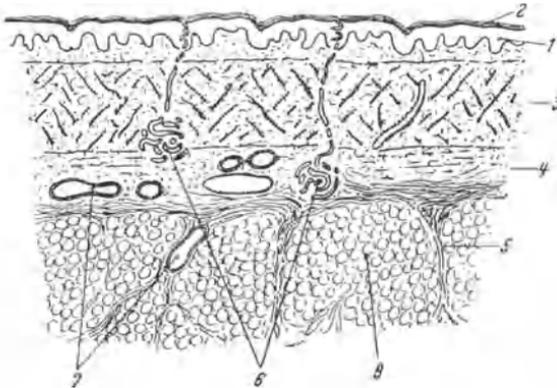


Abb. 93. Übersicht über Haut und Unterhaut. 1 Epidermis, Keimschicht, 2 Epidermis, Hornschicht, 3 Lederhaut (Stratum compactum der Kutis), 4 Gefäß-Drüsenschicht, 5 Unterhaut (Subkutis), 6 Schweißdrüsen, 7 Blutgefäße, 8 Fettläppchen der Unterhaut.

Schicht von Bindegewebe (Lederhaut, Korium oder Kutis) und einem Epithel (Oberhaut, Epidermis). Zwischen der Haut und der äußeren Faszie des Bewegungsapparates befindet sich die Unterhaut (Subkutis, Tela subcutanea). Sie besteht aus bindegewebigen Platten und Strängen, die in der Regel Fettläppchen einschließen. Die Unterhaut macht die Haut gegen die Faszie verschieblich.

Die *Epidermis* ist ein geschichtetes Plattenepithel. Man unterscheidet zwei Hauptschichten, die Keimschicht (*Stratum germinativum*), die aus lebenden protoplasmatischen Zellen besteht, und die Hornschicht (*Stratum corneum*), die von abgestorbenen, wasserarmen, platten Schüppchen gebildet wird. Zwischen beiden liegt das *Stratum granulosum*, in dem sich die protoplasmatischen Zellen der Keimschicht in die Hornschüppchen umwandeln.

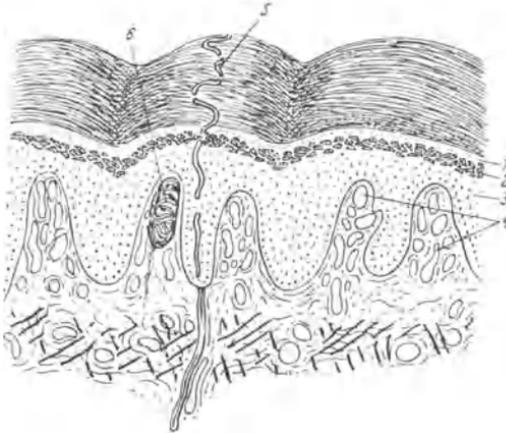


Abb. 94. Epidermis von der Hohlwand. 1 *Stratum lucidum*, 2 *Stratum granulosum*, 3 *Stratum germinativum*, 4 Papillen mit Gefäßen, 5 Schweißdrüsengang, der Strich zeigt auf das Stück im *Stratum corneum*, 6 Papille mit Tastkörperchen.

Das *Horn* ist ein besonderes Produkt eines chemischen Aufbaues und bildet eine mechanisch und chemisch sehr widerstandsfähige Außenhaut. Es besteht aus sehr feinen Stäbchen oder Fibrillen, die positiv einachsig doppeltbrechend sind. Die Fibrillierung läuft in der Hornschicht parallel der Oberfläche. Sie setzt sich als Epithelfaserung (Tonofibrillen s. S. 23) in Form eines zarten, schwach doppeltbrechenden Fi-

brillensystems in die Keimschicht fort, dort senkrecht zur Oberfläche verlaufend. In der Hornschicht tritt die tiefste Lage durch Lichtbrechung, Färbung und starke Doppelbrechung hervor (*Stratum lucidum*), eine gleiche, nur sehr viel dünnere Schicht befindet sich an der Oberfläche.

Das *Stratum granulosum* führt seinen Namen von Körnchen, die als Abfallprodukt bei der Bildung des Horns in den Zellen entstehen.

Die *Keimschicht* wird durch die Papillen zerlegt in ein Netzwerk von gegen die Lederhaut vorspringenden Leisten oder *Kämmen*. Die haben drei- und viereckigen Querschnitt und werden an der basalen Seite von einer Schicht von Zylinderzellen bekleidet, die mit Basalfüßchen am Bindegewebe verankert sind. Diese Zellen vermehren sich. Die überzähligen wandern in die Masse der

Kämme hinein, die aus vieleckigen Zellen bestehen. Zwischen diesen Zellen sind Spalten (Zwischenzelllücken), die von den Zwischenzellbrücken durchzogen werden. Die isolierten Zellen dieser Schicht zeigen also Stacheln (Stachelzellschicht).

Aus der Stachelzellschicht ergänzt sich unter Abflachung der Zellen die Schicht der granulierten Zellen, aus dieser die Hornschicht, die an ihrer Oberfläche ständig abgerieben wird und Hornschüppchen verliert. Von

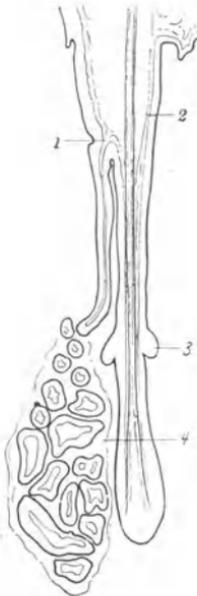


Abb. 96. Apokrine Knäuldrüse mit 1 Mündung in den 2 Haarbalgtrichter, 3 Talgdrüsenmündung, 4 Drüsenknäul.

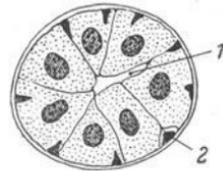


Abb. 95. Querschnitt des sezernierenden Teiles eines Schweißdrüsenlauches. 1 Sekretkapillare, 2 Muskelzelle.

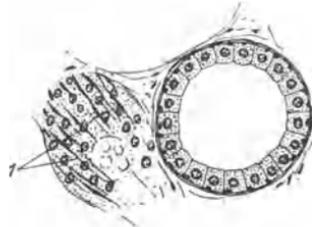


Abb. 97. Querschnitt und Flachschnitt durch den Schlauch einer apokrinen Knäuldrüse. 1 Muskelzellen.

der Schicht der Zylinderzellen aufwärts sind also alle Schichten Durchgangsschichten einer Zellbewegung und Zellumwandlung.

Die Summe der Papillen mit den Kämmen der Keimschicht heißt *Corpus papillare*. Die Papillen ragen bis dicht unter die Hornschicht. Bei oberflächlichen Verletzungen werden also ihre Spitzen angeschnitten und treten in Form von Blutpunkten hervor; bei Brand- und anderen Blasen hebt sich die Hornschicht ab, es liegt also am Boden der Blase die Keimschicht bloß, in der die Endigungen der Schmerznerve liegen. An der behaarten Haut, also an der ganzen Haut mit Ausnahme der Handflächen und Fußsohlen ist die Epidermis dünn, auch die Hornschicht. Von

außen gesehen ist sie gegliedert in kleine Felderchen, die durch Furchen getrennt sind. Die dicken kurzen Papillen finden sich nur unter den Feldern und zeigen keine besondere Anordnung. Die Schweißdrüsengänge treten an den Leisten zwischen den Papillen in die Epidermis ein; sie münden also auf den Feldern, nicht in den Furchen. An den Tastballen der Hände und Füße ist die Epidermis dick, insbesondere die Hornschicht. Hier finden sich keine Felder, sondern Leisten und Furchen, die besondere Figuren bilden. Die Papillen stehen in Doppelreihen unter den Leisten. Den Furchen entsprechen weit vorspringende derbere Kämme; zwischen den beiden Reihen der Doppelreihe liegt ein schwächerer Kamm, nur an diesen treten die Schweißdrüsengänge in die Epidermis, so daß diese also in der Mitte der Leisten nach außen münden.

Die *Lederhaut* besteht unmittelbar unter der Epidermis aus feinfaserigem Bindegewebe mit ebensolchen elastischen Netzen, diese *subpapilläre Schicht* bildet die Papillen. Darunter liegt das derbe *Stratum compactum* (aus ihm macht man das Leder), aus kollagenen, sich nach drei Richtungen durchflechtenden dicken Fasern mit dichten und derben elastischen Netzen. Die Schweißdrüsengänge gehen senkrecht durch diese Schicht hindurch und bilden unter ihr in verschiedener Tiefe die Drüsenknäule. Unter dem *Stratum compactum* liegen auch zahlreiche große, parallel der Oberfläche verlaufende Gefäße. Beide, Gefäße und Drüsen, werden von Fettzellen und Kapillaren begleitet, dazwischen liegen dann als Fortsetzung des *Stratum compactum* nach unten derbe Balken von Bindegewebe mit elastischen Fasernetzen. Diese ganze *Gefäßdrüsen-schicht* ist gewöhnlich dicker als das *Stratum compactum*, erst unter ihm, oft durch eine geschlossene Membran (Grenzhäutchen) nach oben abgegrenzt, beginnt die *Subkutis*.

Das *Gefäßsystem der Haut* hat neben der Aufgabe der Ernährung die der Wärmeabstrahlung durch die Haut und der Wasserabgabe durch die Schweißdrüsen, die ebenfalls der Wärmeregulierung dient. Es zerfällt in eine Reihe völlig getrennter Kapillargebiete. Die Lederhaut besitzt überhaupt keine Kapillaren. Die Arterien steigen von der Faszie durch die Unterhaut und bilden in der Gefäßdrüsen-schicht ein Netz von Anastomosen. Von diesen Gefäßen oder von besonderen langen dünnen Horizontalarterien werden die Fettläppchen der Unterhaut mit Blut versorgt. Von dem Netz steigen besondere Arterien (Kandelaber-

arterien) in die Höhe, wobei ebenfalls gelegentlich Anastomosen vorkommen. Sie teilen sich in Äste, deren letzte unmittelbar in den Papillen enden, so daß also jede Papille von einer kleinen Arteriole versorgt wird. Hier ist eine Kapillarschlinge, bei großen verzweigten Papillen (Tastballen) ein kleines Kapillarnetz vorhanden, aus dem eine postkapillare Vene aus der Papille herausführt. Diese mündet in das venöse Hauptnetz ein, ein unter den Papillen liegendes Netzwerk ziemlich weiter, dünnwandiger Venen, aus denen dann große klappenführende Stämme das Blut durch die Lederhaut abführen, wobei in der Gefäßdrüsen-schicht besonders reichliche Verbindungen mit horizontalen Ästen gebildet werden. Die Schweißdrüsen besitzen jede ein gesondertes Kapillarnetz, die abführenden Venen münden zum Teil nach unten in größere Venen, stets wird der Ausführungsgang von einem zarten Venengeflecht begleitet, das zum Hauptnetz aufsteigt. Haare, Nerven und größere Gefäße, Fettläppchen und Lamellenkörperchen haben ihre besondere Gefäßversorgung.

### Die Drüsen der Haut.

Die *Drüsen der Haut* sind die kleinen *Knäuldrüsen* oder Schweißdrüsen, die großen *Knäuldrüsen* oder Duftdrüsen, die *Talgdrüsen* und die *Milchdrüsen*. Die Verbindung der Schweißdrüsen mit der Epidermis ist S. 74 erwähnt, der Ausführungsgang verbindet sich mit dem Stratum germinativum, seine Lichtung läuft spiralig durch die Epidermis hindurch; der Drüsenkörper wird von einem aufgeknäulten Schlauch großer Zellen mit enger Lichtung gebildet. Unter der Basalmembran liegen spiralig verlaufende Muskelzellen, die weit in das Epithel vorspringen.

Die *großen Knäuldrüsen* kommen in der Achselhöhle, in der Regio pubis, am Brustwarzenhof vor, gleiche Drüsen sind die MOLLschen Drüsen der Augenlider und die Ohrschmalzdrüsen; auch im Vestibulum nasi sind sie beobachtet. Sie münden in den Trichter des epithelialen Haarbalges (Wurzelscheide) aus. Sie bilden ebenfalls Knäule aus je einem Schlauch mit sehr weiter Lichtung und kubischen Zellen. Auch Muskelzellen sind vorhanden.

Die *Talgdrüsen* besprechen wir beim Haar, in dessen Wurzelscheiden sie einmünden. Freie Talgdrüsen ohne Haare kommen vor am Brustwarzenhof, an den äußeren Genitalien, am After.

Die *Milchdrüsen* münden mit mehreren weiten *Milchsinus* auf der Brustwarze aus. Von diesen gehen die *Milchgänge* in die Tiefe in einem Zylinder derben Bindegewebes, der durch die Unterhaut bis zur Faszie führt. Hier zwischen Faszie und Unterhaut breiten sich die Lläppchen des Drüsenkörpers aus. Im ruhenden Zustand enthalten diese Lläppchen nur die Verzweigungen der Ausführungsgänge. Für die Bildung der Milch wachsen während der Schwangerschaft aus diesen Gängen die sezernierenden Endstücke aus, große, weite, gekammerte Säcke mit einem niederen kubischen Epithel. Nach dem Absetzen des Kindes geht dieser ganze sezernierende Teil wieder zugrunde, es bleiben nur die Stümpfe der Ausführungsgänge übrig. Bei der männlichen Drüse ist nur der Bindegewebszylinder mit einigen Drüsengängen vorhanden.

### Die Haare und die Nägel.

Die *Haare* sind Bildungen der Epidermis. Von der Keimschicht wächst schon beim Fetus ein zylindrischer Haarzapfen aus, der hohl wird und an dessen unterem Ende das Haar entsteht. Jedes Haar steckt also in einer epithelialen Röhre, die von der Epidermis aus in die Lederhaut, bei großen Haaren bis ins Unterhautgewebe hineinreicht. An ihrem Unterende ist die Röhre angeschwollen und eine bindegewebige Papille ragt in diese *Haarzwiebel* hinein. Ringsum die Papille befindet sich das eigentliche epitheliale Bildungsgewebe, von dem aus der *Haarschaft*, d. i. das eigentliche Haar, in die Höhe wächst. Nur von hier aus wird das Haar gebildet, der ganze aufwärts davon befindliche Teil des Haares innerhalb und außerhalb der Röhre besteht aus toten Hornmassen.

Am Haar wird ein innerer Teil, das Mark, unterschieden, das nicht an jedem Haar vorhanden ist und aus lufthaltigen Zellen besteht, nach außen folgt die Rinde, Hornschüppchen, die Pigment enthalten, ganz außen liegt die *Haarkutikula*, dachziegelförmig übereinanderliegende Hornschuppen, deren freie Ränder nach außen (oben) zeigen.

Die Röhre ist die *Wurzelscheide*, die von einem bindegewebigen *Haarbalg* umgeben ist. Die äußere Wurzelscheide gleicht einem Stratum germinativum, die innere Wurzelscheide wird nicht von der äußeren gebildet, sondern wächst mit dem Haar von der Haarzwiebel aus in die Höhe. Dicht oberhalb der Zwiebel hat sie sich in eine dichte einheitliche Hornschicht verwandelt. Ihr



In die Wurzelscheide münden die *Talgdrüsen*, kleine sackartige Gebilde, deren äußere Zellen sich in die inneren Talgzellen verwandeln und so den Typus der holokrinen Drüse darstellen. Bei kleinen Haaren kann das eigentliche Haar mit seiner Wurzelscheide wie ein Anhang der mächtigen Talgdrüse erscheinen (z. B. im Gesicht).

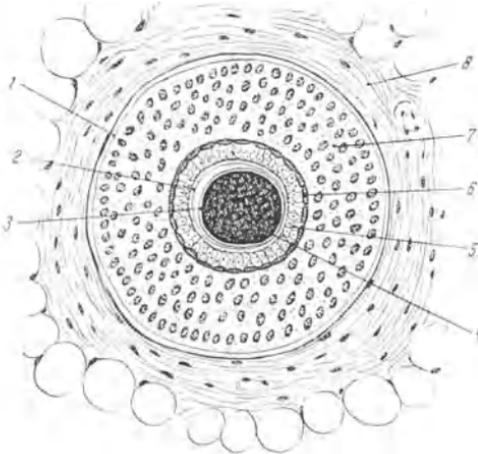


Abb. 100. Querschnitt von Haar und Wurzelscheide. 1 Glashaut, 2 Scheidenkutikula, 3 Haarkutikula, 4 Haarschaft (Rinde und Mark), 5 innere Wurzelscheide, HUXLEY'S Schicht, 6 innere Wurzelscheide, HENLES Schicht, 7 äußere Wurzelscheide, 8 bindegewebiger Haarbalg.

Das Haar steckt schräg in der Haut, an der Seite des stumpfen Winkels setzt sich ein glatter Muskel etwas unterhalb der Talgdrüse an, der *Arrector pili*.

Die innere Wurzelscheide reicht nur bis zur Mündung der Talgdrüse, hier verschwindet sie; oberhalb, im Mündungstrichter, ist die Wurzelscheide von einem dünnen Stratum corneum ausgekleidet.

Der Haarwechsel erneuert die Haare. Jedes

Haar wächst nur eine bestimmte Zeit. Bald nach dem Aufhören des Wachstums löst sich sein unterer Teil von der Zwiebel, er sieht dann wie ein etwas stacheliger Kolben aus (Kolbenhaar) und wandert in die Höhe bis in die Gegend des Ansatzes des *Arrector pili*. An dieser etwas angeschwollenen Stelle, dem Haarbeet, kann das Haar lange sitzen bleiben, es läßt sich aber leicht und schmerzlos ausziehen und zeigt an seinem Unterende den Kolben. Der untere Teil der Wurzelscheide sinkt zusammen zum Haarzylinder und wird vollständig zurückgebildet. Aus dem Haarbeet wächst dann in dem alten bindegewebigen Haarbalg ein neuer Haarzapfen aus, der eine Zwiebel mit einer Papille bekommt und das neue Haar hervorbringt. Dieses wächst dann oft neben dem alten Haar in den oberen Teil der Wurzelscheide nach außen heraus. Das alte Haar fällt schließlich aus. Die Lebensdauer der Haare ist verschieden, meist steht es noch längere Zeit als Kolbenhaar in der Haut. Am kurzlebigen sind die Zilien der Augenlider, die Kopfhare dauern mehrere Jahre aus.

Auch der *Nagel* ist eine Hornbildung aus der Epidermis. Er besteht aus einer *Hornplatte*, die in den *Nagelfalz* eingelassen ist. Nur der quere Teil dieser Rinne enthält am Grunde die *Matrix*,

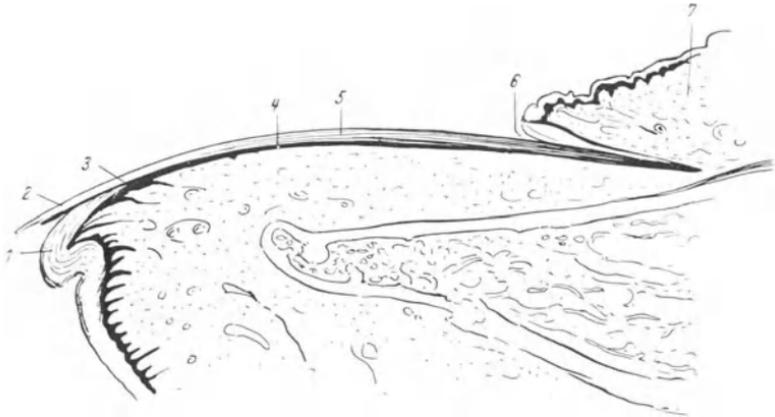


Abb. 101. Nagel im Längsschnitt. 1 Sohlenhorn, 2 freies Ende der Nagelplatte, 3 Stratum germinativum, 4 Hyponychium, 5 Nagelplatte, 6 Nagelfalz, 7 Nagelwall.

ein Zellpolster, das die Nagelplatte hervorbringt, und sie aus dem Falz heraus gegen die Spitze zu schiebt. Dabei gleitet sie über eine Epithelschicht, das Hyponychium hinüber, ganz ähnlich wie die innere Wurzelscheide über die äußere. In der Matrix stecken lange Papillen schräg in der Epithelmasse; das Hyponychium besitzt an der Unterfläche Blätter, zwischen die bindegewebige Blätter mit Gefäßschlingen hineinragen. Der die Nagelwurzel bedeckende Teil der Wand des Nagelfalzes heißt *Nagelwall* und enthält lange Papillen, deren Gefäße bei der Kapillarmikroskopie im Leben beobachtet werden. Am Übergang des Hyponychiums in die Haut der Fingerbeere ist eine starke Hornschicht, das Sohlenhorn entwickelt, zwischen diesem und der Spitze der Nagelplatte befindet sich die bekannte Rinne.

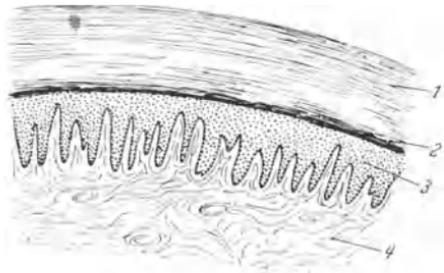


Abb. 102. Nagelquerschnitt. 1 Nagelplatte, 2 deren Basis, die über 3 das Hyponychium beim Wachstum hineingeschoben wird, 4 Lederhaut (das Nagelbett).

## 4. Nervensystem.

### Das Zentralnervensystem.

Das *Zentralnervensystem* geht hervor aus einem Rohr und diese Grundlage wird zeitlebens festgehalten. Die Hohlräume sind die Ventrikel des Gehirns und der Zentralkanal des Rückenmarks,

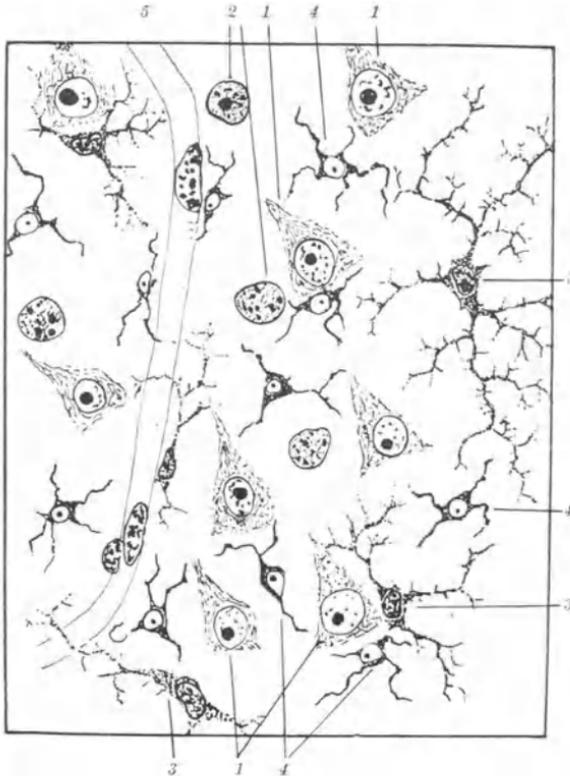


Abb. 103. Graue Substanz des Zentralnervensystems (Großhirnrinde). An der Kapillare unten ein Perizyt. 1 Ganglienzelle, 2 Astrozyt (nur der Kern sichtbar), 3 HORTEGA-Zelle, 4 Oligodendroglia (Mikroglia), 5 Kapillare mit Endothelkernen.

die Wände werden zur *Nervensubstanz*, d. h. dem Nervengewebe mit seinem Hilfgewebe, der Glia; ein Teil der Wände wandelt sich zu einer dünnen Haut, der *Tela chorioidea* um. Bei der Nervensubstanz unterscheidet man *graue* und *weiße*. Die letztere hängt durch das ganze Nervensystem zusammen, die graue Substanz ist durch die weißen Fasermassen zerteilt. Wir unterscheiden das

*Höhlengrau*, ringsum die Ventrikel und den Zentralkanal, das durch Hirnstamm und Rückenmark eine zusammenhängende Masse bildet, die voneinander getrennten *grauen Kerne* und die *Rinden*. Die Nervensubstanz, graue wie weiße, ist gegen das mesenchymale System abgegrenzt durch eine Grenzhaut, an der die Glia und das Bindegewebe zusammentreffen.

Die *graue Substanz* besteht aus Neuronen und Glia. Die letztere zeigt die S. 46 geschilderten Bestandteile, die Mikroglia begleitet und umgibt die Körper der Ganglienzellen. Die Dendriten breiten sich auf weite Strecken, z. B. durch die ganze Dicke der Großhirnrinde hin, aus. Sie hängen wahrscheinlich untereinander zusammen, so daß ein neuroplastisches Netzwerk die



Abb. 104. Weiße Substanz des Zentralnervensystems. 1 Nervenfasern, 2 SCHWANNsche (PLENKSCHE) Zelle, 3 Astrozytenkerne.

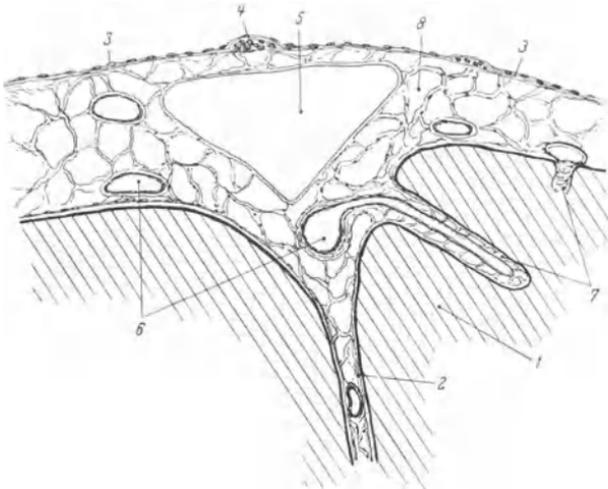


Abb. 105. Hirnhäute (Großhirnwindungen) und Furche. 1 Hirnsubstanz, 2 Pia mater, 3 Arachnoidea mit dem Arachnoidealepithel, 4 Zellhäufchen dieses Epithels, 5 Vene, 6 Arterien, 7 kleine Hirnarterie mit VIRCHOW-ROBINSchem Raum, 8 Subarachnoidalraum.

graue Substanz durchzieht, in der aber die einzelnen Neurone als autonome Lebensseinheiten vorhanden sind und bei bestimmten Vorgängen, z. B. Ausfall durch Erkrankung, Tod, erkennbar bleiben, auch sind die Zusammenhänge sicher nach Art und Leistung der Zellen gegliedert. Aus diesem neuroplastischen System laufen,

ausgehend von den einzelnen Ganglienzellen, die Neuriten heraus, bleiben entweder in der grauen Substanz in der Nähe ihres Ursprunges oder verbinden deren entferntere Teile oder aber sie treten in die weiße Substanz ein und verlaufen als Bahnen oft weithin zu anderen grauen Massen. Hier treten sie mit dem dortigen neuroplasmatischen System auf verschiedene Art, z. B. durch Bildung von Endfüßchen mit den Zellkörpern, durch Kletterfasern mit bestimmten Dendriten in Verbindung, so die einzelnen grauen Massen in bestimmter Weise untereinander verbindend. Wir unterscheiden also die neuroplasmatischen Netzwerke der Dendriten und den Anschluß der Neuriten an diese durch *Synapsen*. Dies scheint das Organisationsprinzip des zentralen Nervensystems zu sein.

Die *weiße Substanz* enthält in typischer Ausbildung keine Ganglienzellen, sondern nur markumscheidete Neuriten, eingelagert in ein aus Astrozyten und HORTEGA-Glia gebildetes Gliasystem. Die Mikroglia scheint zu fehlen, jedoch sind den SCHWANNschen Zellen der peripheren Nerven entsprechende Begleitzellen neuerdings nachgewiesen, die wohl auch hier die Markscheide aufbauen, die auch Segmente mit Einschnürungen dazwischen erkennen läßt.

An den *Hirnhäuten* unterscheidet man die harte Haut, Pachymeninx, Dura mater von der weichen Leptomeninx, Pia mater und Arachnoidea.

Die *Dura mater* fällt in der Schädelhöhle mit dem inneren Periost zusammen und springt in der bekannten Weise als Falx und Tentorium ins Schädelinnere vor. Sie besteht aus verschiedenen Lagen derben Bindegewebes und enthält Arterien, Kapillaren und ein System venöser Sinus, das aus von Endothel ausgekleideten Spalten besteht. Durch die in diese einmündenden Venen steht das Gehirn mit der Dura in Verbindung, im übrigen ist die Innenfläche glatt, aber ohne Zellbelag. Am Rückenmark bildet diese harte Hülle einen vom Periost getrennten Sack, der Zwischenraum ist mit Fett, Venenplexus und von Endothel ausgekleideten Lymphräumen erfüllt.

Die *weiche Hirnhaut* bildet ein zusammenhängendes Bindegewebssystem. Die innere Lage, Pia mater, liegt dem Gehirn und Rückenmark fest an, unmittelbar durch die Membrana limitans piae, an die sich die Membrana limitans gliae fest anschließt. Am Rückenmark liegen die Gefäße fest in der Pia mater, diese

hängt nur durch gefäßloses Gewebe mit der äußeren, aus einem Flechtwerk feiner Fasern bestehenden Arachnoidea zusammen. Am Gehirn ist der Zwischenraum zwischen der inneren, dem Gehirn aufliegenden Lage und der Arachnoidea mit vielen derben Balken erfüllt, mit denen die Blutgefäße verbunden sind. Kapillaren kommen weder am Gehirn noch am Rückenmark in der weichen Hirnhaut vor, wohl aber dünnwandige Venen. Die Außenfläche

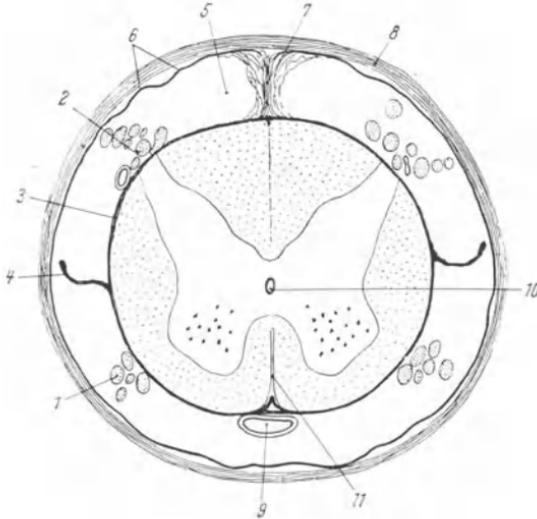


Abb. 106. Rückenmark mit Hüllen. 1 vordere, 2 hintere Wurzel, 3 Pia mater, 4 Lig. denticulatum, 5 Subarachnoidalraum, 6 Arachnoidea, 7 hinteres Arachnoidalseptum, 8 Dura mater, 9 Arterie, 10 Zentralkanal, 11 Sulcus anterior.

der gesamten Arachnoidea ist von einer Zellschicht überzogen, die die Unterfläche der Dura mater berührt. In diesem Epithel kommen Zellhäufchen vor. Der Raum zwischen Arachnoidea und Pia ist vom Liquor cerebrospinalis erfüllt, unter der Dura befindet sich nur ein Spalt, die beiden Hirnhäute berühren sich überall.

Aus der weichen Hirnhaut sind längs dem Sinus sagittalis superior zottenförmige Gebilde, *Arachnoidalzotten* vorgestülpt, die in Spalträume der Dura, in die Sinus und durch die Dura hindurch in Knochengrübchen eindringen. Sie enthalten keine Gefäße und sind überall von Arachnoidalepithel überkleidet.

Die in das Gehirn eindringenden *Blutgefäße* nehmen die Pia mater und den Liquorraum mit. Das Gefäß ist also von einem

Hohlraum umgeben, dem VIRCHOW-ROBINSCHEN Raum. Die Grenze dieses Raumes gegen das Nervensystem besteht wieder aus den Membranae limitantes gliae et piae. Wie sich dieser Raum an den Kapillaren verhält, ist zweifelhaft, eine Gliamembran ist auch hier vorhanden.

Die Ventrikel sind von einem zylindrischen Epithel, dem Ependym ausgekleidet, das beim Fetus Flimmerhaare trägt. Die

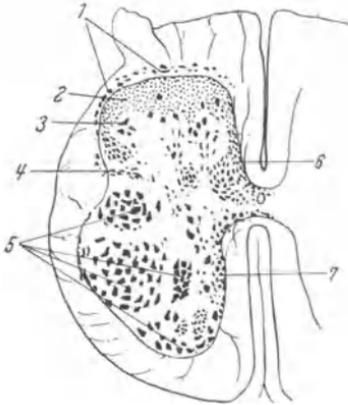


Abb. 107. Zytoarchitektonik des unteren Rückenmarks (nach BOK), Sakralsegment. 1 Randzellen, 2 Substantia gelatinosa, 3 sensibler Hinterhornkern, 4 autonomer Seitenhornkern, 5 motorische Vorderhornkerne, 6 CLARKE'Sche Säule, 7 medialer, autonomer Kern.

Telae chorioideae sind Häute aus einem kubischen Epithel, das der Wand des Medullarrohres entspricht, und einer zur Pia gehörigen Bindegewebsmembran. Sie ist reich an Blutgefäßen und trägt Reihen von verzweigten und einfachen Zotten; in jeden Vorsprung ragt eine Kapillarschlinge hinein. Am Seitenventrikel faltet sich die Platte zusammen und ragt weit in den Ventrikel hinein. Am vierten Ventrikel besitzt die Tela drei Öffnungen, ein Foramen Magendi und zwei Foramina lateralia, die das Ende einer kleinen Röhre bilden. Hier verbinden sich innere und äußere Liquorräume; die Telae chorioideae mit ihren Zotten sind die Stätte, wo der Liquor gebildet wird.

Die einzelnen Abschnitte des Zentralnervensystems unterscheiden sich durch die Verteilung der grauen und weißen Massen. Deren Bau und Zusammenhänge durch die Bahnen bildet den Gegenstand der Neurologie, über die in den Lehrbüchern der Anatomie nachzulesen ist. Der Feinbau der weißen Substanz ist überall derselbe, der der grauen Kerne ist sehr einförmig, multipolare Ganglienzellen verschiedener Form und Größe bilden das neuroplasmatische System der Neurone, meist ist in einem Kern nur eine Art, selten zwei Arten von Zellen, z. B. eine kleine und eine große Art, wie im Nucleus ruber vorhanden. Zytoarchitektonisch reicher gegliedert sind das Höhlengrau und die „Rinden“. Wir beschränken uns auf eine kurze Übersicht, wobei wir einige grundsätzliche Merkmale des Aufbaus hervorheben.

Im Rückenmark ist nur ein einheitliches zentrales Höhlengrau um den Zentralkanal vorhanden. Da das Organ weitgehend durch ein dorsales Gliaseptum und einen ventralen, von Pia erfüllten Spalt in zwei Hälften geteilt ist, so gilt dies auch für die graue Substanz. Der Zentralkanal ist oft unterbrochen, zuweilen nur durch Zellhaufen angedeutet. Er liegt inmitten der beiden

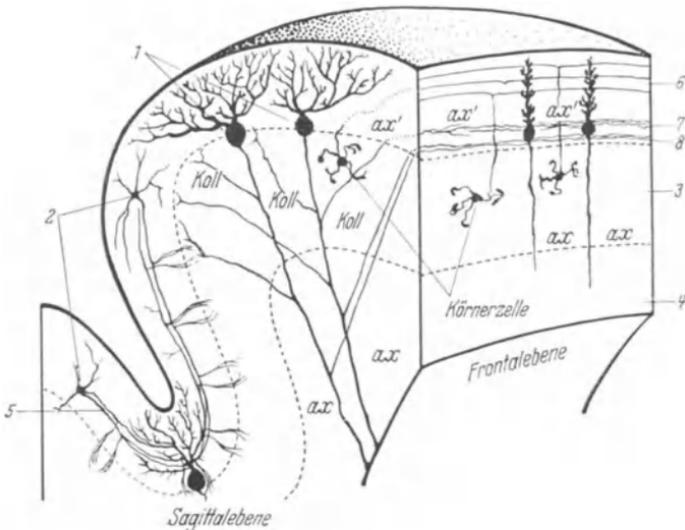


Abb. 108. Bau der Kleinhirnrinde (nach JAKOB). 1 PURKINJESCHE Zelle, 2 Korbzellen, 3 Körnerschicht, 4 Marklager, 5 Tangentialfasern, zu den Korbzellen und den PURKINJESCHEN Zellen gehörig, 6 Parallelfasern der Molekularschicht, zu den Körnerzellen gehörig, 7, 8 weißes Fasergeflecht über und unter den PURKINJESCHEN Zellen.

grauen Kommissuren, wozu die ventrale weiße kommt. In den Hälften verbreitern sich die grauen Massen zu der Schmetterlingsfigur des Schnittbildes. Vorder-, Hinter-, Seitensäulen (am Schnittbild Hörner) werden als Vorsprünge unterschieden. Das Hinterhorn erreicht die Oberfläche und teilt den Hinterstrang von der übrigen weißen Substanz, Seiten- und Vorderstrang ab. Am Ansatz des Hinterhorns ist die *Substantia reticularis* kenntlich, in der Bündel von weißen Fasern durch dünne graue Schichten aufgeteilt werden. Im eigentlichen Grau liegen Zellgruppen, Kerne, die motorischen Ursprungskerne finden sich im Vorderhorn, im Hinterhorn die sensiblen Endkerne eines Teiles der Hinterwurzelfasern.

In den *Hirnstamm* setzt sich zunächst das Höhlengrau des Rückenmarks mit den Kernen der Hirnnerven fort. Hinzu kommen selbständige Kerne verschiedener Art; die weiße Substanz liegt

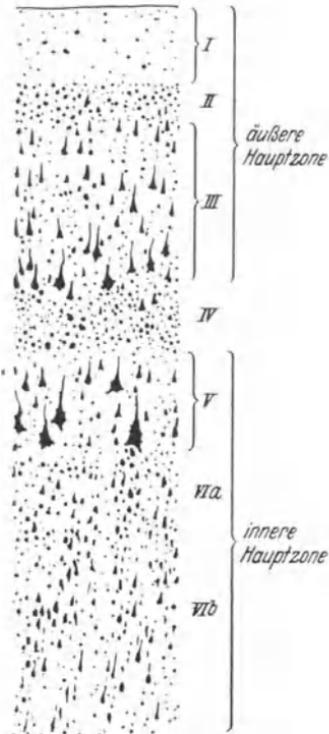


Abb. 109. Zytoarchitektur und Gliederung der Großhirnrinde (nach v. ECONOMO), Sechschichtenrinde. I Molekularschicht, II äußere Körner, III äußere Pyramiden, IV innere Körner, V innere Pyramiden, VI a u. b. multifforme Zellen.

also außen. Die Substantia reticularis nimmt einen breiten Raum quer über den Hirnstamm hinweg unterhalb der Ventrikel ein, sie reicht so von der Medulla oblongata bis zum Zwischenhirn. Einen, den Rinden ähnlich geschichteten Bau zeigt der Colliculus superior des Mittelhirns.

Am *Kleinhirn* haben wir innen die weiße Substanz mit einer Reihe kleinerer grauer Kerne, außen die Rinde. Diese ist über die ganze Kleinhirnoberfläche gleichmäßig ausgebildet und besteht aus drei Schichten, der Molekular-, der Ganglien- und der Körnerschicht. Im Innern jedes Lappchens liegt eine Marklamelle. Die kennzeichnende Ganglienzelle ist die PURKINJESCHE Zelle der mittleren Schicht.

An der *Großhirnrinde* sind zwei Regionen zu unterscheiden, der dem Riechorgan zugehörige sog. *Palaeokortex* oder *Anisokortex* beschränkt sich beim Menschen hauptsächlich auf den Gyrus hippocampi, die ganze übrige Rinde gehört zum *Neo- oder Isokortex*. Der erstere weist einen unregelmäßigen, wechselnden Bau auf, es werden verschiedene Felder unter-

schieden. Der Isokortex oder die *Sechschichtenrinde* zeigt grundsätzlich sechs verschiedene Schichten. Das kennzeichnende Element sind die Pyramidenzellen, die in sehr verschiedener Größe vorkommen. Die Spitze der Pyramide, die den Spitzendendriten trägt, zeigt gegen die Oberfläche, die Basis, von der ringsum die Basisdendriten abgehen, sieht gegen das Mark zu, von ihr geht der Neurit ab, der in das Mark hinabsteigt. Andere

Zellen sind die kleinen Körnerzellen, deren es verschiedene Formen gibt, und die multiformen Zellen, meist langgestreckte Zellen zum Teil mit in der Rinde aufsteigenden Neuriten. Diese Formen sind so angeordnet, daß zu äußerst wieder eine Molekularschicht (*I*) kommt, dann eine Körnerschicht (*II*), dann eine Pyramidenzellschicht (*III*). Nr. *IV* ist wieder eine Körnerschicht, *V* eine Pyramidenzellschicht, *VI* die der multiformen Zellen. Hinzu kommen markhaltige Fasern, die in Büscheln aufsteigen und besonders die tiefen Schichten *VI* und *V* in Zellsäulen zerlegen. Tangentialfasern finden sich in der *I*., *IV*. und *V*. Schicht; besonders die der letzteren können zu einem breiten weißen Streifen, z. B. in der Sehrinde des Okzipitallappens entwickelt sein.

Der Aufbau aus den Schichten der Zellen, die zytoarchitektonische Gliederung erleidet mannigfache Abwandlungen, die mit scharfer Grenze aneinanderstoßen. Man unterscheidet so die verschiedenen Rindenfelder. Trägt man deren Ausdehnung auf das Bild einer Hirnoberfläche ein, wobei die Furchen und Windungen als Landmarken dienen, so erhält man eine zytoarchitektonische Hirnrindenkarte mit zahlreichen Feldern (bisher über 200). Auch die Anordnung der markhaltigen Fasern weist Unterschiede auf. Die durch deren Studium gewonnene myeloarchitektonische Hirnkarte deckt sich größtenteils mit der zytoarchitektonischen. Die Felder sind die physiologischen Unterorgane der Großhirnrinde.

Die großen zentralen Kerne des Corpus striatum zeigen einen einförmigen Bau aus gleichartigen multipolaren Zellen.

### Das periphere Nervensystem.

Das *periphere Nervensystem* umfaßt den zerebrospinalen Anteil, nämlich die Spinalganglien und die weißen Nerven, sowie den autonomen Anteil, zu dem die autonomen Ganglien und die grauen Nerven gehören.

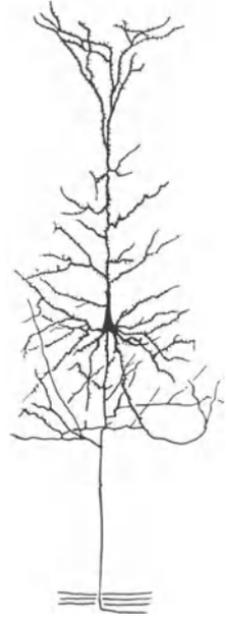


Abb. 110. Pyramidenzelle mit Fortsätzen, nach unten der Neurit, der in das Marklager umbiegt (nach RAMÓN Y CAJAL).

In den *Spinalganglien* finden sich nur die S. 45 genannten unipolaren Ganglienzellen, umgeben von ihren Begleitzellen. Sie bestehen aus mehreren, nach Größe und Färbbarkeit (NISSLSche Körperchen, die hier staubfein sind) verschiedenen Arten. Zusammen mit den, zu diesen Zellen gehörigen markhaltigen Fasern der Hinterwurzel, bilden die Zellen das eigentliche Ganglion. Die motorischen Fasern

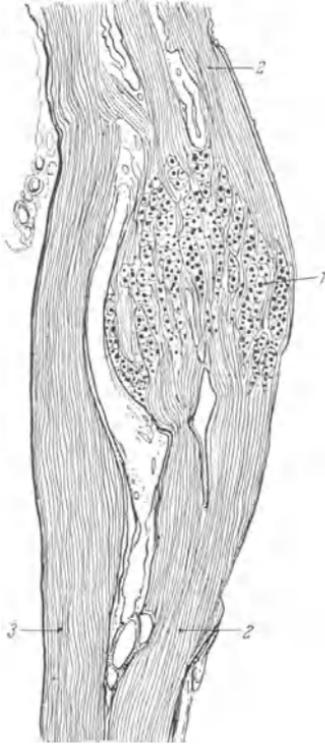


Abb. 111. Spinalganglion vom Kind (nach Stöhr). 1 Ganglienzellen, 2 Hinterwurzel, 3 Vorderwurzel, die sich oben zum N. spinalis verflechten.

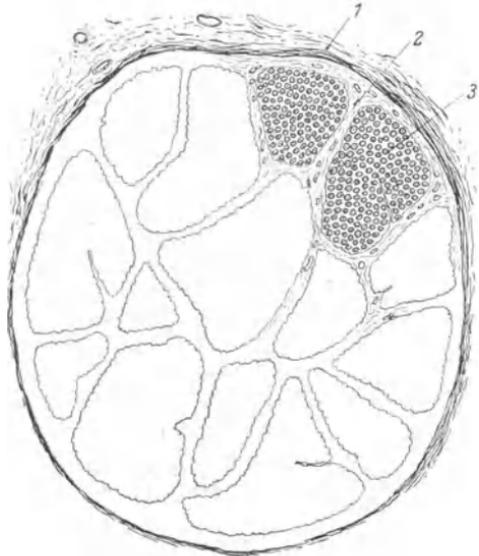


Abb. 112. Querschnitt eines weißen Nervenbündels. 1 Perineurium, 2 zartes inneres Bindegewebe mit Gefäßen, 3 Innenzylinder mit Endoneurium.

der Vorderwurzel ziehen daran vorbei und vereinigen sich noch im Foramen intervertebrale mit den sensiblen Fasern zum Nervus spinalis.

Die *weißen Nerven* setzen sich aus locker in das Bindegewebe eingebetteten runden Strängen zusammen. Ein solcher Nervenstrang wird gebildet von einer Hülle, dem Perineurium, das außen aus faserreichem derben Bindegewebe besteht, weiter innen zahlreiche Zellen enthält. Der Inhalt, der Innenzylinder, steckt lose

in dieser Hülle. Gewöhnlich ist er in mehrere Teile geteilt. Jeder Teil besteht aus dichtem Bindegewebe, Endoneurium, in das zahlreiche weiße markhaltige Fasern verschiedenen Kalibers, bei manchen Strängen auch graue Bündel eingelagert sind. Zwischen dem Innenzylinder und dem Perineurium, sowie zwischen den Einzelteilen des ersteren befindet sich ein von sehr lockerem und zartem Gewebe erfüllter Spalt. In diesem verlaufen auch die Gefäße. Ob in ihm ein Flüssigkeitsstrom vorhanden ist, ist unsicher. Das eigentliche Endoneurium enthält keine Kapillaren.

Die *autonomen Ganglien* sind von sehr verschiedener Größe. Die kleinen enthalten wenige Ganglienzellen, die ihre Neurodendriten miteinander zu einem neuroplasmatischen Geflecht, dem *Neuropil*, vereinigen. Zellen und Fortsätze sind von

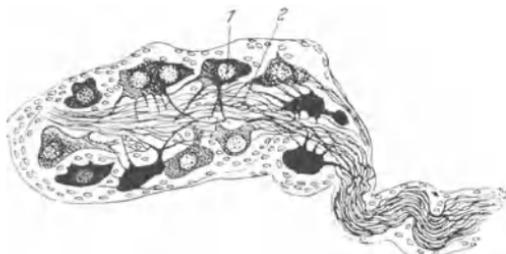


Abb. 113. Autonomes Ganglion (nach STÖHR).  
1 Ganglienzelle, 2 Neuropil.

SCHWANNschen Zellen, Leitgewebe, umgeben, zartes Bindegewebe umhüllt und durchzieht das Organ. Die großen Ganglien und Geflechte sind durch derbes Bindegewebe untergeteilt, der Bau der einzelnen Gruppen entspricht dem der kleinen Ganglien. Von den Ganglien gehen die *grauen Nerven* aus, die sich stark untereinander verflechten. Sie besitzen ein Perineurium, das die grauen Bündel umschließt, deren jedes durch zartes Bindegewebe vom anderen getrennt ist. Ein Innenzylinder mit einem Endoneurium ist also nicht vorhanden, das zarte innere Gewebe enthält ein Gefäßnetz. Oftmals enthalten die grauen Nerven einzelne weiße Fasern.

Das periphere autonome System bildet also, ähnlich wie die Neurone der grauen Substanzen, ein neuroplasmatisches Netzwerk, das *Neuropil*. Die vom Zentralnervensystem ausgehenden markhaltigen sog. präganglionären Fasern laufen nun in das periphere System hinein und gewinnen an dieses *Neuropil* Anschluß, wahrscheinlich wieder wie im Zentralorgan durch synaptische Apparate an den Ganglienzellen. Die grauen Bündel stellen dann den postganglionären Teil der autonomen Leitung dar.

### Die effektorischen Endorgane.

Die effektorischen Endigungen der weißen Spinalnervenfasern sind die *motorischen Endplatten* auf den quergestreiften Muskelfasern. Der in den Muskel eintretende Nerv verzweigt sich. Schließlich laufen die einzelnen Fasern unter Teilungen zu jeder Muskelfaser. Die Markscheide hört eine kurze Strecke vor der Endplatte auf, zahlreiche SCHWANNsche Zellen begleiten den Neuriten, der durch das Sarkolemm zum Sarkoplasma dringt, wobei sich Neurilemm und Sarkolemm vereinigen. Die innige Berührung des

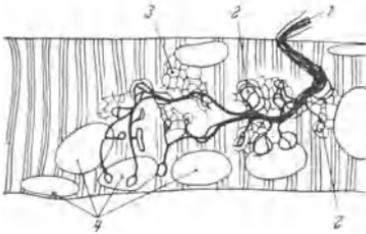


Abb. 114. Motorische Nervenendigung (nach BOEKE). 1 Neurit, 2, 3 Schlingen der Neurofibrillen, 4 Kerne der Endplatte.

Neuroplasmas der Neuriten mit dem Sarkoplasma der Muskelfaser findet in einem kleinen Hügel statt, der zahlreiche Kerne enthält. Die Silberfärbung zeigt ein zierliches Geflecht der Neurofibrillen.

Die *autonomen effektorischen Nerven* verlaufen zu jedem Organ und Gewebe des menschlichen Körpers hin. Überall im mesenchymalen Gewebe liegt das bisher allein sicher bekannte Ende dieses Systems, der *BOEKESche Grundplexus*. Es handelt sich um ein anastomosierendes Netzwerk von Leitgewebe (SCHWANNsche Zellen) mit darin eingebetteten feinen Neuroplasmasträngen, die das Präparat in der Form der Neurofibrillen darstellt. Es sind also die feinsten Teile des Systems grauer Bündel, das von den autonomen Ganglien ausgeht. Eine unmittelbare Verbindung des Neuroplasmas, aus dem Endplexus heraus, zu den Zellen der Erfolgsorgane ist für Drüsen, für die Herzmuskelemente und einzelne glatte Muskeln (Ziliarmuskel) wahrscheinlich. Bei den Blutgefäßen und den glatten Muskeln der Eingeweide sind solche Verbindungen nicht bekannt. Es ist möglich, daß hier ein von der Physiologie nachgewiesenes chemisches Zwischenglied (Vagusstoff, Sympathikusstoff) einspringt, das dann vom Grundplexus gebildet würde. Das ganze Gebiet ist erst in den letzten Jahren des histologischen Forschens (BOEKE) erschlossen und vieles ist noch unbekannt oder unsicher.

## 5. Sinnesorgane.

### Haut-Schleimhaut- und Tiefensensibilität.

Die Aufnahmeorgane (Rezeptoren) der nach alter Weise unter dem Namen Gefühl zusammengefaßten Sinne liegen *oberflächlich*

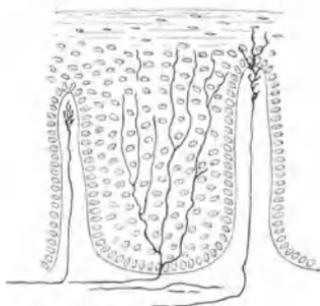


Abb. 115. Intraepitheliale Nerven.

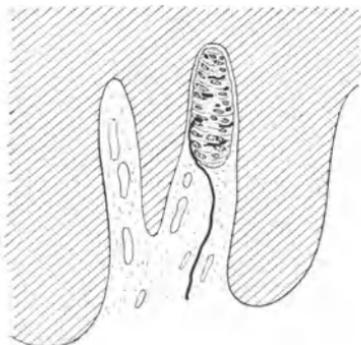


Abb. 116. Tastkörperchen (MEISSNERSches Körperchen) in einer Hautpapille.

in der Haut und Schleimhaut und *in der Tiefe*, vor allem im Bewegungsapparat.

In den Epithelien finden sich die *intraepithelialen Endigungen*. Nervenfasern treten in das Epithel ein und verzweigen sich, wobei sie bis nahe an die Oberfläche, in den Plattenepithelien bis nahe an die Hornschicht, gelangen. Sie enden vermutlich sowohl mit sog. Endknöpfchen zwischen den Zellen wie auch im Zytoplasma der Zellen selbst. Auch kommen besondere „Tast“zellen vor, die dicht mit Nervenendigungen besetzt sind.

Als *freie Nervenendigungen* werden Geflechte und Knäule feiner Nerven im Bindegewebe bezeichnet, ihre Natur ist durchaus zweifelhaft.

*Eingekapselte Nervenendigungen* sind vor allem die *MEISSNERSchen Tastkörperchen*, die an der Spitze der Papillen der Haut liegen. Es handelt sich um ovale Körperchen, die aus übereinander geschichteten Zellen bestehen und von einer dünnen Lage von Bindegewebe umgeben sind. In das Körperchen tritt von der Seite her eine Nervenfaser ein und verzweigt sich. Die Enden liegen im

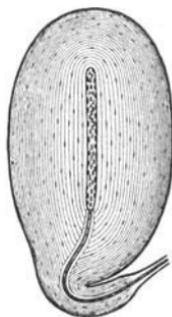


Abb. 117.  
Lamellenkörperchen.

Zytoplasma der Zellen. Andere derartige Endorgane sind die **KRAUSEschen Endkolben** und die diesen gleichenden Genitalnervenkörperchen. Sie besitzen eine bindegewebige Kapsel, innere Zellen und Nervenendigungen im Körperchen.

Die *Lamellenkörperchen* finden sich in der Unterhaut, im Bindegewebe des Bewegungsapparates, aber auch in den Eingeweiden. Sie bestehen aus einem langgestreckten Innenkolben, der einem Tastkörperchen ähnelt, und einer Hülle aus Bindegewebsfasern und Zellen, die zahlreiche Lamellen um den Innenkolben bilden und durch Flüssigkeit gespannt sind.

Diese Organe leiten bereits zu den *Apparaten der Tiefensensibilität* über, deren Vertreter die Muskel- und die Sehnenspindeln sind. Sie sind bereits S. 70 aufgeführt. **GOLGI-MAZZONISche** Körperchen sind kleine eingekapselte Sinnesorgane an den Sehnen.

### Organe des chemischen Sinnes.

#### *Geschmack und Geruch.*

*Geschmacksknospen* finden sich im Plattenepithel bestimmter Papillen der Zunge, vorn auf den Papillae fungiformes, hinten an

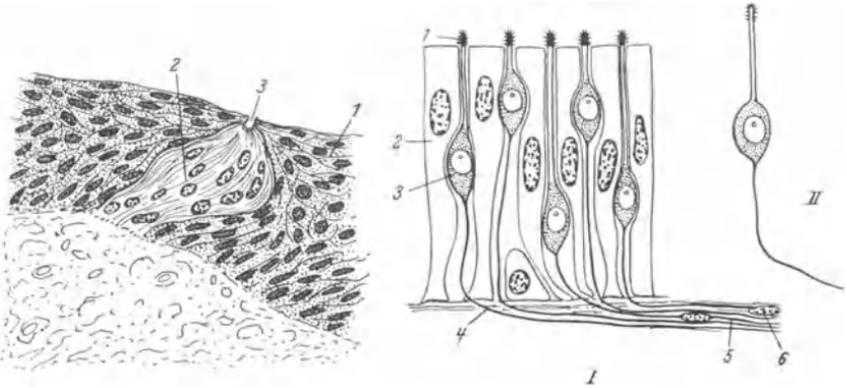


Abb. 118.

Abb. 119.

Abb. 118. Geschmacksknospe. 1 Epithel, 2 Knospe, 3 Porus.

Abb. 119. I. Riechepithel, 1 Riechkölblein, 2 Stützzelle, 3 Körper der Riechzelle, 4 deren Nervenfortsatz, 5 Filum olfactorium, 6 SCHWANNscher Kern. II Einzelne Sinneszelle.

den Papillae vallatae und foliatae. Jedoch kommen auch verstreute Knospen am Gaumen, an den Gaumenbögen und an der Epiglottis vor. Es handelt sich um flaschenförmige Gebilde, deren Hals gegen die Epithelbasis gerichtet ist, deren bauchiger Teil

unter der Hornschicht liegt. Durch diese hindurch führt ein feiner Kanal in eine kleine Höhle, in die die Zellen der Knospe ihre Sinnesstifte hineinstecken. Zwischen den Zellen der Knospe verzweigt sich die Nervenfasern. Zwischen den Sinneszellen liegen Stützzellen.

*Das Riechepithel* nimmt die Regio olfactoria oben in der Nase ein. Es enthält zweierlei Zellen, die Sinneszellen und die Stützzellen. Erstere sind dünne Gebilde mit einer den Kern enthaltenden Anschwellung, die mit einem Fortsatz, der wieder feine Härchen trägt, über die freie Oberfläche des Epithels hinausragen. Gegen die Basis zu entwickelt sich aus der Zelle ein Neurit (s. S. 44). Die Stützzellen enthalten Stützfasern und bilden die Hauptmasse des Epithels. Auch Basalzellen kommen vor, so ist das Epithel mehrreihig. Es sind auch tubulöse seröse Drüsen vorhanden, die durch das Epithel ausmünden. Die Neuriten der Riechzellen (S. 24) vereinigen sich zu Bündeln, den Fila olfactoria, die wie graue Bündel gebaut sind.

## Das Ohr.

### *Gehör- und Gleichgewichtsorgan.*

Am Ohr unterscheidet man das äußere, das Mittel- und das innere Ohr oder Labyrinth. Nur das letztere ist das eigentliche Sinnesorgan und enthält in einem epithelialen Hohlgebilde vereinigt in der Schnecke das Organ des Hörens, in den Vorhöfen die Organe des statischen, in den Bogengängen die des dynamischen Gleichgewichtssinnes. Das Mittelohr und das äußere Ohr sind Hilfsorgane des Hörapparates.

Das Labyrinth ist in den Knochen des Felsenbeines eingebettet. Es entwickelt sich aus einem ektodermalen Epithelbläschen, an das sich das Ganglion des Nervus VIII legt. Das Bläschen wächst mit dem Ganglion zusammen zum Labyrinth aus. Dessen Bau als den eines hohlen, allseitig geschlossenen epithelialen Gebildes behält das Labyrinth zeitlebens bei. In dem Mesenchym des Kopfes, in dem diese Entwicklung abläuft, bildet sich der Knorpel des Primordialekraniums, der die Labyrinthanlage einschließt. Er bildet sich dann durch enchondrale Knochenbildung und Zuwachs von außen zum knöchernen Felsenbein um. Das Labyrinth erreicht sehr früh nahezu seine endgültige Größe und Gestalt, nach dem zweiten Jahr ist es fertig. So bleibt auch die frühzeitig gebildete

Knochenkapsel erhalten, und nur hier im Körper finden wir beim Erwachsenen alle Stufen der Knochenentwicklung nebeneinander erhalten, zuinnerst die fetale Kapsel mit Knorpelresten, dann feinfaserigen frühkindlichen Knochen, schließlich den Lamellenknochen des Erwachsenen. Der Knochen ist noch beim Kleinkind bis auf die enchondral gebildete Kapsel spongios, wird aber dann

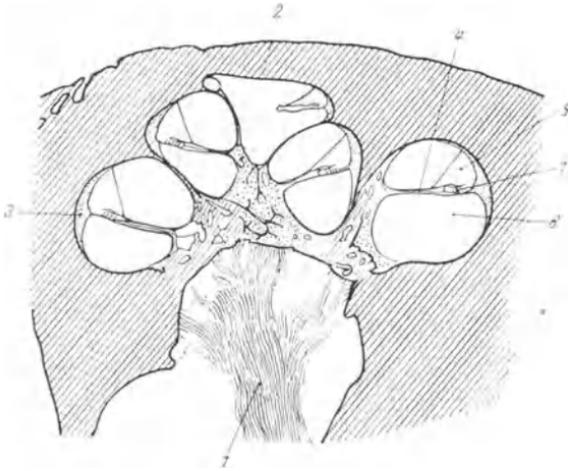


Abb. 120. Übersicht über die Schnecke. 1 Hörnerv, 2 Schneckenspindel, 3 Lig. spirale, 4 Lamina spiralis ossea, 5 Ductus cochlearis, 6 Scala tympani. Der obere Gang: Scala vestibuli, 7 CORTISches Organ.

durch sehr dichten Knochen bis auf die Gefäßkanäle ausgefüllt, und so kommt das „Felsenbein“ zustande.

In seiner knöchernen Hülle schwimmt das häutige Labyrinth in der Exolymphe, an einer Stelle liegt es überall der Knochenkapsel an und ist durch zartes Bindegewebe daran befestigt. Die Exolymphe steht durch den Canalis exolympathicus wahrscheinlich mit dem Liquorraum in Verbindung. Im häutigen Labyrinth selbst befindet sich die Endolymphe.

In der Schnecke läuft der Hohlraum  $2\frac{1}{2}$ mal um eine knöcherne hohle Säule (Schneckenspindel, Modiolus) herum. Von dieser geht eine ebenfalls hohle Knochenleiste aus, die Lamina spiralis ossea. Im Modiolus steckt der Nervus acusticus, im Ansatz der Lamina das Ganglion spirale, in der Leiste selbst die zum Sinnesorgan (CORTISchem Organ) hinlaufenden Hörnervenfasern.

Der epitheliale Schneckengang, Ductus cochlearis, hat dreieckigen Querschnitt und ist mit einer Spitze an der Lamina, mit der gegenüberliegenden Seite durch ein Bindegewebspolster an der Knochenwand befestigt. So werden im Schneckengang drei Räume abgeteilt, zwei Exolymphräume, die *Scalae vestibuli et tympani*, die an der Spitze der obersten Windung sich verbinden, und der genannte Endolymphraum, der *Canalis cochlearis*.

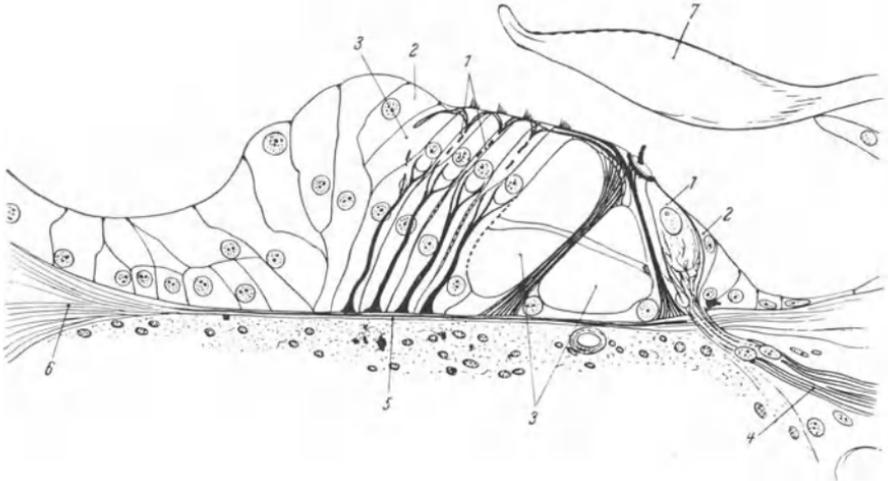


Abb. 121. CORTISCHES ORGAN vom Menschen. 1 Hörzellen, 2 Stützzellen, 3 äußerer und innerer Tunnel, 4 Hörnervfasern, 5 Membrana basilaris, 6 Lig. spirale, 7 Membrana tectoria.

Das CORTISCHE ORGAN (das Hörsinnesorgan) nimmt die gegen die *Scala tympani* gerichtete Wand des Ductus cochlearis ein und sitzt auf einer derben bindegewebigen Membran, der Basilarmembran, die an der *Lamina spiralis* sich befestigt und mit dem *Ligamentum spirale* an der gegenüberliegenden Wand der Schnecke festhaftet. Am epithelialen CORTISCHEN ORGAN unterscheidet man die Sinneszellen mit ihren Sinneshärchen von dem umfangreichen Apparat der Stützzellen. Die ersteren sind in bestimmte Stützzellen eingelassen und strecken ihre Härchen in den Endolymphraum hinein. Die Hörnervenfaser treten aus der *Lamina spiralis* heraus und von unten außen durch die Basilarmembran in das CORTISCHE ORGAN hinein und an die Sinneszellen heran. Hierbei durchsetzen sie einige als Tunnel bezeichnete, wie das ganze Organ spiralg verlaufende Hohlräume.

Die Sinneshärchen werden von einer Membrana tectoria gerade berührt, die wie ein Deckel über ihnen schwebt und sich auf einem erhöhten Gewebepolster an der Lamina spiralis befestigt. Sie ist eine Bildung der hier befindlichen Epithelzellen. Die Basilar-membran gilt als Resonanzapparat, durch ihre Schwingungen berühren die Sinneshärchen die Membrana tectoria und so kommt augenscheinlich die Erregung der Sinneszellen zustande.

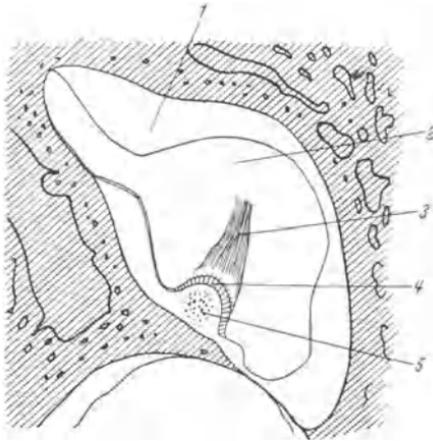


Abb. 122. Ampullarorgan (Crista ampullaris).  
 1 Exolymphraum, 2 Endolymphraum, 3 Kupula,  
 4 Sinnesepithel, 5 N. vestibularis.

Das häutige Labyrinth der Vorhöfe und Bogengänge besteht aus einem wiederum einschichtigen Epithel mit einer Bindegewebsunterlage. Dieses Epithel verdickt sich an 5 Stellen und bildet Sinnesorgane, die beiden Maculae staticae und die drei Cristae ampullares. Der Bau aller Organe ist ähnlich. Das Epithelpolster besteht aus Stützzellen und darin eingelassenen, Härchen tragenden Sinneszellen. An diese treten die Nervenfasern des Nervus vestibularis heran.

Auf den *Maculae* liegt ein Gallertgebilde, in das die Sinneshaare hineinragen. Es enthält die Statoliten (Statolitenmembran). Durch diese ist das Gebilde schwerer als die Endolymph und folgt so der Schwerkraft, wobei es gegen das Sinnesepithel in verschiedener Weise verschoben wird und so die Sinneszellen erregt.

Die *Cristae ampullares* verlaufen quer zur Richtung der Bogengänge und tragen gleichfalls ein Gallertgebilde, die Kupula, die aber hier eine verhältnismäßig hohe steilaufragende Wand bildet. Auch in diese ragen die Sinneshärchen hinein; sie werden durch die, bei der Strömung der Bogengangendolympe in Schwingung geratene Kupula erregt. Dies ist bei Drehungen des Kopfes der Fall.

Das *Mittelohr* ist ein mit Luft erfüllter, von Schleimhaut ausgekleideter Hohlraum, der durch die Tuba Eustachii mit dem Nasenrachenraum in Verbindung steht. Der knorpelige rachen-

seitige Teil dieser Röhre ist mit Zylinderflimmerepithel ausgekleidet, der ohrseitige trägt wie das Mittelohr ein niedriges, flimmerloses kubisches Epithel. In diesen Hohlraum ragen Schleimhautfalten hinein, die die Hörknöchelchen, die dazugehörigen Sehnen und die Chorda tympani enthalten. Nach außen ist der Hohlraum durch das Trommelfell abgeschlossen, eine Membran aus straffem Bindegewebe, die innen von der Mittelohrschleimhaut, außen von der Haut des äußeren Gehörganges, die hier aber keine Papillen besitzt, ausgekleidet ist. Die Hörknöchelchen zeigen Lamellensysteme mit Kittlinien, das Periost des Hammerfortsatzes verbindet sich fest mit der Trommelfellmembran. Die Verbindung zwischen Hammer und Amboß ist ein Gelenk, die zwischen Amboß und Steigbügel eine Bandverbindung. Die Steigbügelplatte sitzt in der Fenestra ovalis, ihr Rand besteht aus Hyalinknorpel, der Rand des Loches gleichfalls, zwischen beiden Knorpelringen spannen sich dichte Bindegewebsfasern aus. Hinter der Fenestra ovalis befindet sich ein großer Exolympdraum, der sich in die Scala vestibuli fortsetzt, am Helikotrema in die Scala tympani übergeht und an der Fenestra rotunda endet. Diese ist mit einer Bandplatte verschlossen; von hier ist keine Verbindung zu dem obengenannten Exolympdraum vorhanden.

*Das äußere Ohr* ist ein Gebilde der Haut. Die Ohrmuschel enthält elastischen Knorpel, im äußeren Gehörgang finden sich anfangs Haare, in der Tiefe die Glandulae ceruminiferae, die den großen Knäuldrüsen (S. 75) gleichen.

### Das Auge.

Das Sehorgan besteht aus dem Augapfel (Bulbus oculi), der in die Augenhöhle des Schädels mit einem aktiven und passiven Bewegungsapparat aus Muskeln, Sehnen, Sehnenrolle, Faszien und Fett eingelassen ist, und aus den Hilfsorganen, den Augenlidern und dem Tränenapparat. Die entwicklungsgeschichtliche Grundlage ist der Augenbecher, ein gestielter Auswuchs der Zwischenhirnanlage, die sich dem Hautektoderm anlegt, von diesem die Linse erhält, die sich im Innern des Bechereinganges festlegt. Die Haut, aus der die Linsenanlage stammte, wird zur Hornhaut. Der Becher erhält dann einen Hüllapparat aus dem umgebenden Mesenchym, der sich mit dem der Lederhaut entsprechenden Teil der Hornhaut fest zum Augapfel verbindet. So ist das Organ ringsum fest abgeschlossen und steht nur

durch Blut- und Lymphgefäße sowie Nerven mit der Umgebung in Verbindung.

Am *Augapfel* ist die äußere Hülle die *Sklera*. Sie besteht aus straffem Bindegewebe und hat die bekannte, am menschlichen

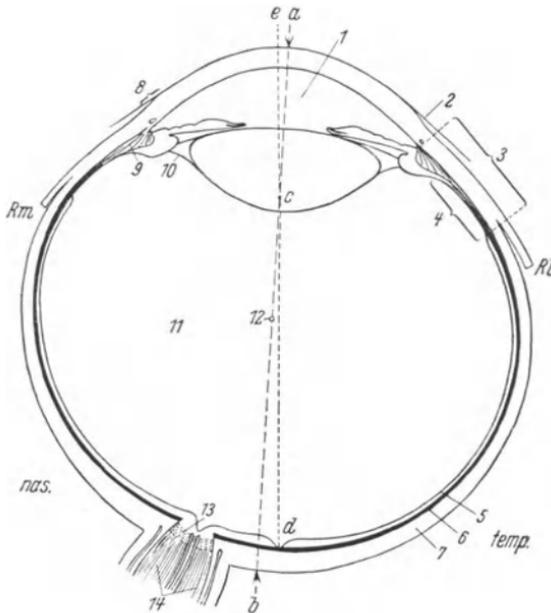


Abb. 123. Übersicht über das Auge (nach EISLER). *a—b* Geometrische Augennachse, d. i. Kugeldurchmesser, *e—d* Sehachse, *c* Schnittpunkt beider in der Linse, *1* vordere Kammer, *2* Conjunctiva bulbi, *3* Corpus ciliare, *4* Pars ciliaris retinae, *5* Pars optica retinae, *6* Chorioidea, *7* Sklera, *8* Übergang von der Sklera in die Hornhaut, *9* Musc. ciliaris, *10* Zonula ciliaris Zinnii, *11* Glaskörper, *12* Augendrehpunkt, *Rm. RL* Musc. rectus medialis et lateralis, *temp.* temporale, *nas.* nasale Seite, *13* Lamina cribrosa, *14* Nervus opticus.

Auge sichtbare, weiße Farbe. Am *Hornhautfalz* geht sie in das Stratum proprium der Hornhaut über. So wird eine feste, den ganzen Augapfel umschließende Hülle gebildet. Unter der Sklera liegt die Aderhaut (Chorioidea). Durch ihren Gehalt an Pigmentzellen (s. S. 5) ist sie dunkelbraun gefärbt; dazu kommen die vielen Blutgefäße, so daß sie die dunkle Innenauskleidung des Augapfels bildet (Camera obscura). Sie läßt drei Teile erkennen, deren den rückwärtigen Abschnitt des Auges (Augenhintergrund) auskleidender Teil zugleich das Ernährungsorgan für die Netzhaut ist. Zu innerst liegt ein engmaschiges Kapillarnetz (Choriocapillaris),

weiter nach außen neben den Arterien finden sich zahlreiche Venen, als Verbindung mit der Sklera dient die gefäßlose Suprachorioidea. Der vordere Teil der Chorioidea (Pars ciliaris, s. S. 102) reicht bis zum Hornhautrande. Von hier aus springt die Chorioidea ins Innere des Augapfels ein, den vorderen Teil der Iris bildend (s. S. 102).

Aus dem Augenbecher geht allein die *Retina* hervor. Ihre *Pars optica*, den Augenhintergrund (s. S. 98) einnehmend, ist das Lichtsinnesorgan, die sich nach vorn anschließende *Pars ciliaris* überzieht als Pigmentepithel die Pars ciliaris chorioideae und geht als Pigmentepithel der Iris auf deren Innenseite über.

Die Pars optica retinae, kurz Retina oder Netzhaut genannt — Netzhaut ist ein an sich irreführender, aber in die deutsche ärztliche Fachsprache als Eigenname übergegangener Ausdruck —, zeigt eine Schichtung, in der drei kernführende Schichten besonders hervortreten (Bezeichnungen s. Abbildung). Dieser Schichtung liegt folgender Bau zugrunde:

Auch hier unterscheiden wir Sinneszellen und Stützzellen, wozu noch Nervenzellen kommen. Die Retina ist nicht nur entwicklungsgeschichtlich, sondern auch im Feinbau und in ihrer Biologie ein Stück Gehirn. Die Stützzellen sind Gliazellen; das Hauptelement sind die MÜLLERSchen Fasern, die die ganze Retina radiär durchziehen und an der Außen- und Innenseite je eine Grenzhaute, Membrana limitans externa und interna bilden.

Die Körper der *Sinneszellen* liegen dicht unter der äußeren Membran, ihre *Kerne bilden die äußere Körnerschicht*. Ihre Sinnesfortsätze sind die Stäbchen und die Zapfen, die zu zwei verschiedenen Arten von Sinneszellen gehören, sie ragen durch die Membrana limitans externa hindurch und werden von zytoplasmatischen Fortsätzen der Zellen des Pigmentepithels (s. S. 100) umhüllt. Die Stäbchen- und Zapfenzellen senden kurze Nervenfasern nach innen. Sie verbinden sich mit den äußeren Fortsätzen bipolarer Ganglienzellen, deren Kerne die *innere Körnerschicht* bilden. Der andere Fortsatz dieser Zellen erreicht die dritte kernführende Schicht, die *Ganglienzellschicht*, das sind multipolare Ganglienzellen, deren Dendriten nach außen ragen und sich eben mit jenen bipolaren Zellen verbinden; ihre Neuriten liegen als Nervenfaserschicht ganz innen und verlaufen gegen die Papilla nervi optici zu. Zu dieser radiären Neuronenkette kommen tangentielle Verbindungen durch Ganglienzellen, die in der Schicht der

inneren Körner liegen, hinzu. Die Retina leitet nicht nur, sondern verarbeitet auch bereits die Erregung, die in den Stäbchen und Zapfen durch den Lichtreiz ausgelöst wird.

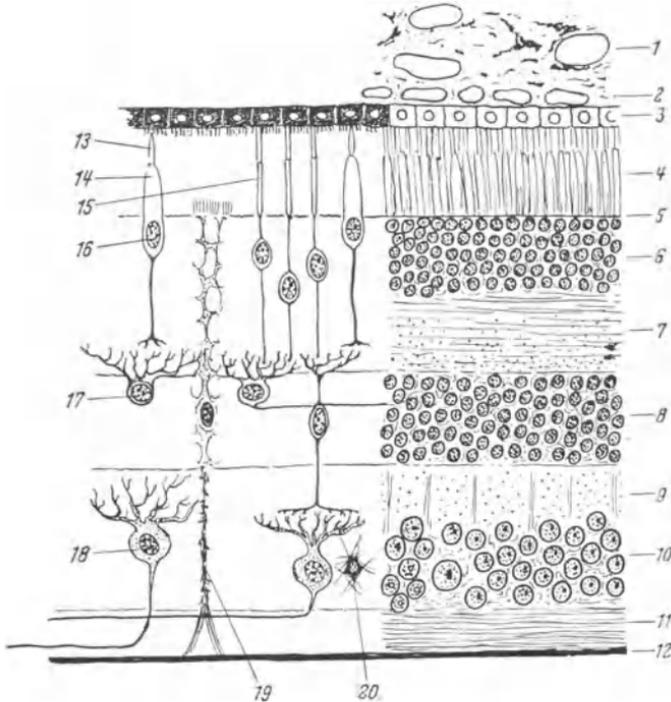


Abb. 124. Netzhaut (Retina) des Menschen. R. Histologisches Bild, L. Zytoarchitektonik, 1 Chorioidea, 2 Choriokapillaris, 3 Pigmentepithel, 4 Stäbchen und Zapfen, 5 Membrana limitans externa, 6 äußere Körner, 7 äußere Faserschicht, 8 innere Körner, 9 innere Faserschicht, 10 Ganglienzellen, 11 Sehnervenfaser, 12 Membrana limitans interna, 13 Außenglied, 14 Innenglied des Zapfens, 15 Stäbchen, 16 Kern der Zapfenzelle, 17 Horizontalzelle, 18 Ganglienzelle der N. opticusfaser, 19 MÜLLERSche Stützzelle (Glia), 20 Astrozyt.

Der geschilderte Teil der Retina entsteht aus dem inneren Blatt des Augenbeckers. Aus dem äußeren wird das *Pigmentepithel*. Am Rande der Pars optica retinae (an der Ora serrata) vereinigen sich beide Blätter zu dem zweischichtigen *Pigmentepithel der Pars ciliaris* (s. S. 102).

Die Fovea centralis (Macula lutea) liegt in der Mitte des Augenhintergrundes. In ihr finden sich nur Zapfenzellen, die dazu gehörigen weiteren Neurone sind zur Seite der Grube gelagert.

Auch der *Nervus opticus* ist ein Hirnteil. Er besteht aus den markhaltigen Fasern, die in der Ganglienzellschicht entspringen und beim Eintritt in die Papille ihre Markscheiden erhalten. Die Fasern liegen im Nerv in Bündeln, in Glia eingebettet, beisammen; die Hüllen des Nerven sind die des Gehirns, eine Pia mater, die auch zwischen die Bündel des Nerven eindringt, eine Arachnoidea

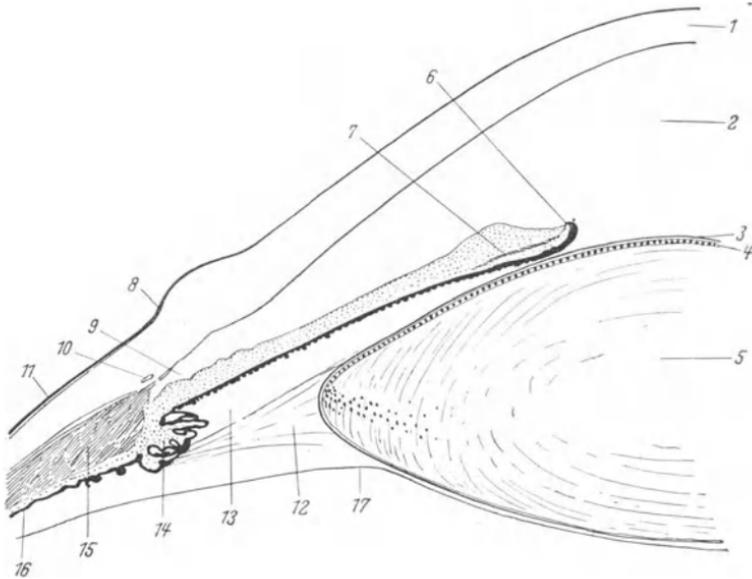


Abb. 125. Vorderer Teil des Augapfels. 1 Hornhaut, 2 vordere Kammer, 3 Linsenkapsel, 4 Linsenepithel, 5 Linsensubstanz, 6 Rand der Iris, Pigmentepithel, 7 M. sphincter iridis, 8 Limbus, 9 Kammerwinkel, 10 SCHLEMMscher Kanal, 11 Conjunctiva bulbi, 12 Zonulafasern, 13 hintere Kammer, 14 Ziliarfortsätze, 15 Ziliarmuskel, 16 Pars ciliaris retinae, 17 Membrana hyaloidea.

und ein vom Liquor cerebrospinalis erfüllter Arachnoidalraum, schließlich eine Durascheide. Die letztere verbindet sich mit den äußeren Teilen der Sklera, wobei die weichen Häute und der Liquorraum in der Form eines kuppelförmigen Umgangs aufhören.

Die Nervenfasern der Optikusfaserschicht treten zu der in der Mitte vertieften *Papilla nervi optici* zusammen und gehen in den Sehnerven über. Hierbei durchbohren sie eine von den inneren Teilen der Sklera ausgehende Faserschicht, Lamina cribrosa. Im Sehnerven verlaufen die Retinagesäße und treten durch die Papille auf die Netzhaut über.

Als *Corpus ciliare* wird der vordere Teil der inneren Augenhäute von der Grenze der Pars optica retinae bis zum Ansatz der Iris bezeichnet. Der *Musculus ciliaris* besteht aus inneren Ringfasern (MÜLLERScher Muskel), die einen in das Augennere vorspringenden Ringwulst bilden, und äußeren Radiärfasern (BRÜCKEScher Muskel), die sich bis zur Ora serrata erstrecken. Die Processus ciliares sind vielgestaltige, von Pigmentepithel der Pars ciliaris retinae überkleidete Fortsätze. Ihr Inneres enthält pigmentiertes Bindegewebe der Chorioidea mit einem reichen Kapillarnetz. Sie ragen hinter dem Irisansatz ins Augennere vor.

Die *Iris* selbst besteht aus der Fortsetzung der Chorioidea (Stroma iridis) und dem Pigmentepithel, das (außer bei Albinos) stets völlig undurchsichtig ist. Im Stroma können die Pigmentzellen ganz fehlen (blaue Augen), spärlich sein (graue und grüne Augen), reicher vorhanden sein (hellbraune Augen), schließlich das Stroma dicht erfüllen (dunkle bis schwarze Augen). Die Iris besitzt zwei Muskeln, den Sphinkter, rund um die Pupille verlaufend, den Dilatator, der mit radiären Fasern unmittelbar auf dem Pigmentepithel liegt. Die Pupille und ihr Rand sind Öffnung und Rand des Augenbeckens.

Die *Hornhaut (Cornea)* besteht aus der Fortsetzung der Sklera, dem völlig durchsichtigen Stratum proprium, dem vorderen geschichteten Plattenepithel und einer hinteren elastischen Haut (Membrana Descemeti), die ein Endothel trägt.

Die *Linse* liegt hinter der Iris und Pupille. Sie entwickelt sich aus einem Epithelbläschen. Dessen hintere Wand wandelt sich zu den langen Linsenfasern um, die die Masse der Linse bilden, die vordere liefert das niedrige Linseneithel. Eine elastische Kapsel umschließt die Linse. An ihr heften sich die Fasern der Zonula Zinnii an, die zwischen den Ziliarfortsätzen am Corpus ciliare entspringen. Durch die Kontraktion des Ziliarmuskels wird diese Aufhängung in der Zonula entspannt, die Linse folgt ihren elastischen Kräften und wölbt sich stärker, dies ist die Einstellung des Auges auf die Nähe (Akkommodation).

Der Augapfel enthält drei Räume: Die *vordere Kammer* befindet sich hinter der Hornhaut und vor der Iris. Im Kammerwinkel vor dem Irisansatz findet sich das zarte Ligamentum pectinatum, das einen ringförmigen Venensinus (SCHLEMMscher Kanal) nach innen begrenzt. Er ist durch sein Endothel abgeschlossen.

Die vordere Kammer verbindet sich um den Pupillarrand herum mit der *hinteren Kammer*, einem ziemlich engen Umgang rings um die Linse. Die hintere Wand dieses Raumes wird von der *Membrana hyaloidea* gebildet, die zusammen mit der Linse den dritten Raum, den Glaskörperraum abschließt. Die beiden Kammern sind vom Kammerwasser erfüllt, der Glaskörperraum von einem zellfreien Gewebe von gallertiger Konsistenz, dem Glaskörper (*Corpus vitreum*).

Die Gefäße des Augapfels bilden zwei getrennte Kreisläufe, den Retinakreislauf mit der *Arteria und Vena centralis retinae* (s. S. 101) und den Ziliarkreislauf, der von den *Arteriae ciliares* gespeist wird, und dessen Gefäßnetz sich in der *Chorioidea* und im *Corpus ciliare* verzweigt. Sie bilden auf der Sklera am Hornhautansatz rings um die Hornhaut ein Kapillarnetz, von dem aus diese Haut ernährt wird. Hier stehen die Ziliargefäße mit denen der Konjunktiva in Verbindung, zu deren Gefäßversorgung auch äußere Ästchen von den Lidern her beitragen; dieser Konjunktivalkreislauf ist also mit dem Ziliarkreislauf verbunden, während der Retinakreislauf völlig davon getrennt ist.

Die *Augentlider* sind Falten der äußeren Körperbedeckung, außen von der Haut, innen von einer Schleimhaut bekleidet, der Bindehaut, *Conjunctiva palpebrae*. Das Epithel ist ein geschichtetes Zylinderepithel mit Becherzellen und kleinen Drüsen. Der Übergang gegen das Hautepithel liegt etwas einwärts vom Lidrande. Oben und unten bildet diese Schleimhaut einen beweglichen Sack, Fornix, der die Beweglichkeit des Auges in der Augenhöhle ermöglicht; der Augapfel selbst ist dann mit der *Conjunctiva bulbi* bekleidet, die Plattenepithel trägt, das am Hornhautrand mit deren Epithel zusammenhängt. Im Lid ist eine derbe Bindegewebsplatte vorhanden, *Tarsus*, nach außen von dieser liegt der *Musc. orbicularis oculi*. Am Oberlid setzt der *Levator palpebrae* an. Am Lidrande stehen die großen Wimperhaare, dazu gehören kleine Talgdrüsen und große in den Haartrichter einmündende Knäuldrüsen (*MOLLsche Drüsen*). Muskeln (*Arrectores pilorum*) fehlen

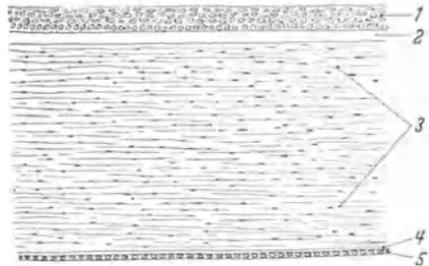


Abb. 126. Hornhaut. 1 Vorderes Epithel, 2 BOWMANSche Membran ohne Zellen, 3 Grundsubstanz der Hornhaut mit Zellen, 4 DESCEMETSche Membran (*Membrana elastica posterior*), 5 Endothel.

den Wimpern, auch den Haaren der Augenbrauen. Die *MEIBOMschen Drüsen* sind große Talgdrüsen, die im Tarsus liegen (*Glandulae tarsales*) und am Lidrand einwärts von den Wimpern münden.

Die Tränendrüse ist eine aus Läppchen aufgebaute seröse Drüse, die mit mehreren Gängen am äußeren Konjunktivalsack mündet, kleine Tränendrüsen des oberen Konjunktivalsackes sind die *KRAUSEschen Drüsen*. Der innere Lidwinkel zeigt eine Vertiefung, den Tränensee, der nach medial von der *Caruncula lacrimalis* begrenzt wird. In ihn tauchen beim Lidschluß die *Puncta lacrimalia* ein, Öffnungen zweier mit Plattenepithel ausgekleideter Gänge, die sich einwärts vom Lidwinkel zum Tränennasengang vereinigen. Dieser ist mit geschichtetem Zylinderepithel ausgekleidet.

## 6. Ernährungsorgane.

### Die Mundhöhle.

Der *Darmkanal* ist ein Hohlorgan mit eigener Wand, die durch Gleitschichten (*Pharynx*, *Oesophagus*) oder durch die Einrichtung der Leibeshöhle vom Bewegungsapparat getrennt und von dessen Bewegungen weitgehend unabhängig ist. Die Innenfläche hatten wir S. 20 als innere Oberfläche kennengelernt, sie tritt in der

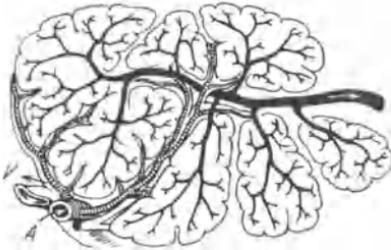


Abb. 127. Läppchenbau der Drüse. A Arterie,  
V Vene (aus BRAUS).

Form der Verdauung und Resorption in Verkehr mit dem Teil der Außenwelt, der zum Zwecke der Verwertung als Nahrung in dieses Hohlorgan hineinbefördert wird.

In der *Mundhöhle* ist dieser typische Bau noch nicht völlig entwickelt. Die Wand des Hohlraumes fällt zusammen mit dem Bewegungsapparat

des Kopfes selbst, seinen Knochen und Muskeln, die innen von der Mundhöhlenschleimhaut überzogen werden. Zwischen dieser und ihrer Unterlage ist keine selbständige, Formänderungen der Schleimhaut ermöglichende Schicht vorhanden, das ziemlich derbe Bindegewebe des *Stratum proprium* verbindet sich unmittelbar mit dem Bindegewebe der Muskulatur, dem Periost des Knochens.

Die *Schleimhaut* trägt ein dickes geschichtetes Plattenepithel der weichen Form, in das lange fingerförmige Papillen mit Kapillar-

schlingen hineinragen. Diese entstammen einem ungemein reichen Gefäßapparat, der im Stratum proprium sich ausbreitet. Hierzu gehört auch ein venöser Plexus, aus dem dann die ableitenden Venen das Blut fortführen.

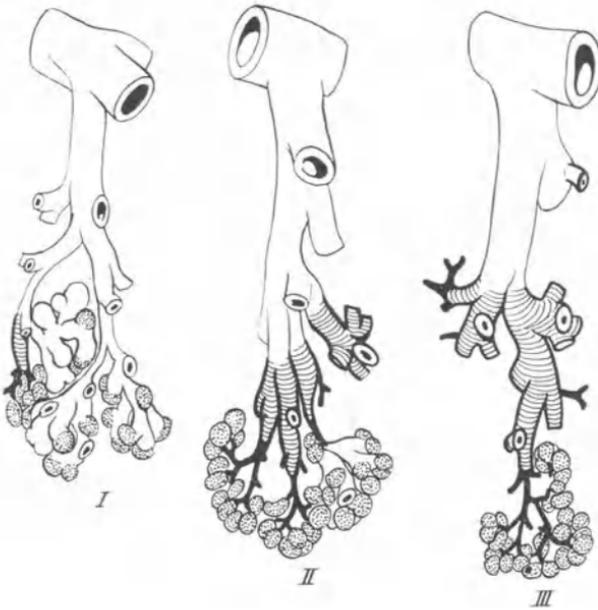


Abb. 128.

Abb. 128 I—III. Schema des Gangsystems der großen Speicheldrüsen (aus BRAUS). I Gl. sublingualis, II Gl. submandibularis, III Parotis, hell interlobuläre Ausführungsgänge, gestrichelt Sekrettröhrchen, schwarz Schaltstücke, helle sekretorische Endstücke: mukös, punktierte sekretorische Endstücke: serös.

Abb. 129 a—c. a Seröses Endstück. 1 Basalfilamente; b muköses Endstück; c Sekrettröhrchen, 1 basale Streifung der Zellen. (Nach BRAUS).

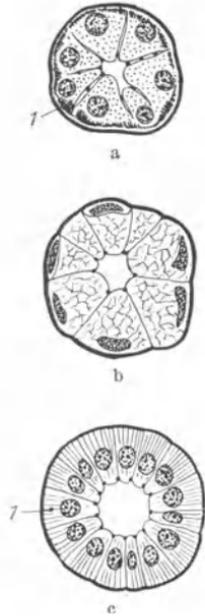


Abb. 129.

Die Mundhöhle wird feucht erhalten durch zahlreiche *Drüsen*, diese sind nur selten rein serös, meist mukös oder gemischt. Kleine, rein muköse Drüsen finden sich reichlich an der Lippe, am Gaumen und am Mundboden; spärlich an der Wange. Sie bestehen je aus einem nur andeutungsweise untergeteilten Läppchen, aus dem ein Ausführungsgang herausführt. Die Läppchen liegen im Stratum proprium, dringen aber auch bis in die Muskulatur ein, deren Bewegung zur Entleerung beiträgt. Die *großen* Drüsen liegen zum Teil weit von der Mundhöhle entfernt (Parotis) und führen ihr Sekret durch einen langen Ausführungsgang in

die Mundhöhle ab. Diese Gänge mit ihren größeren Verzweigungen besitzen ein mehrreihiges zylindrisches oder kubisches

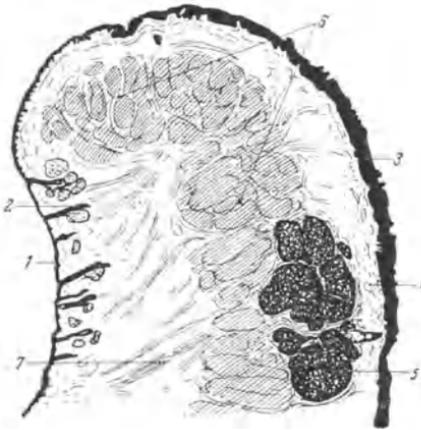


Abb. 130. Lippe. 1 Haut (Epidermis), 2 Haar, 3 Epithel der Schleimhaut, 4 Stratum proprium der Schleimhaut, 5 Drüse, 6 Musc. orbicul. oris, 7 Muskelfasern zur Haut.

Epithel, eine schwache Muskelschicht und eine bindegewebige Hülle.

Die *Parotis* ist eine rein *seröse* Drüse. Ihre zahlreichen Läppchen sind nicht zu einem einheitlichen Körper abgegrenzt, sondern breiten sich in der Retromandibulargrube weithin aus. In jedes Läppchen führt ein Ausführungsgang hinein und verzweigt sich hier zu zahlreichen ziemlich langen und dicken

Röhren, den *Sekret- oder Speicheldrüsen*, die nur an den großen Speicheldrüsen sich finden. Wegen ihres Epithels, dessen hohe acidophile Zellen an der Basis gestreift sind, heißen sie auch *Streifenstücke*. Aus diesen Gängen gehen die dünnen

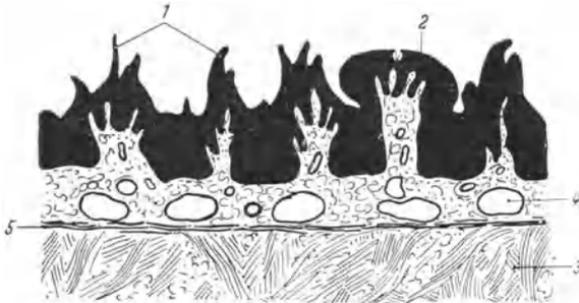


Abb. 131. Papillen des Zungenrückens. 1 Hornzipfel der Papillae filiformes, 2 Pap. fungiformis mit Geschmacksknospe, 3 Muskulatur, 4 Strat. proprium der Schleimhaut mit großen Gefäßen (Venenplexus), 5 Fascia linguae.

*Schaltstücke* hervor, enge Gänge mit niedrigem Epithel, an denen die sezernierenden beerenförmigen Endstücke sitzen. Die Läppchen enthalten meist zahlreiche Fettzellen. An den Ausführungsgängen finden sich gelegentlich kleine Noduli lymphatici.

Die *submandibulare Drüsengruppe* pflegt man in ihren innern, zwischen dem *Musc. mylohyoideus* und der Schleimhaut liegenden Teilen *Gl. sublingualis*, in ihren äußeren, auf dem genannten Muskel liegenden Teilen *Gl. submandibularis* zu nennen. Die Anordnung der verschieden gebauten Läppchen und der Gänge ist sehr variabel. Stets ist ein *Ductus submandibularis* vorhanden, der mit äußeren und inneren Läppchengruppen in Verbindung steht und um die Kante des *Musc. mylohyoideus* herumführt. Die

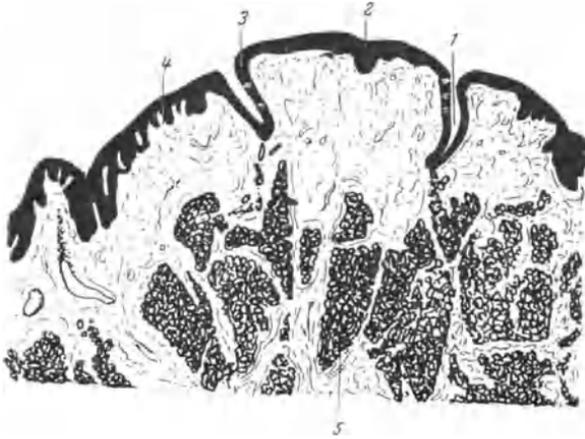


Abb. 132. *Pap. vallata*. 1 Graben, 2 Papille, 3 Epithel mit Geschmacksknospen, 4 Epithe der Zungenoberfläche mit bindegewebigen Papillen, 5 v. EBNERSche Drüsen.

äußeren Läppchengruppen enthalten vorwiegend seröse, die inneren, je weiter nach innen um so mehr muköse sekretorische Endstücke. Auch hier finden sich Sekretrohre und Schaltstücke, die Endstücke sind mehr länglich. Soweit sie mukös sind, sind es richtige Tubuli, die meist in einer Gruppe von serösen Zellen enden, „Halbmonde“. Je mehr muköse Teile vorhanden sind, um so spärlicher und kürzer werden die Sekretrohre, an den rein mukösen Läppchengruppen fehlen sie ganz. Diese besitzen häufig einen besonderen Ausführungsgang, den *Ductus sublingualis*. Kleine muköse *Glandulae sublinguales minores* liegen nicht nur unter der Schleimhaut des Mundbodens und münden an der *Plica sublingualis* aus, sondern auch in der Zungenmuskulatur und münden an der Unterfläche. Die größte derartige Drüse ist die *Gland. lingualis anterior*, die mitten in der Muskulatur der Zungenspitze liegt.

*Lippen und Wangen* sind Falten aus Haut und Schleimhaut mit quergestreifter Muskulatur dazwischen (Wangen und Lippen-  
teile der mimischen Muskulatur). Die Haut besitzt Haare, Talg-  
und Schweißdrüsen, die Schleimhaut muköse Drüsen. Die Grenze  
findet sich an der Lippe außen, das Lippenrot trägt Schleim-  
hautepithel, ist aber frei von Drüsen.

Der *harte Gaumen* wird von einer Knochenplatte gebildet,  
zwei Kompaktalagen mit derben Spongiosabalken dazwischen. An



Abb. 133. Papilla foliata. 1 v. EBNERsche Drüsen, 2 Mündung derselben, 3 lymphatisches Gewebe.

der Mundseite ist er überkleidet von einer sehr festen, mit dem Periost verbundenen Schleimhaut, die ein dickes Polster muköser Drüsen besitzt. Der weiche Gaumen führt zwischen den beiden Schleimhäuten Muskulatur, die Mundseite trägt zahlreiche muköse Drüsen, die Nasenseite die respiratorische Schleimhaut, jedoch liegt die Epithelgrenze auf der Oberseite.

Der Mundboden trägt die *Zunge*, einen von Schleimhaut überzogenen Muskelwulst; die bindegewebige Hülle, die *Fascia linguae*, ist meist nur sehr dünn und wird von den Muskeln durchbrochen, die nicht an ihr, sondern an der Schleimhaut ansetzen. Auch das *Septum linguae* ist meist nur dünn. Die Muskelbündel, deren Fasern an ihren Enden pinselförmig aufgespalten sind, durchflechten sich nach drei Richtungen (längs, quer, senkrecht). Die Schleimhaut ist an der Unterseite glatt, an der Oberseite trägt sie *Papillen*. Bis zur V-förmigen Linie der Papillae vallatae herrschen die *Pap. filiformes* vor, bei den verschiedenen Menschen verschieden

gestaltete Büschel verschieden langer Hornzipfel, in deren zugehöriges Stratum germinativum sog. Papillenstöcke hineinragen, breite Papillen mit aufgesetzten dünnen Sekundärpapillen. Solche, allein in der Zunge vorkommende Papillenstöcke besitzen auch die *Papillae fungiformes*, zwischen den Hornzipfeln aufragende glatte Knöpfe. Sie finden sich vorwiegend an der Spitze und Seite der Zunge und tragen Geschmackspapillen. Die *Papillae vallatae*

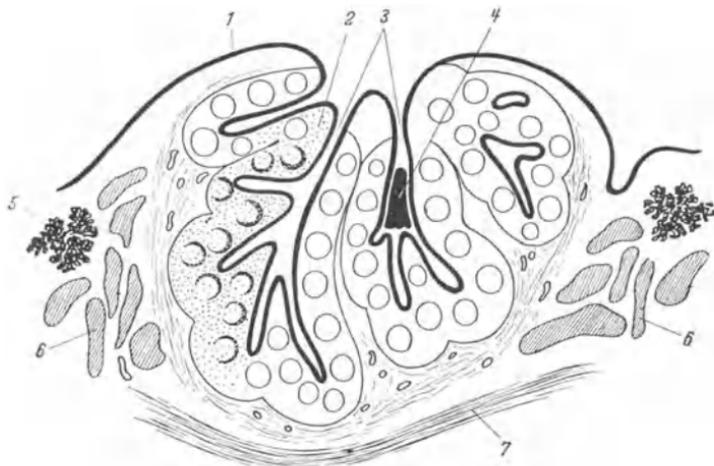


Abb. 134. Tonsilla palatina. 1 Epithel, 2 lymphatisches Gewebe mit Nodulis und Zentren, 3 Krypten, 4 Pfropf, 5 Drüsen, 6 Muskeln der Gaumenbögen, 7 Kapsel.

besitzen ebenfalls einen bindegewebigen Papillenstock mit sehr kleinen Sekundärpapillen. Von einem glatten Epithel umkleidet, ragt dieses Gebilde aus einem Graben in die Höhe, in dem zahlreiche, verzweigte, schlauchförmige seröse Drüsen (v. EBNERSche Spüldrüsen) einmünden. Die Wand des Grabens trägt zahlreiche Geschmacksknospen. Die *Papillae foliatae* bestehen beim Menschen aus mehreren Blättern mit Spalten dazwischen, in die ebenfalls Spüldrüsen münden. In der Regel finden sich an dem unregelmäßig gebauten Organ nur wenige Geschmacksknospen. Die *Papillae conicae* sind weiche, kegelförmige Gebilde mit glatter Oberfläche, hier und da einem Hornzipfel, in der Gegend der *Papillae vallatae*. Gegen den Zungengrund hin kommen dann die *Papillae lenticulares* hinzu, die bereits zu den lymphatischen Organen überleiten.

Die *lymphatischen*, *lymphoepithelialen* oder *Tonsillarorgane* der Mundhöhle und des Schlundes sind sehr mannigfacher Art. In den

Papillae lenticulares, meist in den Blättern der Papillae foliatae, häufig der Papillae vallatae finden sich Noduli lymphatici mit

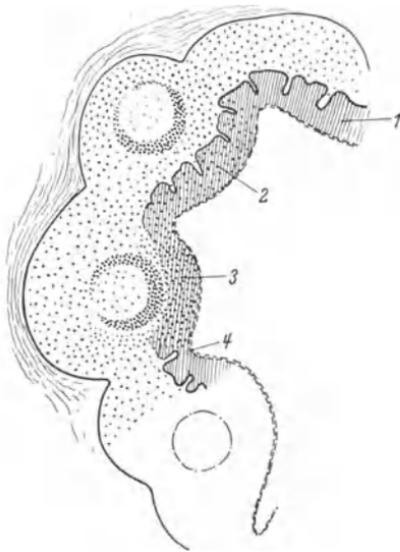


Abb. 135. Wand einer Krypte. 1 Epithel, 2 dasselbe mit beginnender lymphatischer Einwanderung, 3 vollendetes lymphoepitheliales Gewebe, 4 Hornschicht des Epithels.

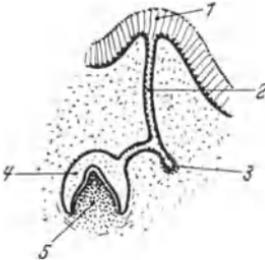


Abb. 136. Beginn der Zahnentwicklung, Glocke. 1 Epithel der Mundhöhle, 2 Zahnleiste, 3 deren Ende mit Mesenchymverdichtung, hier entwickelt sich die Glocke des bleibenden Zahnes, 4 Zahnglocke, 5 Zahnpulpa (Mesenchymverdichtung).

oder ohne Zentren, von denen aus das Epithel mit Lymphozyten durchsetzt wird. In den eigentlichen Tonsillarorganen sind epitheliale verzweigte Gänge, Tonsillarkrypten, entwickelt, die rings von einem dicken Mantel lymphatischen Gewebes mit Zentren umkleidet sind. Eine bindegewebige Kapsel umschließt das Organ. In der Tonsilla palatina sind zahlreiche solcher Krypten zu einem Organ vereinigt; in der Tonsilla lingualis stehen sie mehr einzeln. Im Nasenteil des Schlundes ist die Schleimhaut fast völlig mit lymphatischem Gewebe durchsetzt; die in die Noduli hineinführenden Krypten bestehen hier meist aus Zylinderflimmerepithel, doch kommen auch Plattenepithelkrypten vor. An der Rückwand und dem Dach des Schlundes werden sehr wechselnde und größere Organe gebildet, unterhalb davon dann mehr zerstreute, den Papillae lenticulares ähnelnde Organe. Beim Zylinderflimmerepithel wandern meist nur wenige Lymphozyten in das Epithel ein, am Plattenepithel kommt es zur Bildung eines besonderen „lymphoepithelialen“ Gewebeverbandes. Das Epithel erhält Hohlräume, die Epithelzellen

es zur Bildung eines besonderen „lymphoepithelialen“ Gewebeverbandes. Das Epithel erhält Hohlräume, die Epithelzellen

vielfach sternförmige und verzweigte Gestalt, so daß ein grobes Schwammwerk entsteht, das mit Lymphozyten gefüllt wird. Die Hornschicht bleibt als Grenze gegen die Lichtung zu erhalten, in den tieferen Schichten wird die basale Epithelgrenze aufgelöst, die Masse der Lymphozyten dringt gegen das Epithel vor. Das Gewebe ist in dauernder Bewegung, Ausbildung und Rückbildung, so daß die verschiedensten Stadien, vom intakten Plattenepithel

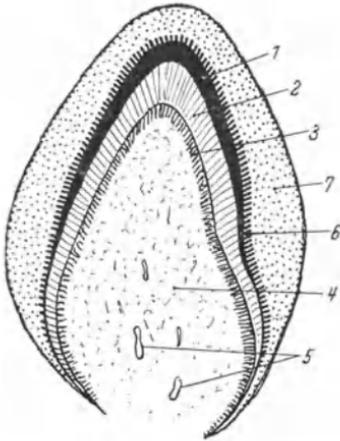


Abb. 137. Anlage des Zahnes in der Zahn-  
tasche. 1 Schmelz, 2 Dentin, 3 Odontoblasten,  
4 Pulpa, 5 Gefäße, 6 Schmelzepithel,  
7 Körper des Schmelzorganes, sog.  
Schmelzpulpa.

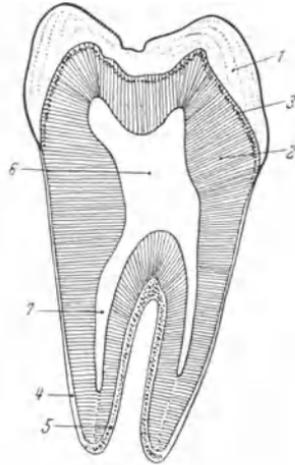


Abb. 138. Schliff durch einen ganzen Zahn.  
1 Schmelz, 2 Dentin, 3 Unregelmäßigkeiten  
im ältesten Dentin, sog. Interglobularräume,  
4 Zement, 5 sekundärer, zellhaltiger Zement,  
6 Pulpahöhle, 7 Wurzelkanal.

an, nebeneinander zur Beobachtung kommen. Die Lymphozyten wandern durch das Epithel *nicht* hindurch, dies tun vielmehr polymorphkernige Leukozyten, sowohl in den Tonsillen, wie spärlicher in der übrigen Schleimhaut, die sich dann im Speichel als Speichelkörperchen finden. Die Lymphozytenwälle um die Zentren sind nur gegen die Krypte zu deutlich (Halbmonde). Kleine Noduli mit lymphoepithelialen Gewebsverbänden finden sich zahlreich an Drüsenausführungsgängen des Schlundes und der Speiseröhre. Zwischen den lymphoepithelialen Organen finden sich zahlreiche muköse Drüsen, die an der Zungentonsille auch in die Krypten münden.

Die *Zähne* entwickeln sich innerhalb eines Epithelorgans, des Schmelzorgans oder der Zahnglocke. Diese wächst aus einer Leiste

hervor, die sich von der Keimschicht des embryonalen Mundhöhlenepithels aus rings oben und unten in der Ausdehnung der späteren Zahnreihe in das Bindegewebe hineinsenkt. Für jeden Zahn wird eine Glocke gebildet, im ganzen also 52, vorne, im Gebiet des Milchgebisses an jedem Platze zwei, eine für den Milch-

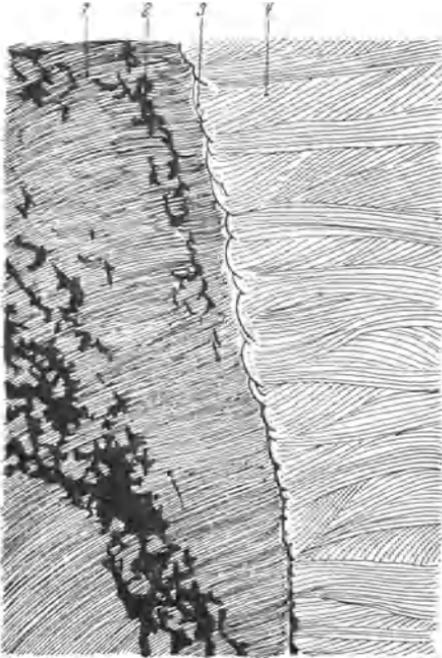


Abb. 139. Schmelz-Dentin, Grenze aus einem Zahnschliff. 1 Dentin mit Kanälchen, 2 Interglobularräume, 3 Schmelz-Dentingrenze, 4 Schmelzprismen.

zahn, eine für den bleibenden Zahn. Das Gewebe im Innern der Glocke ist eine Mesenchymverdichtung, die Anlage der Pulpa. Die Glocke bildet die Gestalt des Zahnes vor, und zwar der Grenzfläche zwischen Dentin und Schmelz an der Krone, von Dentin und Zement an der Wurzel, und zwar in der endgültigen Größe. Zuerst wird so die Spitze angelegt, dann schreitet die Bildung gegen die Wurzel zu vor. Diese Art, ein Organ aufzubauen, kommt nur am Zahn vor.

Die *Zahnglocke* zeigt innen das Schmelzepithel, ein hohes Zylinderepithel. Die Masse der Glocke, die ihr die feste Gestalt gibt, wird von einem wasser-

reichen, aus dem Epithel hervorgegangenen Gewebe (sog. „Schmelz-pulpa“, schlechter Name) gebildet, das außen durch eine dünne Zellschicht abgegrenzt wird. Rund um die ganze Anlage wird ein bindegewebiges „Zahnsäckchen“ gebildet.

Von den Hartsubstanzen wird zuerst das *Dentin* (s. S. 38) gebildet, von den *Odontoblasten*, die aus dem Mesenchym an dessen Oberfläche entstehen. Auf die junge Dentinschicht wird dann von den *Schmelzepithelzellen* (Adamantoblasten) der *Schmelz* in der Form der Schmelzprismen abgesetzt. Das Dentin ist zuerst kalkfrei (Prädentin), später nimmt es Kalksalze auf (s. Knochen S. 36).

So schreitet der Aufbau des Zahnes gegen die Wurzel vor, die Alveole wird dabei ständig durch Osteoklasten erweitert. Sowie die Wurzel fertig gebildet ist, verschwindet das Schmelzorgan, und Osteoblasten setzen eine dünne Schicht grobfaserigen Knochens, den Zement ab. An der Krone verbindet sich das Schmelzorgan wieder mit dem Mundhöhlenepithel, an der Verbindungsstelle bricht die Zahnschmelzspitze durch.

Der fertige Zahn besteht aus Dentin, Schmelz, Zement und Pulpa und sitzt mit der Wurzelhaut befestigt in der Alveole. Wo er durch das Epithel hindurchgeht, schließt sich dieses mit der Zahntasche an den Zahnhals an.

Das Dentin ist S. 38 besprochen; am fertigen Zahn wird sekundäres Dentin gebildet, das oft die Pulpahöhle stark verengt. Die Odontoblasten bleiben als Zellen des Dentins zeit lebens erhalten, ihre Fortsätze (TOMESSche Fasern) ragen vielfach ein wenig in den Schmelz hinein.

Der Schmelz ist eine fast rein mineralische Substanz aus kristallisierten Kalksalzen, die zu Prismen angeordnet sind. Diese stehen annähernd senkrecht auf dem Dentin, sind aber niemals ganz gerade. Die RETZIUSSchen Streifen entstehen am Schliff durch Beugung und Reflexion des Lichts, sie laufen parallel den alten Zuwachslinien und sind durch Unregelmäßigkeiten der Prismen hervorgerufen. Der Schmelz ist die härteste Substanz des Körpers, an der Oberfläche ist er vom Schmelzoberhäutchen, einer verkalkten organischen Haut bedeckt, die allerdings bald abgekaut wird.

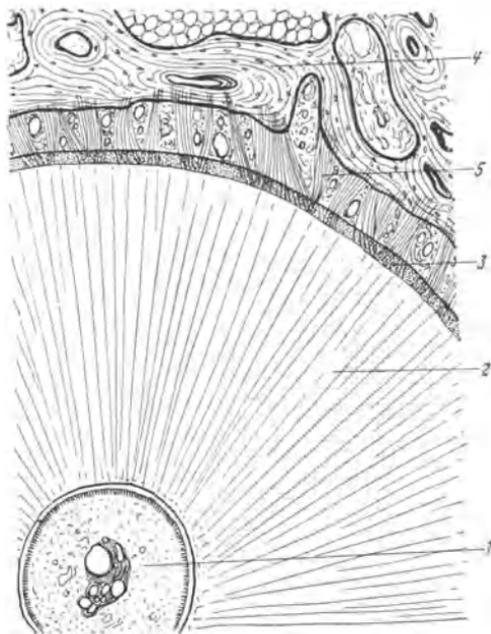


Abb. 140. Querschnitt durch eine (entkalkte) Zahnwurzel. 1 Pulpa, 2 Dentin, 3 Zement, 4 Knochen der Alveolarwand, 5 Wurzelhaut.

Der *Zement* ist eine dünne zellfreie Schicht. An den Wurzeln der Backenzähne wird sekundärer Zement daraufgesetzt, ein zellhaltiger Knochen, zwischen beiden Lagen ist eine Kittfläche vorhanden.

Die *Pulpa* besteht aus einem faserarmen, zellreichen Bindegewebe (embryonale Form) mit zahlreichen Gefäßen, die gegen die

Odontoblasten Schlingen bilden. Nerven sind zahlreich vorhanden, sie enden zwischen den Odontoblasten, die wahrscheinlich im Dentin selbst durch ihre Fortsätze die Empfindung vermitteln.

Die Wurzelhaut füllt den Raum zwischen Zement und Alveolarwand aus. Aus den oberflächlichen Lamellen dieser Wand entspringen zahlreiche Fasern als *SHARPEYSche Fasern*, durchziehen in Bündeln die Wurzelhaut und pflanzen sich, schräg nach unten ziehend, im Zement ein. Der Zahn berührt nirgends die Wand der Alveole, vor allem auch nicht an der Wurzelspitze. Am Alveolareingang streben die Fasern fächerförmig auseinander, hängen hier

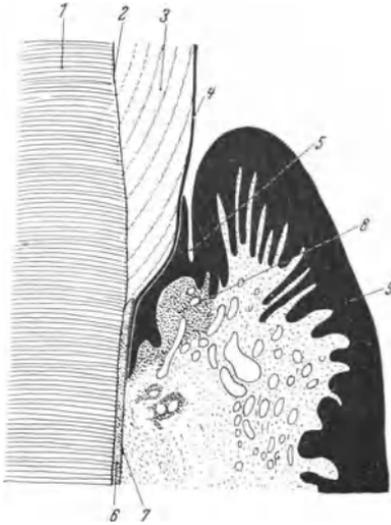


Abb. 141. Zahnhals mit Zahntasche. 1 Dentin, 2 Schmelz-Dentingrenze, 3 Schmelz, 4 Schmelzoberhäutchen, 5 Zahntasche, 6 Zement, 7 Ansatz des Kronenbändchens, 8 zellreiches Bindegewebe am Zahnhals, 9 Zahnfleischepithel.

auch mit einer Periostverdichtung zusammen. Diese Einrichtung ist das Kronenbändchen. In der Wurzelhaut befinden sich zahlreiche Blutgefäße, teilweise zu Knäulen zwischen den Faserbündeln angeordnet. Die Gefäße und Nerven erreichen die Alveole durch Löcher der Alveolenwand von den Markräumen her; größere liegen gegenüber der Wurzelspitze, die am Unterkiefer in den Kieferkanal führen.

Die *Zahntasche* geht aus dem epithelialen Durchbruchskanal der Verschmelzungsstelle von Schmelzorgan und Mundepithel hervor. Das Epithel legt sich dem Schmelz und dem Zement des Zahnhalses dicht an, so weit, wie es herunterreicht, geht auch das Schmelzoberhäutchen. Die Tiefe der epithelialen Tasche befindet

sich als Rinne etwas nach außen von diesem dem Zahnhals anliegenden Epithelring.

Vom *Pharynx* an haben wir ein Hohlorgan mit eigener Wand vor uns, die aus Muskulatur und Schleimhaut besteht. Die erstere setzt sich aus quergestreiften Fasern zusammen; innerhalb des mehr ringförmig verlaufenden Konstriktors findet man seitlich die abwärts ziehenden Bündel des *M. palatopharyngeus*, außen einige Längsbündel aus dem *M. stylopharyngeus*. Die Muskelwand ist also in der Mitte sehr viel schwächer als seitlich. Innen von der Muskelschicht findet sich eine kräftige elastische Faserhaut, der die Schleimhaut unmittelbar aufliegt; im obersten Teil bilden Schleimhaut und elastische Haut mit der dünnen äußeren Faszie allein die Wand. Das Epithel führt im oberen Teil Zylinder-Flimmerepithel, weiter unten Plattenepithel, die Grenze ist oberhalb der Stelle, wo das Gaumensegel sich dem Pharynx anlegt. Im Gebiete der respiratorischen Schleimhaut finden sich die dazugehörigen seromukösen Drüsen, unterhalb rein muköse, die lymphatischen Organe sind oben erwähnt.

### Der Darmschlauch.

Von der Speiseröhre an haben wir dann den typischen Bau der Darmwand. Zwei physiologische Hauptschichten sind vorhanden, die *Schleimhaut*, die vom Magen ab Sekretion und Resorption besorgt und an ihrer Oberfläche von einer *Muscularis mucosae* abgeschlossen wird, und die Muskelschicht, die aus einer inneren, meist dickeren Ringschicht und äußeren Längsschicht besteht. Beide sind getrennt durch die *Submukosa*, eine Schicht lockeren, aber derben Bindegewebes, die eine Verschiebeschicht darstellt, so daß die Schleimhaut sich auf der kontrahierten glatt bleibenden Muskulatur in Falten zusammenschieben kann. Die Blut- und Lymphgefäße verzweigen sich in der Submukosa, in die sie unter Durchbrechung der Muskulatur vom Mesenterium aus gelangen. Von hier aus werden Schleimhaut und Muskulatur versorgt. Zwei Nervenplexus sind in der Darmwand vorhanden, einer unter der Schleimhaut, *Pl. entericus* (*Pl. submucosus*, MEISSNERSCHER *Pl.*), ein anderer zwischen beiden Muskelschichten, *Pl. myentericus* (AUERBACHSCHER *Pl.*), mit Ganglien und derben grauen Zwischenbahnen. Von hier geht die Versorgung von Muskulatur und Schleimhaut in der Form des BOEKESCHEN Grundplexus aus. Ein reicher lymphatischer Apparat gehört zur Schleimhaut. Von

der Kardia bis zum After ist deren Stratum proprium ein mesenchymales Zellretikulum mit nur spärlichen Fasern, aber zahlreichen, besonders eosinophilen Wanderzellen und Lymphzellen,

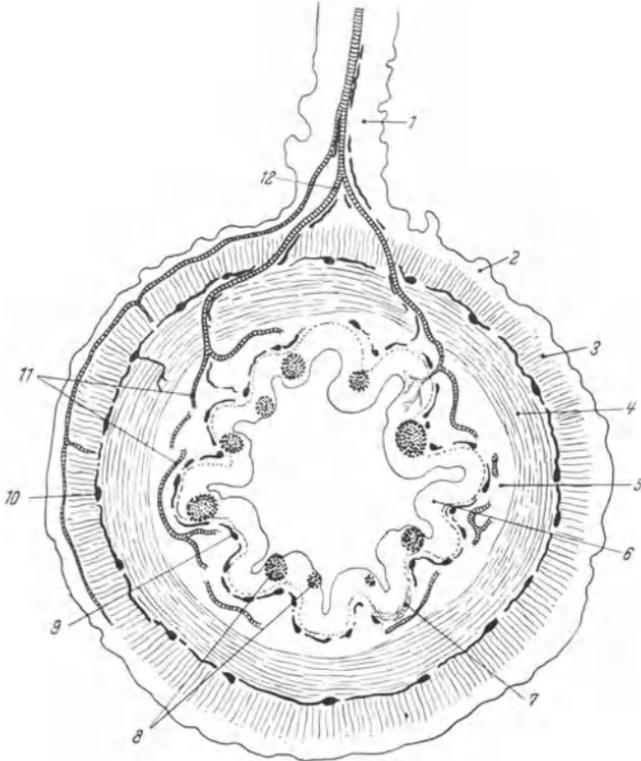


Abb. 142. Schema vom Bau des Darmes. 1 Mesenterium, 2 Serosa, 3 Längsmuskeln, 4 Ringmuskeln, 5 Submukosa, 6 Schleimhaut, 7 Muscularis mucosae, 8 Noduli lymphatici, 9, 10 Nerven (schwarz), 9 Plexus entericus, 10 Pl. myentericus, 11 Verzweigung der Gefäße in der Submukosa, 12 Endäste der Art. mesenterica. Die Venen verlaufen mit den Arterien, auch die Lymphgefäße nehmen in wesentlichen denselben Weg.

die sich zu vielen Noduli lymphatici verdichten. An mehreren Stellen wird der lymphatische Apparat dann besonders entwickelt (s. S. 117 f). So ist unter dem ganzen Epithel ein lymphatisches Organ ausgebreitet.

An der *Speiseröhre* besteht die Muskulatur zunächst aus quergestreiften Fasern, erst im unteren Drittel ist sie völlig durch glatte ersetzt. Die Schleimhaut zeigt ein dickes geschichtetes

Plattenepithel mit langen fingerförmigen Papillen, mit kleinen Schleimdrüsen, die bis in die Submukosa sich ausbreiten, und einer Muscularis mucosae aus längsgerichteten Bündeln. Die Lichtung des Organs ist im leeren, kontrahierten Zustande sternförmig und wird nur beim Durchgleiten des Bissens erweitert.

Der *Magen* zeigt an der Außenseite den Überzug mit dem viszeralem Bauchfellblatt (Serosa), das von hier ab sich den Schichten der Darmwand zugesellt und nur streckenweise (Duodenum, Rückwand zweier Dickdarmabschnitte) fehlt. Die Schleimhaut ist durch Furchen in die *Areolae gastricae* gegliedert. Das Epithel ist ein hohes Zylinderepithel mit Schleimpröpfen an der freien Oberfläche, das sich in die Krypten (Magengrübchen) in etwas niederer Gestalt fortsetzt. In diese Krypten münden die verzweigten schlauchförmigen Magen-

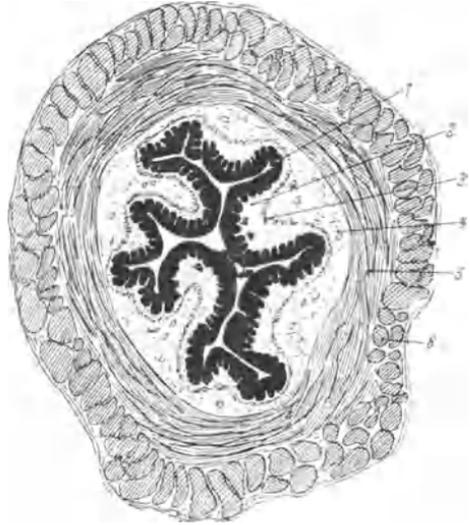


Abb. 143. Querschnitt der kontrahierten Speiseröhre. 1 Epithel, 2 Strat. proprium, 3 Muscularis mucosae, 4 Submukosa, 5 Ring-, 6 Längsmuskeln.

drüsen, die das Stratum proprium dicht erfüllen und in ihrem oberen Teil mehr gestreckt, im unteren geschlängelt verlaufen. Unterhalb eines kurzen Halses mit indifferenten Zellen folgt der sezernierende Teil mit dreierlei Zellen, im oberen Abschnitt mit den kleinen Nebenzellen, im unteren Teil mit den großen basophilen Hauptzellen, wozu in beiden Abschnitten die großen azidophilen Belegzellen kommen. Von der Muscularis mucosae gehen Muskelbündel zur Oberfläche, Noduli lymphatici fehlen nicht. Diese Schleimhaut breitet sich im Fundus und Korpus aus. Im *Pylorusabschnitt* besitzen die Drüsen nur eine Art von Zellen, deren Epithel mit keiner der drei Zellarten der Fundusdrüsen übereinstimmt. Die lymphatischen Organe sind im Pylorusteil sehr reichlich und verdichten sich am Pylorus selbst zu einer besonders starken Ansammlung lymphatischen Gewebes.

Die Muskulatur des Magens zeigt im oberen Teil noch eine innere dritte Schicht, im Pylorusabschnitt sind Längs- und Ringschicht voll entwickelt.

An der *Kardia* grenzt die Speiseröhrenschleimhaut mit zackigem Rand an die Magenschleimhaut, die Epithelarten stoßen ohne Übergang aneinander, zuerst finden sich an Stelle der Fundusdrüsen einige lange Schläuche ohne die kennzeichnenden Zellformen

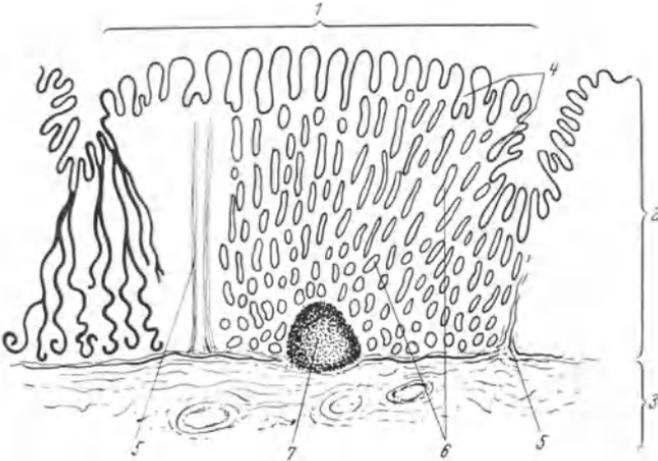


Abb. 144. Schema der Magenschleimhaut. 1 Areola gastrica, 2 Schleimhaut, 3 Submukosa, 4 Krypten, 5 Muskelzüge, 6 Drüsen, 7 Nodus lymphaticus.

(Kardiadrüsen). Am Pylorus grenzen ebenso unvermittelt Dünndarmschleimhaut und Magenschleimhaut aneinander. Die beiden Epithelformen lösen einander ohne Übergang ab, ebenso die Form der Krypten.

Die Schleimhaut des *Dünndarms* zeichnet sich durch den Besitz der *Zotten* aus, die in etwas wechselnder Gestalt vom Pylorus bis zur Ileocaecalclappe reichen, im Duodenum und Jejunum auch die Ringfalten (*Plicae circulares*) bedecken, die im Ileum fehlen. Sie sind die eigentlichen Ernährungsorgane des Menschen. Das Dünndarmepithel ist schon S. 21 erwähnt, es ist ein einschichtiges Zylinderepithel mit Becherzellen, einem Kutikularsaum, der von Poren durchsetzt ist. Dieses Epithel überzieht die Zotten und sitzt auf einer dünnen Schicht zarter kollagener Fasern fest. Das Innere enthält zu äußerst das dichte Kapillarnetz, das aus der Submukosa durch aufsteigende Arterien gespeist wird. In

der Mitte der Zotte befindet sich ein blind endigendes Lymphgefäß, ein Auswuchs des in der Schleimhaut liegenden Lymphgefäßnetzes.

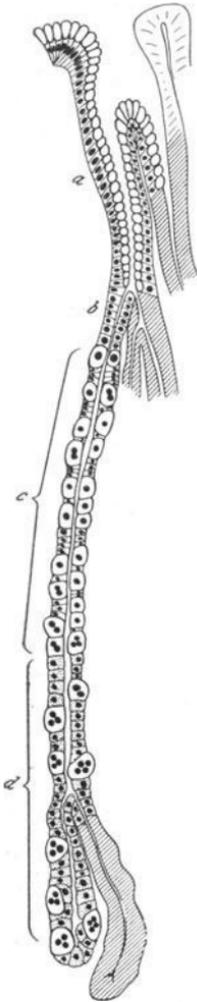


Abb. 145. Magenkrypte und -drüse. *a* Krypte, *b* Hals der Drüse, *c* Mittelstück aus Neben- und Belegzellen, *d* Grund aus Haupt- und Belegzellen.

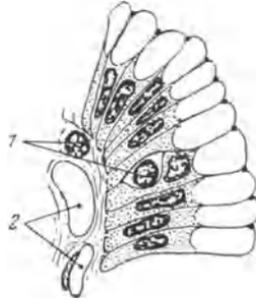


Abb. 146. Magenepithel. *1* Wanderzellen, *2* Gefäße.

Rings um diesen Lymphraum liegen glatte Muskelzellen, die von der Muscularis mucosae aus aufsteigen. In dem Zellnetz, das den

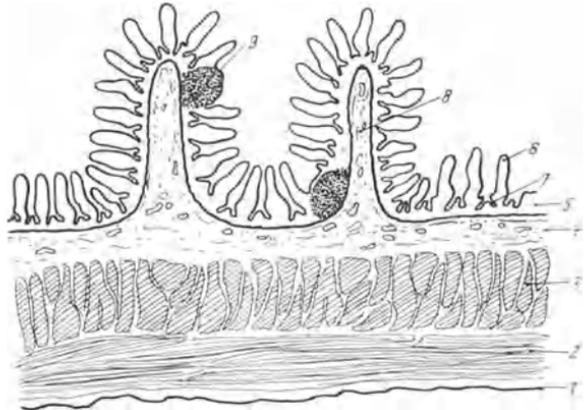


Abb. 147. Dünndarm (Jejunum), Übersicht. *1* Serosa, *2* Längsmuskeln, *3* Ringmuskeln, *4* Submukosa, *5* Mukosa, *6* Zotte, *7* LIEBERKÜHNSCHE Drüse (Krypte), *8* KERCKRINGSCHE Ringfalte, der Strich zeigt in die Submukosa, *9* Nodus lymphaticus.

Rest der Zotten erfüllt, sieht man Wanderzellen (besonders eosinophile). Die Zotte mit kontrahierter Muskulatur sieht aus wie eine zylindrische Papierlaterne. Bei der Fixierung des lebensfrischen Darmes löst sich

der bindegewebige Teil der Zotte (Stroma) oft durch die Kontraktion seiner Muskulatur vom bereits erstarrten Epithel ab. Dadurch entsteht unter diesem ein Hohlraum, der also ein Kunstprodukt ist. Die *Noduli lymphatici* erfüllen oft eine Zotte, die dann die Form eines stumpfen Kegels erhält. Zwischen den Zotten senken sich die Krypten oder **LIEBERKÜHN**-schen Drüsen in die Tiefe, kurze Schläuche, die anfangs das Oberflächenepithel, in der Tiefe Drüsenzellen mit acidophilen Sekretkörnchen tragen (**PANETHSche** Zellen).

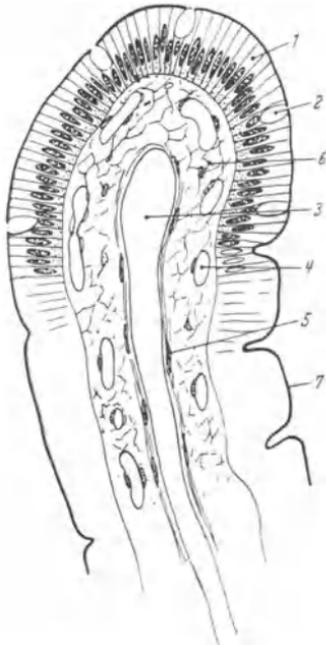


Abb. 148. Dünndarmzotte, Längsschnitt. 1 Epithel, 2 Becherzelle, 3 Lymphgefäß, 4 Blutgefäße, 5 Muskeln, 6 Mesenchymnetz, 7 Kutikularsaum.

Im oberen Teil der Krypten finden sich Mitosen, von hier aus wird das Epithel auch der Zotten erneuert. Ein gleiches gilt für die Magenkrypten und die Drüsen des Dickdarms. Im gesamten einschichtigen Epithel des Darmkanals ist also eine Flächenwanderung der Zellen vorhanden.

Die drei Abschnitte des Dünndarms (Duodenum, Jejunum, Ileum) sind im Feinbau nur wenig verschieden. Die *Zotten* haben im Duodenum die Form von Kegeln, im Jejunum die von Fingern, im Ileum sind sie zugespitzt. Im oberen horizontalen Teil des Duodenum finden sich die **Duodenaldrüsen (BRUNNERSche Drüsen)**. Sie gleichen den Pylorusdrüsen des

Magens und münden in die Darmkrypten. Abwärts vom Sphinkter pylori bilden sie Lappchen, die die Muskulatur durchbrechen und sich in der Submukosa ausbreiten. Epitheliales Gewebe in der Submukosa findet sich nur an dieser Stelle des Darmes. Im Ileum ist das lymphatische Gewebe angehäuft zu den *Noduli aggregati (PEYERSche Haufen)*. Große *Noduli* erfüllen einzelne, dadurch aufgeblähte Zotten und erstrecken sich, die *Muscularis mucosae* durchbrechend, bis in die Submukosa.

Im *Dickdarm* finden sich keine Zotten. Diese fehlen schon an der Außenseite der Ileocaecalklappe, während sie an deren

Innenseite noch vorhanden sind. Die Schleimhaut ist also glatt. Die Krypten oder Drüsen sind sehr lang und voller Schleimzellen, die auf den schmalen Leisten zwischen den Krypten fehlen. Die Noduli reichen vielfach in die Submukosa hinein. Die Muskulatur zeigt eine Verdickung der Längsmuskeln zu Streifen (Tänien), zwischen denen die Muskulatur dünn ist. Die Darmwand wölbt sich buckelartig nach außen vor (Haustra), die Falten dazwischen

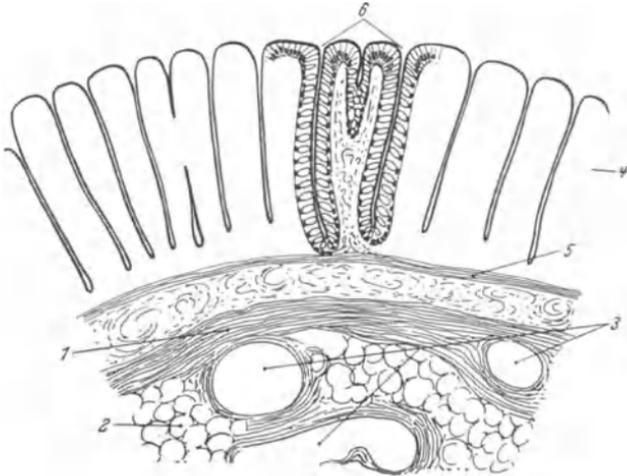


Abb. 149. Dickdarm. 1 Bindegewebe, 2 Fett, 3 Gefäße der Submukosa, 4 Mukosa, 5 Muscularis mucosae, 6 Drüsen.

sind die Plicae semilunares. Form und Lage dieser Teile wechselt, am leeren kontrahierten Dickdarm sind sie verschwunden.

Der *Wurmfortsatz* enthält wieder ein großes Lymphorgan. Er zeigt alle Schichten der Darmwand, die Schleimhaut gleicht der des Dickdarms. Sie und zum großen Teil die Submukosa sind erfüllt von lymphatischem Gewebe mit Zentren.

Am *Anus* ist das Darmrohr hineingesteckt in die Körperwand und sein Ende wird von zwei quergestreiften Muskeln umgriffen, dem Sphinkter und dem Levator ani. An der gleichen Stelle verdichtet sich die glatte Ringmuskelschicht zum Sphinkter internus. Durch diesen breiten Muskelring wird der Darmausgang abgeschlossen. Ihm entspricht innen eine besondere Entwicklung der Schleimhaut mit einem Plattenepithel, wie es der Druck der Wände aufeinander erfordert (vgl. Stimmritze und Abschluß des Nasenrachenraums). Diese Strecke ist die Analschleimhaut, das

Epithel zeigt Pigmentkörnchen in der Keimschicht, Drüsen fehlen an dieser Strecke. Aufwärts setzt sich diese eigentliche Analregion in scharfer, gezackter Grenze gegen die Schleimhaut des Colon rectum ab. Hier liegt eine Reihe von Gruben, MORGAGNISCHE Taschen, in die bei vielen Individuen lange Schläuche (MORGAGNISCHE Schläuche) einmünden. Diese sind von Plattenepithel ausgekleidet mit Seitenästen, die ein geschichtetes Zylinderepithel tragen. Die Schläuche liegen unter der Analschleimhaut, münden also nach aufwärts. In und unter der Dickdarmschleimhaut vor dem Epithelwechsel liegt die letzte große Anhäufung lymphatischen Gewebes im Darm.

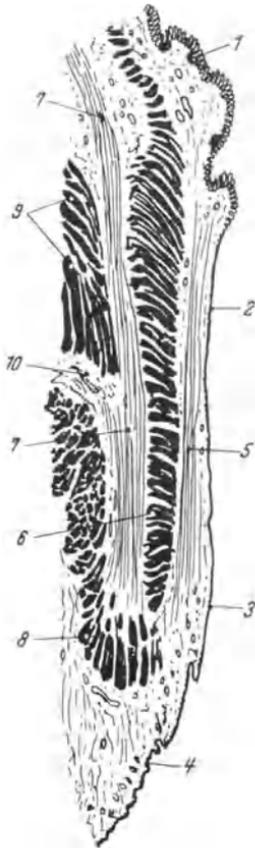


Abb. 150. Anus. 1 Rektumschleimhaut, 2 Analschleimhaut, 3 Übergang in die Haut, 4 Haut, 5 glatte Längsmuskeln (Fortsetzung der Musc. mucosae, 6 Sphincter internus (glatter Ringmuskel des Darmes), 7 glatter Längsmuskel des Darmes, 8 Sphincter externus (quergestreift), 9 Levator ani, 10 Faszie.

Nach außen geht die Analschleimhaut ohne scharfe Grenze in die Haut des Analtrichters über. Unter dieser Analschleimhaut liegt eine Schicht längsgerichteter glatter Muskulatur und ein Venenplexus, der aus von Endothel ausgekleideten Spalten besteht. Das ganze Gewebe gleicht im wesentlichen einem Schwellgewebe (s. S. 151).

### Die Bauchspeicheldrüse und die Leber.

Die *Bauchspeicheldrüse* (Pankreas) ist eine aus Lappen und Läppchen aufgebaute seröse Drüse. Die Ausführungsgänge besitzen eine dicke Wand aus Bindegewebe, ohne Muskulatur und mit kleinen tubulösen Seitensprossen, die innerhalb der Bindegewebshülle liegen. Sie treten auf eine kurze Strecke in die Läppchen ein und verzweigen sich zu langen dünnen Schaltstücken, an denen dicht gedrängt die beerenförmigen Endstücke sitzen. Diese umgreifen den Gang von allen Seiten, sein

Ende ist in ein großes Endstück gleichsam hineingespießt, so daß auf dem Querschnitt das Bild von im Innern der Drüsen-

gruppen liegenden Zellen zustande kommt, die früher als „zentroazinäre“ Zellen bezeichnet wurden. Diese sind also keine besondere Bildung.

Außer den exokrinen Anteilen besitzt die Drüse die endokrinen *LANGERHANSschen Inseln*. Es handelt sich um Zellstränge und -haufen, die von Kapillaren umgeben und durchzogen werden. Sie liegen zum Teil isoliert im Bindegewebe der Septen, zum Teil in den Läppchen und können sowohl mit den Ausführungsgängen, wie auch mit den sekretorischen Endstücken zusammenhängen.

Die *Leber* ist durch die Absonderung der Galle eine exokrine Drüse, zeigt aber in ihrem Bau den einer endokrinen Drüse, was ihrer Rolle im Stoffwechsel mit dem vielfältigen Stoffaustausch zwischen Blut und Leberzellen entspricht.

Das unter der Kapsel befindliche Leberparenchym hängt durch das ganze große Organ einheitlich zusammen. Vom Hilus aus dringt mit der Pfortader ein System von Bindegewebe ein, das also ein baumförmig verzweigtes Gebilde ist, trotzdem *GLISSONSche Kapsel* genannt wird. Die größeren Äste dieser „Kapsel“ enthalten in großen lockeren Bindegewebsräumen die Äste der Pfortader, der Gallengänge und der Leberarterie, daneben zahlreiche graue Nerven, kleine Ganglien und Noduli lymphatici, am Hilus selbst liegen Lymphknoten. Das abführende Gefäßsystem, die Äste der Lebervenen, sind ohne besonderes Begleitgewebe unmittelbar in das Leberparenchym eingelagert. Dadurch klaffen sie stets, was für die Entblutung des Organs durch den negativen Druck im Thorax von Bedeutung ist.

Das *Leberparenchym* ist gegliedert in die *Leberläppchen*, bienenkorbähnlich gestaltete Gebilde, mit vieleckigem Querschnitt. Sie sind nicht voneinander getrennt, sondern hängen an den Flächen zusammen. In der Mitte liegt der kleinste Zufluß der Lebervene, die *Vena centralis*. Rund um diese herum breiten sich in radiärer Anordnung, wie die Blätter eines aufgestellten Buches, die Leberzellplatten und -balken aus. An der Grenze der Läppchen

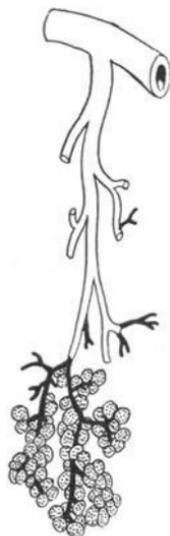


Abb. 151. Schema des Gangsystems des Pankreas. Hell: Ausführungsgang, schwarz: Schaltstücke, punktiert: sekretorische Endstücke.

liegen sie tangential. Die Hohlräume zwischen den Platten und Balken werden von den *kapillaren Lebersinus* eingenommen.

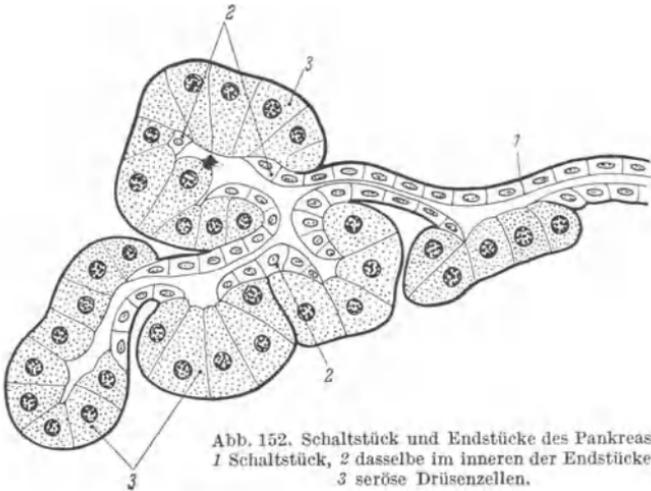


Abb. 152. Schaltstück und Endstücke des Pankreas. 1 Schaltstück, 2 dasselbe im inneren der Endstücke, 3 seröse Drüsenzellen.

Zwischen dem Blute in diesen und den Leberzellen befindet sich nur das Endothel, auch kein Spaltraum, alles genau wie bei

den endokrinen Drüsen. Die Endothelzellen können kolloidale Stoffe speichern, sie heben sich dann heraus und können sich lösen. Solche Zellen heißen KUPFFERSche Sternzellen. Es verbergen sich darunter auch noch andere ähnlich speichernde Elemente, nämlich die zahlreichen großen Endothelphagozyten, die aus der Milz mit dem Pfortaderblut eingeschwemmt werden. Die Leberzellen selbst sind große, häufig zweikernige Zellen,

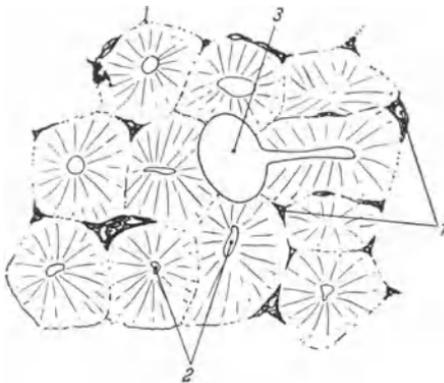


Abb. 153. Läppchenbau der Leber. 1 GLISSON'sche Kapsel mit Pfortaderästen, 2 Zentralvenen, 3 Vena sublobularis mit einmündender Zentralvene.

ihr Zytoplasma enthält Pigment, meist auch gespeichertes Fett und Glykogen.

Die *Zentralvenen* vereinigen sich zu kleineren Lebervenen; die Läppchen sitzen also rings um solche Venen herum, mit

ihren Zentralvenen in der Mitte, gleichsam wie auf Dornen aufgespießt. Solche kleinen Venen heißen *Venae sublobulares*.

An den Ecken der polygonalen Läppchen liegen die *Äste der Pfortader* zusammen mit *Gallengängen* und den letzten Ästen der *Arteria hepatica*. Von den Pfortaderästen gehen die kapillaren



Abb. 154. Schema des Leberläppchens (Sektor). 1 Vena centralis, 2 Vena portae, 3 kapillare Sinus, 4 Zellbalken (Parenchym), 5 Zellbälkchen mit eingezeichnetem Netz der Gallenkapillaren, 6 Gallengang, 7 Arterie, 8 Bindegewebe der GLISSON'Schen Kapsel.

Sinus nach allen Seiten aus, in der Regel werden drei Läppchen von einem Ast versorgt. Ebenso endet die Leberarterie, die Hauptmenge des von dieser in die Leber geführten Blutes versorgt jedoch die Organe der GLISSON'Schen Kapsel, von wo kleine Venen in die Pfortaderäste fließen (sog. innere Wurzeln der Pfortader). Das Blut, das die kapillaren Sinus durchfließt, ist also sehr arm an Sauerstoff (anaerober Stoffwechsel).

Das zylindrische Epithel der *Gallengänge* hängt unmittelbar mit den Leberzellen zusammen. In den Leberzellbalken, zwischen den Zellen und stets in einiger Entfernung vom Gefäßendothel

befindet sich ein Netzwerk feiner runder Hohlräume, ohne andere Wand als die angrenzenden Leberzellen. Das sind die Gallenkapillaren, die so als engmaschiges Netz die Zellen innerhalb der Balken umspannen und am Rande des Läppchens in die Gallengänge münden.

Die *Grenze der Läppchen* ist durch Pfortaderäste gekennzeichnet, die sich zwischen zwei Läppchen ausbreiten und nach beiden Seiten Verbindung mit den kapillaren Sinus haben, dies ist die PFUHLsche Gefäßscheide der Läppchen. Bindegewebe, wie bei einigen Tieren (Schwein), findet sich beim Menschen außerhalb der Umgebung der interlobularen Gefäße nicht. Die Läppchen und die Sinus hängen durch die ganze Leber zusammen. Die Anordnung des Gewebes in Läppchen wird schon durch die Verteilung der Gefäße deutlich, auf ein Läppchen mit einer Vena centralis kommen 5—7 Pfortaderäste, deren jeder drei Läppchen versorgt.

Die *Gallenwege* beginnen in der GLISSONSchen Kapsel mit Gängen, die außer dem Zylinderepithel nur eine dünne bindegewebige Wand haben. Im Hilus kommt glatte Muskulatur hinzu, die auch an der *Gallenblase* in dünner Schicht vorhanden ist. An dieser und den großen Gallengängen kann man so eine Schleimhaut von einer Muskulatur unterscheiden. Die zahlreichen Falten der Gallenblase enthalten keine Muskelzellen. Drüsen kommen nicht vor, das Zylinderepithel soll selbst sekretorisch tätig sein.

## 7. Atmungsorgane.

### Die Luftwege.

An den Atmungsorganen müssen die *Luftwege* von den eigentlichen *atmenden Teilen* unterschieden werden, den Stellen, an denen der Austausch der Gase zwischen Atemluft und Blut vor sich geht. Dies letztere sind die Alveolargänge mit den Alveolen, die ganzen übrigen luftgefüllten Teile, auch innerhalb der Lunge, sind Luftwege, und der Feinbau richtet sich nach diesen Aufgaben. Die Wege zeigen in wesentlichen Stücken den gleichen Aufbau. Wo der Weg nur als Luft- und nicht gleichzeitig als Speiseweg dient, wo ferner eine Berührung seiner Wände untereinander nicht statthat, finden wir das sog. *respiratorische Epithel*, ein flimmerndes Zylinderepithel, bis tief in die Lunge hinein mehrreihig, erst in den letzten Strecken einreihig und kubisch. Das

Feld der Flimmerhaare ist bedeckt von einer Schleimschicht, die durch die Flimmerbewegung gegen den Eingang des Weges hin



Abb. 155. Nasenmuschel. 1 Epithel, 2 Drüsen, 3 Bluträume des Schwellkörpers, 4 Knochen 5 Arterie, 6 Vene.

befördert wird. Der Schleim wird geliefert von Becherzellen, die zwischen den Flimmerzellen stehen, und von Drüsen. Es sind verhältnismäßig kleine seromuköse Drüsen, mit Halbmonden seröser Zellen an den Enden der Schläuche, hier und da auch mit größeren rein serösen Abschnitten, wie in der Nase. Sie entfernen sich nur selten weit von der Schleimhautoberfläche. Der Luftweg wird gestützt und offen gehalten durch starres Skeletgewebe, Knochen und Knorpel.

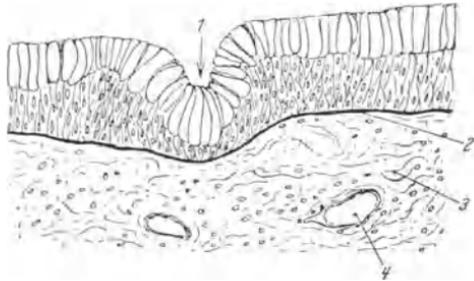


Abb. 156. Nasenschleimhaut. 1 Schleimkrypte im Zylinderflimmerepithel, zahlreiche Becherzellen, vgl. Abb. 26, 2 Basalmembran, 3 Strat. proprium, 4 Gefäß.

In der *Nase* führt das Nasenloch zunächst in den Vorhof, der mit Haut ausgekleidet ist und ziemlich derbe Haare (Vibrissen) mit großen Talgdrüsen trägt. Auch die Außenseite des Nasenflügels ist mit besonders großen Talgdrüsen besetzt, die zu sehr feinen Härchen gehören. Die Haut geht über in eine Schleimhaut mit weichem Plattenepithel und seromukösen Drüsen, etwa

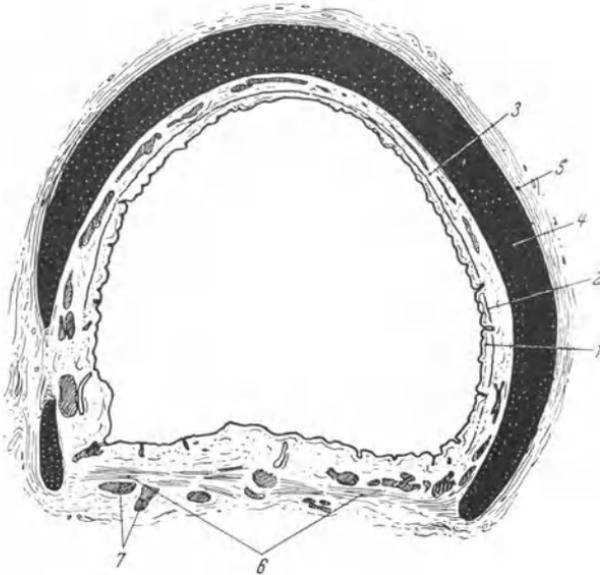


Abb. 157. Querschnitt der Luftröhre. 1 Schleimhaut, 2 elastische Haut, 3 Submukosa mit Drüsen, 4 Knorpel, 5 äußere Hülle (Fibroelastica externa), 6 glatte Muskulatur, 7 Drüsen.

am Anfang des Knochens liegt die Grenze zwischen Platten- und Flimmerepithel. Die Schleimhaut ist überall dem Periost fest verbunden und unverschieblich. An der unteren und mittleren Muschel enthält sie ein Schwellgewebe, weite buchtige Venenräume, die über ein Kapillarnetz, das unter dem Epithel liegt, mit Blut gespeist werden. Sie besitzen Muskeln, bei deren Erschlaffung sie sich füllen. Die Drüsen reichen weit zwischen diese Bluträume hinein, als Besonderheit kommen in der Nase kleine Schleimkrypten vor.

Der *Nasenrachenraum* trägt dieselbe Schleimhaut wie die Nase, die zahlreichen Anhäufungen lymphatischen Gewebes sind S. 110 erwähnt.

Der *Kehlkopf* wird durch ein Skelet von Hyalinknorpel gestützt, der beim Erwachsenen (beim Mann weit früher als bei der Frau) Knochenherde enthält, schließlich weitgehend verknöchern kann. Die Epiglottis besteht aus elastischem Knorpel mit zahlreichen Löchern, in denen meist Drüsen stecken. Die Schleimhaut des Kehlkopfes trägt das respiratorische Epithel, die Drüsen reichen bis in die innere Muskulatur hinein, an den Taschenfalten gibt es Lymphknötchen. Die *Stimmklappen* tragen an den Verschlußflächen der Glottis Plattenepithel. Das Stimmband ist die obere verdickte Kante einer kräftigen elastischen Membran, des Conus elasticus, die von dem oberen Rande des Ringknorpels ausgeht und mit der elastischen Haut der Luftröhre zusammenhängt. In dieses Stimmband ragt von hinten der Processus vocalis des Stellknorpels hinein und man findet bis weit über die Mitte Knorpelzellen mit Kapseln.

In der *Luftröhre* werden die Knorpelringe hinten durch einen glatten Muskel geschlossen. Zwischen den Knorpelringen befindet sich derbes Bindegewebe, die *Elastica interna* liegt unter der Schleimhaut und hängt am Ringknorpel mit dem Conus elasticus zusammen, auch außen liegt elastisches Gewebe (*Elastica externa*). Die Drüsen sind hinten besonders reich entwickelt und durchbohren den Muskel.

An den großen und kleinen *Bronchen* sind die Knorpelstücke unregelmäßig, Bündel glatter Muskulatur in der Schleimhaut kommen hinzu, Epithel und Drüsen bleiben dieselben.

Als *Bronchioli* werden die letzten Abschnitte des Gangsystems bezeichnet, die keinen Knorpel mehr in ihrer Wand führen und durch ihre Einspannung in das elastische Gewebe der Lunge offen gehalten werden. Sie besitzen spiralige Muskelzüge, das Epithel ist einreihig, Drüsen sind nicht vorhanden, die Becherzellen verschwinden erst bei den letzten Verzweigungen.

### Die Lunge.

Die beiden Lungenflügel zerfallen bekanntlich durch Einschnitte in von der Pleura visceralis überzogene Lappen. Dies ist die einzige äußere Gliederung, die innere Gliederung der Feinbauteile zu Läppchen steckt unter diesem Pleuraüberzug und ist durch bindegewebige Septen zwischen den Läppchen nur unmittelbar unter der Pleura, im Innern kaum sichtbar angedeutet. Tatsächlich aber zerfällt das Lungengewebe nach der Gliederung der Luftwege

und Gefäße in zahlreiche, sich wiederholende größere Bauteile, die *Lobuli*, diese wieder in kleinere, die *Azini*. Ein Lobulus ist das, was zu einem letzten Bronchus gehört, ein Azinus, was zu einem letzten Bronchiolus gehört. Dieser *Bronchiolus terminans* teilt sich

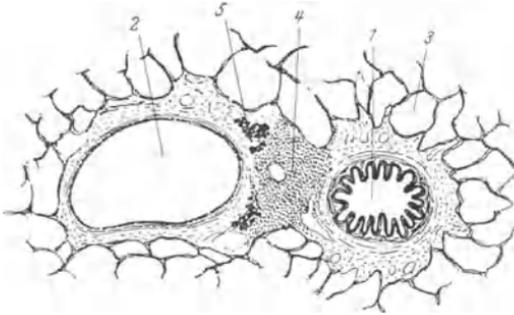


Abb. 158. Bronchiolus und Arteria pulmonalis.  
1 Bronchiolus, 2 Arterie, 3 Alveolen, 4 lymphatisches Gewebe, 5 kohlehaltige Zellen.

beim Menschen regelmäßig in zwei weite Gänge, deren Wand nur am Anfang flimmer-epithel, weiter in der Tiefe flimmerloses kubisches Epithel führt. Auch dieses nimmt nur Teile der Wand ein, dazwischen weitet sich der Gang zu Alveolen aus, daher *Bronchiolus-alveolaris*.

Die *Alveolen* sind halbkugelförmige Gebilde, die eigentlichen Stätten der Atmung. Diese Alveolen sind seitliche Ausbuchtungen oder Nischen großer Säcke, der *Alveolargänge*, deren etwa 10 in jeden Bronchiolus alveolaris münden. Zu jedem Azinus gehören

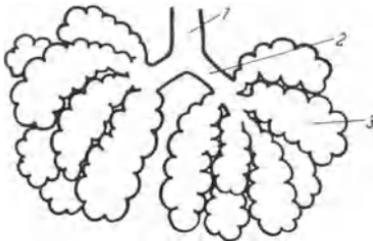


Abb. 159. Schema des Azinus. 1 Bronchiolus terminans, 2 Bronchiolus alveolaris (s. respiratorius), 3 Alveolargang.

also etwa 20 Alveolargänge, jeder mit zahlreichen Alveolen. So ist die ganze Lunge erfüllt von diesen weiten gekammerten Gängen. Ein Schnitt durch ein Stück Lunge zeigt Gänge und Alveolen nach allen Richtungen getroffen, auch abgetrennte Alveolen, so daß die Fläche des Präparates mit zahlreichen, dünnen, weit voneinander ge-

trennten unregelmäßigen Gewebestrichen durchzogen erscheint, zwischen denen die größeren Gefäße und die Luftwege nur spärlich sichtbar sind. Dies ist das Bild des Lungengewebes.

Die Alveole ist also eine Seitenkammer des Alveolarganges, der die mittlere Verbindung zwischen den dazugehörigen Alveolen darstellt. Die Wand der Alveole besteht aus einem Korb elastischer Netze, die sich am Alveolengang zu einem Ring verstärken, das ganze elastische Gewebe der Lunge hängt untereinander

zusammen und wird bei der Atmung einheitlich gedehnt und zieht sich ebenso wieder zusammen. Zwischen den elastischen Fasern finden sich sehr spärliche kollagene Bündel und Bindegewebszellen, Fibrozyten und Histozyten und das Netz der Kapillaren, das den mengenmäßigen Hauptteil der Wand bildet. Jede Alveolarwand grenzt an zwei Alveolen und ist an beiden

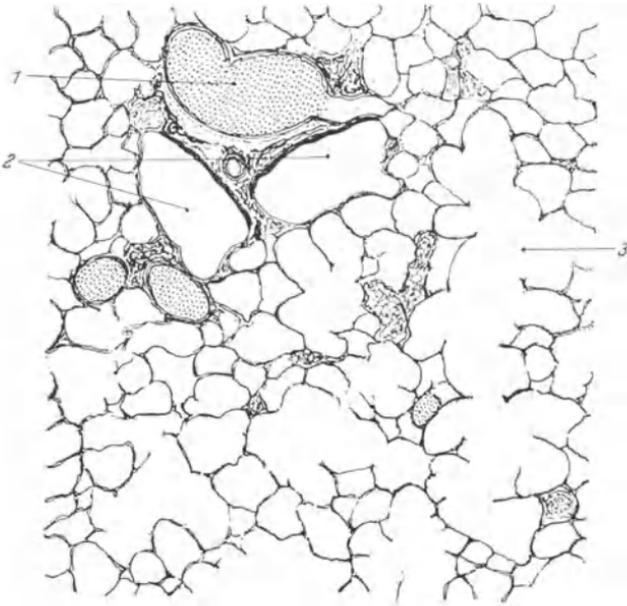


Abb. 160. Lungengewebe. 1 Arterie, 2 Bronchioli alveolares (s. Abb. 159) 3 Alveolargang.

Seiten von einem besonderen Lungenepithel bedeckt. Dieses besteht aus großen, sehr dünnen kernlosen Platten und kleineren dickeren kernhaltigen Zellen. Die Platten haben nur begrenzte Lebensdauer und werden von den Zellen her erneuert. Zwischen dem Blute und der Alveolarluft befindet sich also das Gefäßendothel und das Lungenepithel, zwei sehr dünne Protoplasmaschichten, die den Gasaustausch kontrollieren. Benachbarte Alveolen sind durch Alveolarporen verbunden.

Die *Gefäße* treten als Lungenarterien mit dem Bronchus ein, verzweigen sich mit diesem und treten mit dem kleinsten Bronchus in die Mitte des Läppchens und mit dem Bronchiolus terminans in die Mitte des Azinus hinein. In der Wand der Alveolen wird

dann im Azinus ein ungemein dichtes und verhältnismäßig weites Kapillarnetz gebildet. Aus diesem führen kleine Venen meist vom Boden der Alveolen das Blut fort und sammeln sich zwischen den Azini, so deren Trennungslinien andeutend. In den Interlobularsepten, die auch meist nur sehr wenig Bindegewebe führen, treten die Venen zu größeren Stämmen zusammen, die sich erst in der Gegend des Hilus als große Lungenvenen mit Bronchen und Lungenarterien vereinigen.

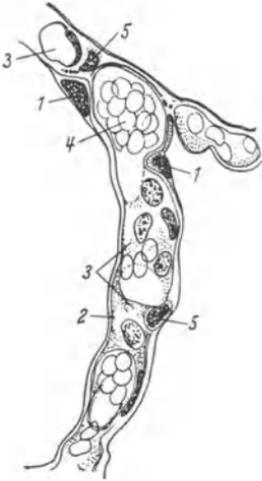


Abb. 161. Wand der Alveole. 1 Alveolarepithel (Zelle), 2 Alveolarepithel (Platte), 3 Kapillare, 4 Blutkörperchen, 5 Bindegewebszelle.

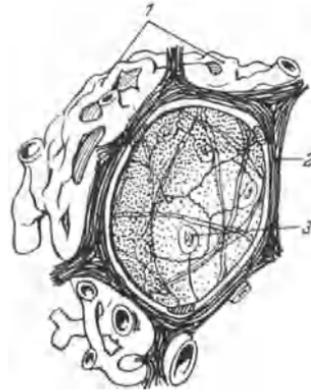


Abb. 162. Einblick in eine Alveole, Zellgrenzen. 1 Kapillare, 2 elastischer Ring, die elastischen Faserkörbe am Boden, durch 3 das Epithel durchschimmernd, der Strich zeigt eine Zelle, daneben Platten.

Neben den Gefäßen des Lungenkreislaufs sind noch die des Bronchialkreislaufs vorhanden. Die letzteren haben den Bau gewöhnlicher Körpergefäße, von denen sich die Lungengefäße unterscheiden. Alle Äste der Arteria pulmonalis ähneln dem Typ der elastischen Gefäße ohne deutliche Schichtung der Wand, die kleineren haben keine zusammenhängende Muskelschicht, den kleinsten sollen Muskeln ganz fehlen. Auch die Lungenvenen sind sehr dünnwandig und haben keine Klappen. Muskeln finden sich erst an den großen Ästen. Die Unterscheidung von Arterien und Venen des Lungenkreislaufs im Lungengewebe kann sehr schwierig sein. Das elastische Gerüst aller Gefäße hängt mit dem des eigentlichen Lungengewebes zusammen.

Vom lymphatischen System der Lunge sind feine Lymphstämme neben den Arterien und Bronchiolen sichtbar. Anhäufungen von lymphatischem Gewebe finden sich verstreut längs der Luftwege. Im Hilus kommen Lymphknoten hinzu, die weit in die Lunge hineinreichen können.

*Staubzellen* sind in die Alveolen eingewanderte Histiozyten (Makrophagen), die den bis in diese Teile eingeschleppten Staub (Kohleteilchen von kolloidaler Größenordnung und anderes) von der Alveolarwand abweiden. Sie werden zum Teil mit vielen ihresgleichen zusammen an den Eingängen der Alveolargänge zu zylindrischen Gebilden zusammengeballt und geraten dann in das Gebiet des Flimmerschlages und nach außen. Andere wandern wieder ins Gewebe zurück und werden mit dem Lymphstrom abgeführt. Sie geraten zuerst in die Lymphknoten, verlassen hier die Lymphbahn und werden von den Retikulumzellen gefressen. So kommt die Kohle vorerst zur Ruhe. Ein anderer Teil der Kohle wird schon in ortsfesten Bindegewebszellen der Interlobularsepten, vorzüglich dicht unter der Pleura oder längs des Bronchialbaumes abgelagert. Dadurch erhält das Lungengewebe seine graue oder schwarze Farbe.

## 8. Die serösen Häute.

Die serösen Häute sind die Auskleidungen der Teile der *Leibeshöhle*, der Pleurahöhlen, des Herzbeutels und der Bauchhöhle, wozu noch beim Manne die der beiden Höhlen im Skrotum kommen, die die Hoden mit dem Nebenhoden enthalten. Sie werden ausgekleidet von einer *serösen Haut*, an der man das viszerale und das parietale Blatt unterscheidet. Beide Blätter sind im allgemeinen gleich gebaut. Es handelt sich um eine Bindegewebsmembran (Stratum proprium), die mit der Unterlage, Fascia transversa, die die innere Begrenzung des Bewegungsapparates gegen den Eingeweiderraum ist, nur geringe Verbindung hat. Die eigentliche Innenfläche bildet das *Mesothel*, das der serösen Haut das spiegelnd glatte Aussehen verleiht. Es ist eine einschichtige, ganz platte Zellschicht, die Ränder der Zellen greifen mit Zacken ineinander (Silberbild).

An der Leber, der Milz, dem parietalen Herzbeutelblatt liegt das Mesothel unmittelbar auf einer derben Bindegewebschicht, ohne Stratum proprium, hier kann man also auch keine seröse Haut abziehen. Am Epikard, der Pleura pulmonalis und der

Milz wechselt das Mesothel mit der Ausdehnung und Verkleinerung des Organs seine Gestalt und schwankt zwischen einer flachen und einer höheren kubischen, ein- bis zweischichtigen Zellschicht. Am Hoden und Ovarium liegt ein kubisches sog. *Keimepithel* auf der bindegewebigen Tunica albuginea, das an der Befestigung dieses Organs an den serösen Aufhängebändern in das normale platte Mesothel übergeht. Besondere Organe aus seröser Haut sind die Netze (Omentum majus und minus). Beim Menschen haben nur diese beiden Teile am Magen diese Beschaffenheit. Blutgefäße bilden ein System derber Balken mit begleitendem Bindegewebe. Zwischen dieses spannen sich feinere und feinste Bälkchen aus kollagenen Bündeln aus (sog. areoläres Bindegewebe, der Name ist ganz überflüssig). Das Mesothel bekleidet dieses zarte Netzwerk zum Teil vollständig, indem es sich von beiden Seiten aus über die Lücken hinüberspannt, an den meisten Stellen legt es sich nur um die Bindegewebsbündel herum, so daß zwischen diesen Löcher und somit ein wirkliches *Netz* zustande kommt.

An den feineren Bälkchen fehlen andere Zellen, so daß die kollagenen Fasern hier das Produkt des Mesothels sind. Die Gefäßbalken zeigen alle Zellformen des Bindegewebes, Fibrozyten, Histiozyten, Mastzellen, Plasmazellen, die man hier besonders gut studieren kann.

In fast allen Fällen findet sich vor allem im Omentum majus Fett. Es begleitet die Gefäße in Form von Reihen und Haufen, oder bildet kleinere und größere Läppchen, bei fettleibigen Personen kann das ganze Netz in eine dicke Fettplatte mit nur wenig typischem Netzgewebe verwandelt sein.

*Milchflecken* sind kleine Anhäufungen von Lymphozyten. Sie verwandeln sich in Fettläppchen; bei der Abmagerung entstehen z. T. wieder solche Lymphozytenhaufen.

## 9. Organe mit innerer Sekretion.

Beim Drüsengewebe haben wir den typischen Bau endokriner Drüsen ohne Ausführungsgang besprochen (S. 26). Dieser Bau ist allerdings nur bei einem Teil dieser Organe verwirklicht und bei einer gleichzeitig exokrinen Drüse, der Leber, hatten wir den gleichen Bau vorgefunden, der den besonders lebhaften Austausch zwischen Blut und Drüsenzellen ermöglicht. Wir besprechen die einzelnen Organe nacheinander.

Die *Zirbeldrüse* (Epiphyse) steht mit dem Dach des 3. Ventrikels in Verbindung, ein Zipfel des Ventrikels ragt in das Organ hinein. Es wird von bindegewebigen Balken und Platten durchsetzt, in denen auch die Blutgefäße verlaufen. Das dazwischen liegende Parenchym zeigt keine besonderen Zellformen, die Hauptmenge besteht aus Gliagewebe. Bei älteren Leuten finden sich harte verkalkte Körperchen, sog. Hirnsand darin.

Der *Hirnanhang* (Hypophyse) besteht aus zwei Organen, die auch entwicklungsgeschichtlich verschiedener Herkunft sind. Der vordere Lappen (Adenohypophyse) entwickelt sich aus dem ektodermalen Mundhöhlendach, der hintere Lappen (Neurohypophyse) aus dem Boden des 3. Ventrikels, dem Infundibulum, mit dem er zeit lebens in Zusammenhang bleibt.

Der von einer bindegewebigen Kapsel umgebene *Vorderlappen* hat den typischen Bau einer endokrinen Drüse; er stellt eine durch ein dichtes Kapillarnetz kanalisierte Epithelmasse dar. Die einzelnen Epithelstränge sind mehr rundlich und besitzen mit Kolloid gefüllte kleine

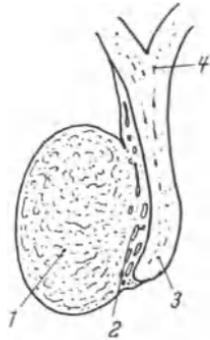


Abb. 163. Hypophyse. 1 Vorderlappen, 2 Mittellappen, 3 Hinterlappen, 4 Infundibulum.

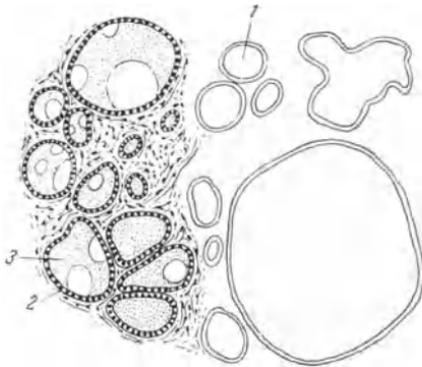


Abb. 164. Schilddrüse.  
1 Follikel, 2 Epithel, 3 Kolloid.

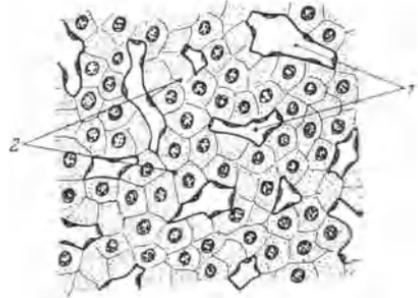


Abb. 165. Epithelkörperchen.  
1 Kapillaren, 2 Zellbalken.

Hohlräume. Sie bestehen aus mehreren Zellarten, den kleineren und zahlreicheren basophilen *Hauptzellen* und den größeren *Nebenzellen*, deren es zwei Arten gibt, *basophile* in kleinerer, *azidophile* in größerer Anzahl. Der hintere Teil des Vorderlappens wird als *Mittellappen* bezeichnet. Während im eigentlichen Vorderlappen

von der Kapsel aus nur wenige Bindegewebsfasern in die oberflächlichen Teile des Parenchyms ziehen, findet sich hier reichliches Bindegewebe und darin eingelagert größere von Epithel ausgekleidete Hohlräume, die von Kolloid erfüllt sind.

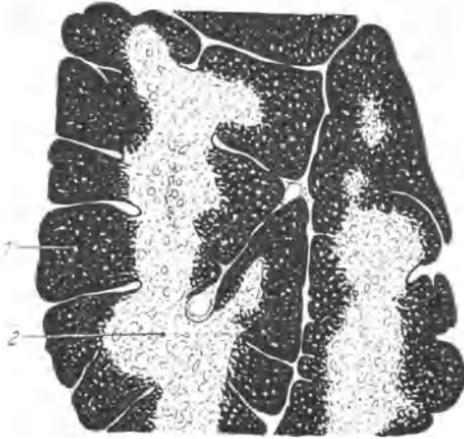


Abb. 166. Thymus. 1 Rinde, 2 Mark.

Der *Hinterlappen* besteht aus Gliagewebe mit eingelagerten spindelförmigen verzweigten Zellen, die reichlich ein gelbliches Pigment enthalten.

Die *Schilddrüse* (Gl. thyreoidica) erinnert in ihrem Bau mehr an die exokrinen Drüsen. Sie wird durch von der Kapsel ausgehende Septen in Läppchen zerlegt, in die auch reichlich Bindegewebe eindringt. Das Parenchym besteht aus *Bläschen* (Follikel) sehr verschiedener Größe. Kleinste Bläschen aus wenigen Zellen bis zu solchen von Erbsengröße finden sich in normalen Schilddrüsen.

Auch hängen die Follikel vielfach zusammen. Die Wand dieser Follikel ist ein einschichtiges kubisches Epithel mit einer bindegewebigen Hülle. Der Inhalt ist eine dunkelfarbige Substanz von der Konsistenz erkalteten Leims, daher der Name Kolloid. Am fixierten, mit wasserentziehenden Mitteln behandelten Objekt finden sich in dem Kolloid Löcher, diese sind also Kunstprodukte. Die Gefäße verzweigen sich in den Septen

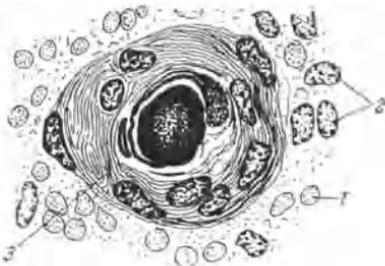


Abb. 167. HASSALSches Körperchen des Thymus. 1 Kleine Thymuszellen (Lymphozyten), 2 epitheliale Retikulumzellen, 3 Körperchen.

und treten in die Läppchen ein, wobei die Arterien auf kurze Strecken eine besondere Ausgestaltung der Wand erfahren. Unter dem Endothel liegt ein Polster großer Zellen (M. B. SCHMIDTSche Knospenerterien). Sie speisen das reiche, dem Bau exokriner Drüsen entsprechende Kapillarnetz.

Die *Epithelkörperchen* (Beischilddrüsen, Gl. parathyreoideae) sind etwa erbsengroße Gebilde, die sich in der hinteren Kapsel der Schilddrüse finden. Sie zeigen den typischen Bau endokriner Drüsen, eine von kapillaren Bluträumen durchzogene Epithelmasse. Die größeren Gefäße sind von Bindegewebe begleitet.

Die *Thymusdrüse* (Glandula thymus) zeigt einen von dem anderer endokriner Drüsen völlig abweichenden Bau, der sie den lymphoepithelialen Organen (Tonsillen) nahe rückt. Sie entwickeln sich aus Epithelmassen, die der 3. und 4. Schlundtasche entstammen. In dieses Epithel wandern kleine runde Zellen ein, die den Lymphozyten gleichen und auch als solche angesehen werden. Das Epithel wird dabei zersprengt und in ein Zellnetz verwandelt, das mit dem eines mesenchymalen Retikulums große Ähnlichkeit hat, aber

sehr viel gröber ist. In seinen Lücken liegen die Rundzellen. Man unterscheidet Mark und Rinde. Die letztere ist durch die viel zahlreicheren Rundzellen im Präparat dunkler. Das Gewebe bildet Lappen, die weiter untergeteilt sind, aber durch mittlere Markstränge zusammenhängen. Besonders im Mark finden sich die *HASSALSchen Körperchen*, die jedoch auch der Rinde nicht fehlen. Es handelt sich um Teile des epithelialen Retikulums, in dem sich Zellgruppen bilden, konzentrisch geschichtete runde Körperchen. Die inneren Zellen verändern sich, sie bilden Horn, zerfallen dann. In den Hohlraum wandern Leukozyten ein, besonders eosinophile Granulozyten. Zu diesen Geweben kommt das Gefäßnetz. Die größeren Gefäße

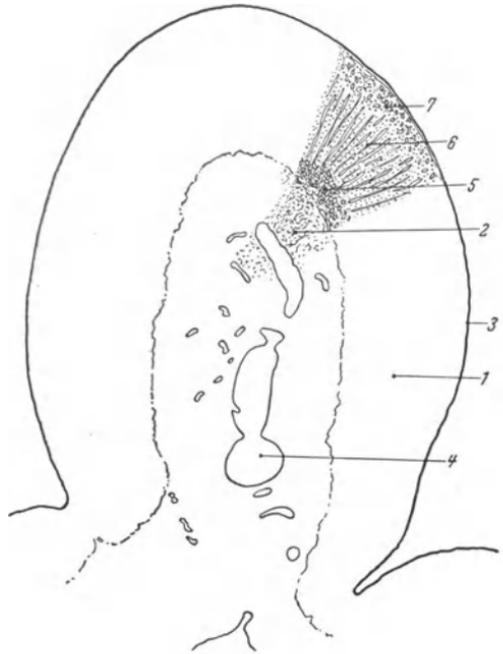


Abb. 168. Nebenniere. 1 Rinde, 2 Mark, 3 Kapsel, 4 Vene, 5 Zona reticularis, 6 Zona fasciculata, 7 Zona glomerulosa.

sind von Bindegewebe begleitet, von ihnen geht ein Kapillarnetz aus.

Die Thymusdrüse erreicht schon in den späteren Fetalmonaten eine bedeutende Größe und ist beim Neugeborenen und Kleinkind ein umfangreiches Organ. Sie wächst später nur wenig und wird durch einwachsendes Fett zerlegt. Bei Krankheiten verändert sie sich stark und das Thymusgewebe nimmt an Umfang ab. Aus gesundem Leben vom Tod Ereilte (z. B. Unfall) haben stets eine große und nicht rückgebildete Thymusdrüse.

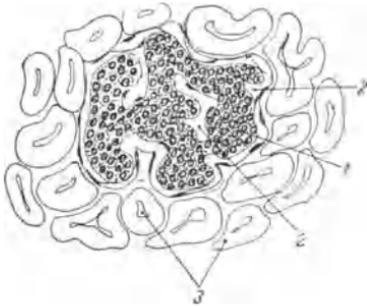


Abb. 169. LANGERHANSsche Insel des Pankreas. 1 Endokrines Inselepithel, 2 Kapillaren, 3 exokrine, sekretorische Endstücke.

In der *Nebenniere* sind zwei innersekretorische Organe verschiedener entwicklungsgeschichtlicher Herkunft und verschiedener Funktion vereinigt, die *Rinde* und das *Mark*. Das letztere hängt aufs engste mit dem autonomen Nervensystem zusammen, kleinere gleichartige Organe finden sich an verschiedenen Stellen des Körpers (z. B. Karotisknötchen).

Das Organ im ganzen ist in mehrere zusammenhängende dünne Lappen gegliedert.

Die *Rinde* zeigt den typischen Bau endokriner Drüsen, eine von kapillaren Bluträumen durchzogene Epithelmasse. Von der Kapsel ziehen nur in die oberflächliche Schicht Bindegewebsbündel hinein. Diese Schicht (*Zona glomerulosa*) besteht aus gewundenen Epithelsträngen, die mittlere (*Zona fasciculata*) aus geraden, radiär stehenden Balken und Platten. Ihre Zellen enthalten reichlich Lipotide, die bei der Präparation aufgelöst werden, so daß die Zellen ein wabiges Aussehen gewinnen. Die innere Schicht (*Zona reticularis*) zeigt nach verschiedenen Richtungen hin verzweigte Bälkchen. Die Zellen enthalten braunes Pigment. Das Bild dieser Zone gleicht sehr dem Inneren eines Leberläppchens.

Das *Mark* ist nicht in allen Lappen der Nebenniere vorhanden. Stets finden sich große Venen und kleinere Arterien. Marklose graue Nervenbündel ziehen durch die Rinde ins Innere.

Das *Mark* selbst ist im Bau nicht wesentlich von der Rinde verschieden. Bei gut erhaltenen Zellen (Durchspülung mit dem Fixierungsmittel) sind die Zellen polygonal und liegen um

kapillare Bluträume oft in radiärer Anordnung herum. Sie heißen chromaffine Zellen, weil sie sich mit chromsauren Salzen braun färben. Zwischen den Zellgruppen finden sich multipolare Ganglienzellen des autonomen Systems.

*Innersekretorische Teile* finden sich noch in *anderen Organen*. Beim *Pankreas* sind die *LANGERHANSschen Inseln* schon erwähnt, epitheliale kleine Organe vom typischen Bau innersekretorischer Drüsen. An den *Keimdrüsen* ist eine Trennung der innersekretorischen Teile von den generativen, keimbildenden nicht mit Wahrscheinlichkeit nachweisbar. Die eine Zeitlang dafür gehaltenen Zwischenzellen haben andere, unbekannte Funktionen. Im Hoden sind es wahrscheinlich die Zellen der Hodenkanälchen selbst, die die männlichen Geschlechtshormone liefern und ins Blut abgeben. Im Ovarium spielen sicher die zahlreich zugrunde gehenden Primär- und Sekundärfollikel dabei eine Rolle. Nach dem Follikelsprung wird aus dem Follikel epithel eine innersekretorische Drüse aufgebaut, das *Corpus luteum*, das durch seine Hormone vor allem die Uterusschleimhaut beeinflusst. Weiteres siehe bei den weiblichen Fortpflanzungsorganen S. 154.

## 10. Ausscheidungsorgane.

### Die Niere.

Die Niere ist eine Drüse, die den Harn als ihr Sekret (Exkret) abscheidet. Die Harnwege, d. h. die den Harn nur leitenden, nicht bereitenden Teile beginnen schon innerhalb der Niere selbst. Beide Teile sind entwicklungsgeschichtlich verschiedener Herkunft; die harnabsondernden Teile entstammen dem Nierenblastem (aus den Ursegmentstielen), die oberen Harnwege der Ureterknospe, die Blase ist ein Teil der entodermalen Kloake.

Eine *Unterteilung der Niere* in Lappen (*Lobi*, *Renkuli*) ist nur bis kurz nach der Geburt sichtbar, später ist die Oberfläche glatt. Trotzdem ist eine Gliederung der Feinbauteile nach Lappen und Läppchen durchführbar und kehrt auch in der Bezeichnung der Gefäße wieder. Ein *Lobus* ist der Teil, der zu einer Markpyramide gehört, er besteht also aus Mark und Rinde und zu jedem *Lobus* gehört ein kleiner Kelch (*Calix minor*) des Nierenbeckens. Ein *Lobulus* ist der zu einem Markstrahl gehörige Teil, besteht also nur aus Rindensubstanz mit dem Markstrahl in der Mitte.

Die Einheit der harnbereitenden Teile ist das *Nephron*. Ein Lobulus enthält zahlreiche Nephrene. Es beginnt in der Rinde mit einem MALPIGHISCHEN Körperchen, aus dem der Nierentubulus hervorgeht, zuerst als *Tabulus contortus* (I), der die Hauptmasse der Rinde ausmacht, dann als HENLEsche Schleife durch den Markstrahl in das Mark hinabsteigt, im selben Markstrahl zum selben

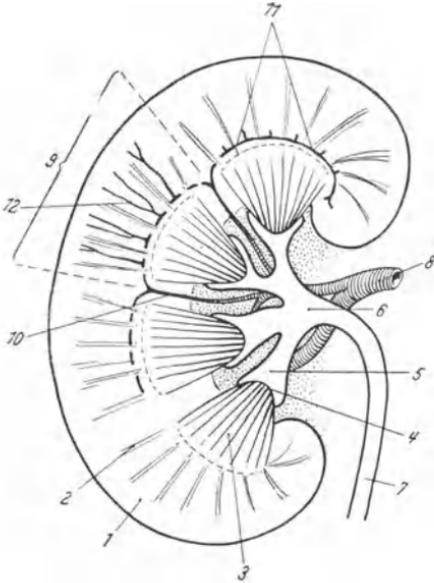


Abb. 170. Niere, Schema. 1 Rinde, 2 Markstrahl, 3 Mark, 4 Papille, 5 Kelch, 6 Nierenbecken, 7 Ureter, 8 Arterie, 9 ein Lobus (Renculus), 10 Art. interlobaris, 11 Art. arciformis, 12 Art. interlobularis.

MALPIGHISCHEN Körperchen zurückkehrt; als *Tabulus contortus* (II) wieder in der Rinde einige Windungen beschreibt und in ein Sammelrohr mündet. Diese Mündungsstelle ist die Grenze von Blastem- und Ureterknospenanteil in der Niere. Das Sammelrohr steigt im Markstrahl abwärts, vereinigt sich dabei mit anderen; in der Spitze der Pyramide (Papille) sind nur noch wenige weite Gänge vorhanden, die als *Ductus papillares* auf der Papille in das Nierenbecken münden.

Dieses epitheliale Gangsystem wechselt mehrfach seinen Bau. Das MALPIGHISCHE Körperchen ist ein rundliches Bläschen, in das von einer Stelle aus (Gefäßpol) ein Bündel

von Kapillarschlingen, der Glomerulus, eingestülpt ist. Das Epithel, das diese Schlingen bekleidet, Deckzellen, bildet vielleicht beim Erwachsenen keinen geschlossenen Zellbelag, sondern die Zellen umgreifen die Schlingen wie Hände mit Fingern, wobei allerdings ein feines Zytoplasmahäutchen zwischen den „Fingern“ nicht ausgeschlossen ist. Die äußere Wand (BOWMANsche Kapsel) besitzt ein plattes Epithel. Es geht schon innerhalb des Körperchens in das hohe Epithel des *Tabulus contortus* über, der am Harnpol aus dem Körperchen entspringt. Der aus hohem in die Lichtung des Kanals vorspringendem, typischem Drüsenepithel bestehende Kanalabschnitt umfaßt

nicht nur den ersten gewundenen Abschnitt, sondern stets noch einen beträchtlichen Teil der Schleife und wird *Hauptstück* genannt. Hieran schließt sich ein enger Teil mit einem niedrigen Epithel, der auf die Schleife beschränkt ist, an diesen wieder ein dickerer Teil; auch das Epithel, das den zweiten gewundenen Teil auszeichnet, beginnt meist schon in der Schleife. Die Übergangsstellen dieser verschieden ausgebildeten Abschnitte liegen bei den verschiedenen Nephronen verschieden.

Die Sammelröhrchen besitzen dann ein gleichmäßiges helles Epithel, das in den Ductus papillares zylindrisch wird. An der Mündung geht das Epithel in das die Papille bedeckende über, das sich auch wiederum auf das der Nierenbeckenwand fortsetzt.

Die *Gliederung des Nierenparenchyms* erkennt man an seinen Beziehungen zu den *Gefäßen*. Größere Äste der Arterie treten als *Arteriae interlobares* in den Teil der Rinde ein, der zwischen den Markpyramiden hindurch gegen den Sinus renalis grenzt. Sie verzweigen sich dann an der Grenze zwischen Rinde und Mark als *Art. arciformes* und schicken zwischen den Markstrahlen die *Art. interlobulares* in die Höhe, die beim Menschen selten geraden Verlauf haben, auch mehrfach verzweigt sind. Von diesen Arterien gehen die kleinen Arteriolen (*Vasa afferentes*) aus, die das Kapillarsystem der Glomeruli speisen. Dieses besteht aus getrennten Schlingen, die aus der zuführenden Arteriole entspringen und in ein gemeinsames *Vas efferens* münden. Die Regulation der Harnabscheidung greift vorzüglich an der Durchblutung der Glomeruli an, indem die Schlingen wie alle Kapillaren aus dem Kreislauf aus- und in ihn eingeschaltet werden können, so die filtrierende Oberfläche vergrößernd und verkleinernd. Die *Vasa efferentia*, die keine Muskeln führen, speisen dann das zwischen den gewundenen Kanälchen der Rinde befindliche engmaschige Kapillarnetz (Rindennetz). Beim Menschen ist ein vom *Vas afferens* zum Rindennetz führender Nebenschluß (LUDWIGSche Kapillare) nur in geringer

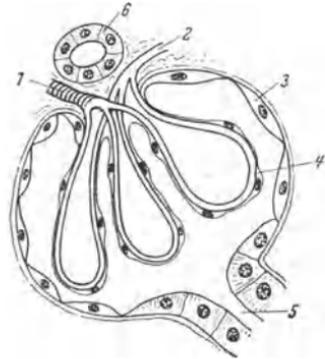


Abb. 171. MALPIGHISCHES Nierenkörperchen, Schema. 1 Vas afferens (Muskelzellen), 2 Vas efferens (ohne Muskelzellen), 3 BOWMANSCHE Kapsel, 4 Epitheldecke der Glomeruluschlingen, 5 Tubulus contortus I (Harnpol), 6 Tubulus contortus II am Gefäßpol.



Abb. 172.

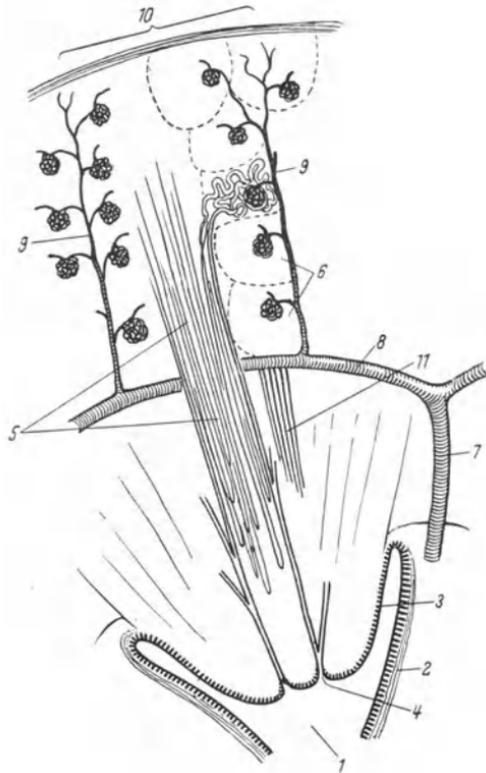


Abb. 173.

Abb. 172. Übersicht über ein ganzes Nephron (nach PETER). 1 MALPIGHISCHES Körperchen, punktiert: Hauptstück, hell und schwarz: dünner und dicker Schleifen teil, weiß und quer gestrichelt: Tubulus contortus II, weiß: Sammelröhrchen.

Abb. 173. Übersicht über ein Lappchen. 1 Kelch (Calix minor), 2 Wand des Kelches, 3 Epithel der Papille, 4 Mündung des Ductus papillaris, 5 HENLEsche Schleifen und Sammelröhrchen: Tubuli recti, 6 Nephron um je ein MALPIGHISCHES Körperchen, 7 Art. interlobularis, 8 Art. arciformis, 9 Art. interlobulares mit den MALPIGHISCHEN Körperchen, gegen die Rinde unmittelbar ins Rindenskapillarnetz mündend, 10 ein Lobulus, 11 Vasa recta des Nierenmarkes.

Zahl vorhanden, wohl aber ein anderer großer Zustrom zum Rindennetz. Jede Arteria interlobularis endet in mehreren Ästen, die unmittelbar in das Rindennetz münden. Aus diesem sammeln sich Venen, die mit den Arterien als interlobuläre und inter-

lobäre Venen verlaufen, auch in der Kapsel befinden sich besondere Venen.

Das *Rindennetz* erstreckt sich auch in den Markstrahl und steigt mit diesem in das Mark hinab. Dessen Kapillaren werden noch durch besondere Gefäße gespeist, die als *Vasa recta* von den *Arteriae arciformes* entspringen und in Büscheln zwischen den

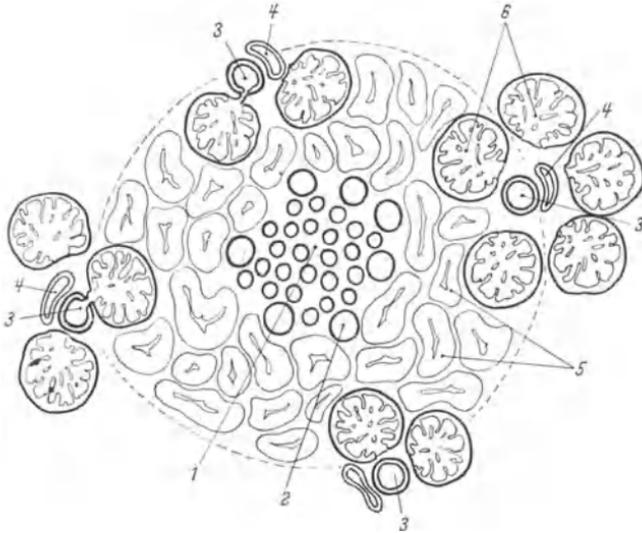


Abb. 174. Querschnitt durch den Lobulus (tangential zur Rinde, senkrecht zum Markstrahl, vgl. Abb. 170 und 173). 1 HENLEsche Schleifen des Markstrahls, 2 Sammelröhrchen, 3 Art. interlobularis, 4 Vena interlobularis, 5 Tubuli contorti, 6 MALPIGHISCHE Körperchen.

Markstrahlkanälchen und ihren Kapillaren in die Papille hineinverlaufen. Diese Markbüschel enthalten auch rückführende Venen, die das Blut in die *Venae arciformes* abführen.

Die Feinbauteile des Lobulus haben also folgende Anordnung, die man am besten am Querschnitt, senkrecht zum Markstrahl und tangential zur Oberfläche erkennt: In der Mitte befindet sich der Markstrahl, gerade verlaufende Röhrchen (Tubuli recti), auf dem Schnitt also als eine Gruppe rundlicher Querschnitte erkennbar; am Rande dieser Gruppe liegen die großen Durchschnitte der Sammelröhrchen. Um diese Mitte herum sind die Windungen der Tubuli contorti erkennbar in einem Ringe, der je nach der Entfernung des Schnittes von der Oberfläche verschieden breit, nahe der Oberfläche am breitesten ist. An den Außenecken des

Läppchens sieht man die Gefäßquerschnitte, Arteria und Vena interlobularis, umgeben von Gruppen MALPIGHISCHER Körperchen, die zu den anstoßenden Läppchen gehören.

Das Bindegewebe der Niere bildet eine Kapsel (Capsula fibrosa), mit der das spärliche interstitielle Bindegewebe zusammenhängt. Mit den großen Gefäßen dringt ebenfalls Bindegewebe in das Innere der Niere hinein. Der Sinus renalis enthält außer dem Nierenbecken und den Gefäßen Fett.

### Die Harnwege.

Die Harnwege sind von Schleimhaut ausgekleidete Hohlorgane. Das Epithel ist das S. 24 geschilderte sog. Übergangsepithel. Das Stratum proprium besteht aus faserreichem Bindegewebe, das unmittelbar mit dem Bindegewebe zwischen den Muskelbündeln

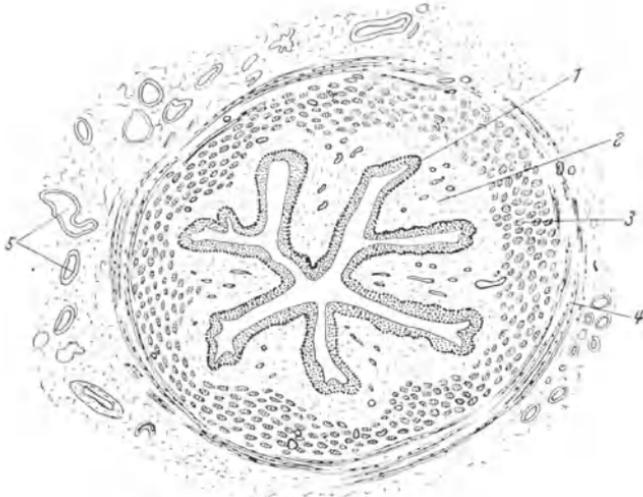


Abb. 175. Querschnitt des Ureters. 1 Epithel, 2 Strat. proprium der Schleimhaut, 3, 4 Längs- und Ringmuskeln, 5 Blutgefäße.

zusammenhängt. Wenn sich die Muskulatur zusammenzieht, so wird die Schleimhaut in Falten gelegt.

In das *Nierenbecken* ragen die Papillen hinein, auf denen die Mündungen der Ductus papillares das Porenfeld bilden. Das Epithel ist zwischen den Poren dasselbe zylindrische Epithel wie das der Ductus. An der Basis der Papille legt sich die Wand des Kelches dieser an, das Epithel verdickt sich schon vor

dem Umschlag und geht auf das der Schleimhaut des Kelches über. Die dünne Muskelschicht der Kelche besteht aus spärlichen inneren Längs- und äußeren Ringbündeln.

Der *Ureter* zeigt eine sternförmige Lichtung, die sich beim Durchtritt des Harns beträchtlich erweitern kann. Die Muskulatur zeigt wieder eine innere Längs- und äußere Ringschicht. Am Blasenende kommt noch eine äußere Längsschicht hinzu.

In der Wand der *Harnblase* ist die Muskelschicht sehr viel stärker und besteht aus groben Bündeln. Der Ureter geht mit seiner sehr viel zarteren Muskulatur schräg hindurch. Im Blasengrund kommen Epithelkrypten und Drüsen vor.

## 11. Die männlichen Fortpflanzungsorgane.

### Der Hoden.

Die primären Fortpflanzungs- oder Geschlechtsorgane sind die *Keimdrüsen* oder Gonaden, die sekundären die *Geschlechtswege* und die äußeren Geschlechtsorgane. Bei den Wirbeltieren wird von der Gonade aus auf dem Wege der inneren Sekretion die geschlechtliche Ausprägung des Körpers bestimmt.

Die *männliche Keimdrüse* ist der Hoden (Testis). Das in einer abgeschlossenen Bauchfelltasche im Skrotum liegende Organ ist von einer Bindegewebshülle (Tunica albuginea) überzogen, dem das Mesothel in der Form des kubischen Keimepithels unmittelbar aufliegt. Von dieser Kapsel aus ziehen Septen ins Innere, die Läppchen abteilen; sie laufen im Mediastinum testis zu einer größeren Bindegewebsmasse zusammen.

In jedem *Läppchen* befinden sich zwei stark gewundene lange samenbildende Schläuche (Tubuli seminiferi s. contorti), die in einem sehr kurzen gemeinsamen Stück zusammenlaufen und in

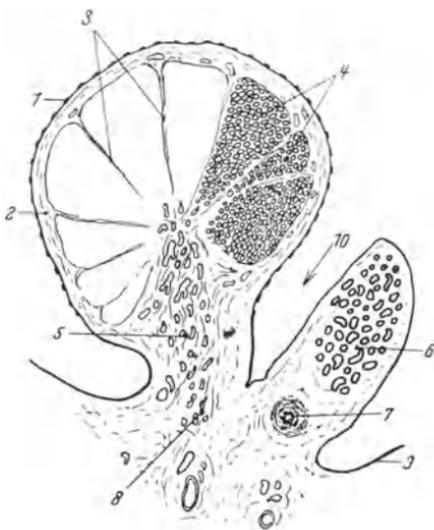


Abb. 176. Hoden und Nebenhoden (Kind).  
 1 Keimepithel, 2 Tunica albuginea testis,  
 3 Interlobularsepten, 4 Lobuli mit Tubuli  
 contorti, 5 Rete testis, 6 Nebenhoden,  
 7 Vas deferens, 8 Mesorchium, 9 Mesothel,  
 10 Sinus epididymidis.

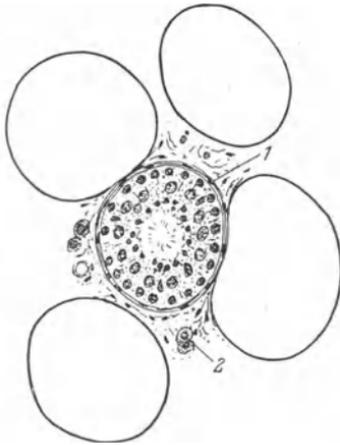


Abb. 177. Hodenkanälchen, Querschnitte. 1 Kanälchen, 2 LEYDIGSche Zwischenzellen.

das im Mediastinum liegende Rete testis (s. S. 148) einmünden. Die Kanälchen sind von elastischen Hüllen umgeben. Zwischen ihnen liegen Häufchen zytoplasmareicher Zellen, die LEYDIGSchen Zwischenzellen. Die Wand des Kanälchens ist eine dicke Schicht von Zellen, in denen die eigentlichen samenbereitenden Zellen von den Hilfszellen unterschieden werden. Die letzteren, die SERTOLI-Zellen, sind große zytoplasmareiche Zellen mit einem dreieckigen Kern, die durch die ganze Dicke der Zellschicht reichen und einen breiten Zytoplasmfortsatz gegen die Lichtung strecken.

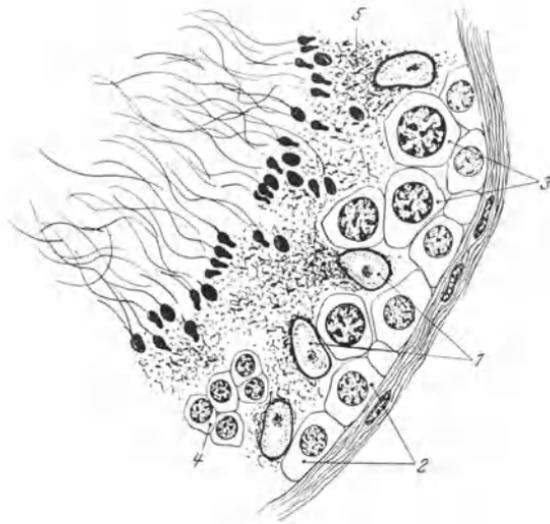


Abb. 178. Keimbildendes Epithel des Hodenkanälchens. 1 SERTOLISCHE Stützzellen, 2 Spermatogonien, 3 Spermatozyten, 4 PräSpermatiden, 5 Zytoplasma der Stützzelle, in ihm die Köpfe der sich zu Spermien umbildenden Spermatiden.

Zwischen ihnen liegen die Zellen der *Samenbildung* (Spermiogytogenese). Außen befindet sich eine Lage von *Spermatogonien*,

die sich teilen und für den ständigen Nachschub an samenbildenden Zellen sorgen. Ein Teil der Spermatogonien wächst heran zu *Spermatozyten*, in deren Kernen der chromatische Apparat besondere Figuren bildet. Die Spermatozyte teilt sich; die Produkte, die Prä spermatiden, teilen sich sofort ein zweites Mal, ohne daß ein bläschenförmiger Kern zwischen beiden Teilungen aufgebaut wird. In diesen beiden Teilungen wird der Chromosomenbestand,

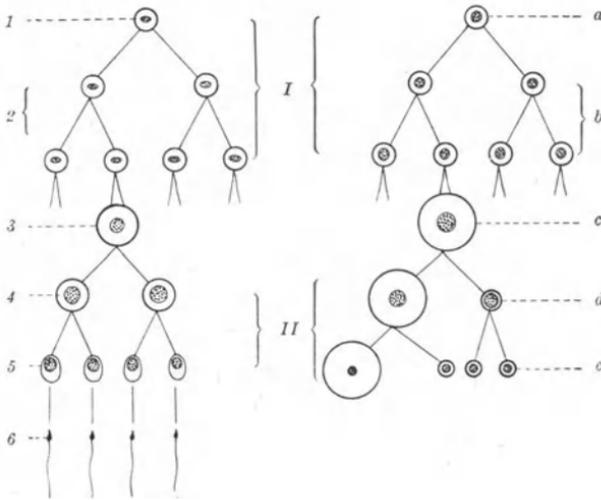


Abb. 179. Schema der Keimzellbildung (nach BOVERI). I. Spermatogenese. 1 Spermatogonie, 2 deren Vermehrung, 3 Spermatozyte, 4 Prä spermatide, 5 Spermide, sie bildet sich um zum 6 Spermium. R. Oogenese, a Oogonie, b deren Vermehrung (embryonal), c Oozyte, die Eizelle des Follikels bei und nach der Geburt, d erste Polyzelle, e zweite Polyzelle und Teilung der ersten. I Vermehrungsteilungen, II Reifungsteilungen.

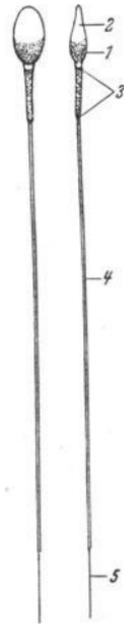


Abb. 180. Reife Spermien. 1 Kopf, 2 Kopfkappe, 3 Mittelstück, 4 Schwanz, 5 Schwanzfaden.

der bei den Spermatogonien die diploide Zahl 48 zeigt, auf die haploide Zahl 24 reduziert, sie heißen deshalb Reduktionsteilungen (Reifungsteilungen). Über die Einzelheiten dieses Vorganges vergleiche man ein Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Bei der Befruchtung wird durch die Vereinigung zweier Zellen mit haploider Chromosomenzahl die Zelle mit diploider Zahl wieder hergestellt, die dann als befruchtete Eizelle zur Ausgangszelle des neuen Organismus wird.

Die Folge der Zellgenerationen bei der Spermatozytogenese ist: Spermatogonie, zahlreiche Teilungen; Umbildung zur Spermato-

zyte (*I*); Reifungsteilungen, Prä spermatide (auch Spermatozyte *II* genannt) und Spermatide.

Die *Spermatide* bildet sich ohne weitere Vermehrung zum Spermium um. Sie setzt sich dabei in dem Zytoplasma einer *SERTOLI-Zelle* fest. Aus der Zelle wächst ein Geißelfaden hervor, der Schwanz, alle Schwänze ragen in die Lichtung des Kanälchens hinein. Der Kern wird zum Kopf und enthält den gesamten chromatischen Apparat von 24 Chromosomen. Das Zytoplasma wird bis auf einen kleinen Rest abgestoßen, der als Mittelstück das Zentrosoma und die Plastosomen enthält. Das fertige Spermium besteht aus dem Kopf mit einer Kopfkappe, Mittelstück und dem Fortbewegungsorgan, dem Schwanz. So wandern die Spermien durch die Kanälchen und das Rete testis in den Nebenhoden. Ein anhängender Zytoplasmarest wird erst hier abgestoßen.

### Die Geschlechtswege.

Das *Rete testis* liegt im Mediastinum und besteht aus unregelmäßigen Spalten im Gewebe, die von einem niedrigen Epithel ausgekleidet sind. Aus ihnen entspringen 12—20 Kanälchen, *Ductuli*

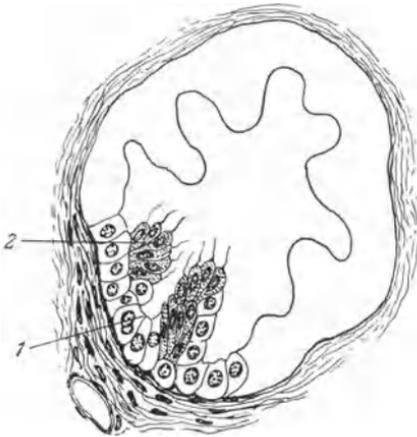


Abb. 181. Ductulus efferens des Nebenhodenkopfes. 1 Krypten, 2 Geißelzellen.

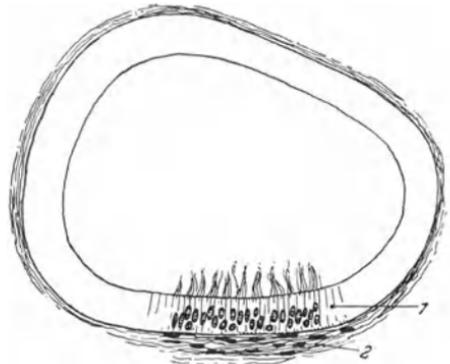


Abb. 182. Nebenhodengang (Vas epididymidis). 1 Epithel mit Stereozilien, 2 Hülle mit glatten Muskelzellen.

*efferentes*, die aus dem Hoden heraustreten und in stark gewundenem Verlauf den Kopf des Nebenhodens bilden. Sie haben ein flimmerndes Epithel mit kleinen Drüsenkrypten. Sie münden in einen

einzigsten langen dünnen stark gewundenen Gang, den *Nebenhodengang* (*Vas epididymidis*), der einen Teil des Kopfes und den Schwanz des Nebenhodens ausmacht. Sein Epithel ist zweireihig zylindrisch mit starren Fibrillenfortsätzen (*Stereozilien*), er besitzt eine dünne Muskulatur. Der Nebenhodengang setzt sich in den *Samenleiter* (*Vas deferens*) fort. Er besteht aus Schleimhaut und einer sehr dicken Muskelwand, die Lichtung ist eng, sternförmig. Vor seinem Eintritt in die Prostata wird er dicker (*Ampulle*). Hier verdickt sich die Muskelwand und Seitenkrypten oder Drüsen treten auf. Das Epithel ist ein zweireihiges Zylinderepithel, das *Stratum proprium* verbindet sich unmittelbar mit dem Bindegewebe der inneren Längs- und äußeren Ringmuskeln.

Beim Eintritt in die *Prostata* nimmt der Samenleiter die *Samenblase* auf, einen mehrfach zusammengelegten Schlauch mit starker Muskelwand und einer, viele untereinander verbundene Falten bildenden Schleimhaut, die ein niedriges einschichtiges Epithel besitzt. Innerhalb der Prostata heißt der Gang

*Ductus ejaculatorius*; er ist ein mit Epithel ausgekleideter Gang ohne eigene Wandung, der auf einem Vorsprung der Urethra-

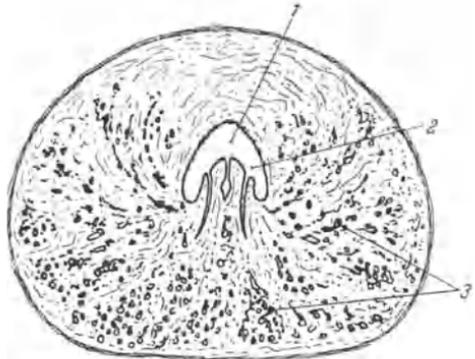


Abb. 183. Querschnitt der Prostata. 1 Pars prostatica urethrae, 2 Colliculus seminalis mit Sinus prostaticus (Mitte) und 2 Ductuli ejaculatorii (seitlich), 3 Drüsenbäumchen.

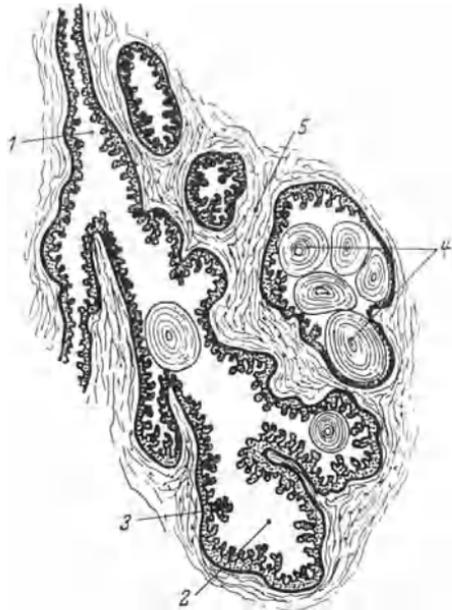


Abb. 184. Ein Drüsenbäumchen der Prostata. 1 Gang, 2 Endkammer, 3 Epithel mit Leisten, 4 Prostatasteinchen, 5 Zwischengewebe aus glatter Muskulatur.

schleimhaut (Colliculus seminalis) rechts und links von dessen Spitze ausmündet.

Die *Urethra*, in der der Geschlechtsweg sich jetzt mit dem Harnweg vereinigt (Sinus urogenitalis), besteht aus drei Teilen mit verschieden gebauter Wand. Der erste Abschnitt (Pars prostatica) durchsetzt die Prostata drüse und ist rings von

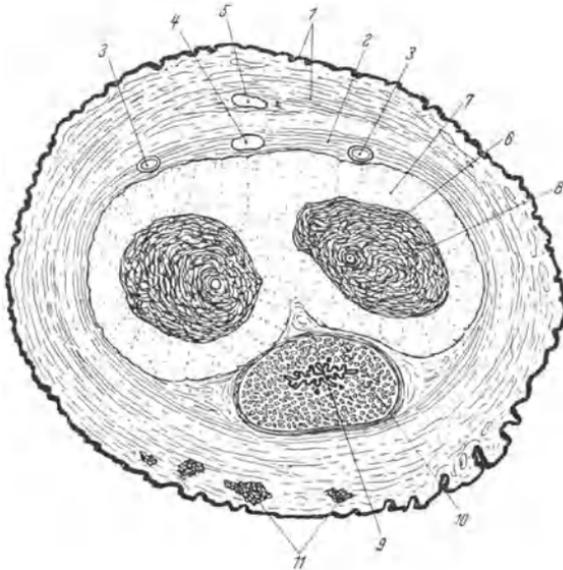


Abb. 185. Querschnitt des Penis. 1 Haut, 2 Faszie, 3 Art. dorsales, 4 Vena dorsalis profunda, 5 Vena dorsalis subcutanea, 6 Art. profunda penis, 7 Tunica albuginea, 8 Corpus cavernosum penis, 9 Urethra, 10 Corp. cavern. urethrae, 11 Talgdrüsen.

dieser umschlossen; das Epithel ist bis zum Colliculus seminalis das der Harnblase, abwärts davon ein mehrreihiges Zylinderepithel, das sich bis kurz vor der Mündung findet, wo die Fossa navicularis Plattenepithel trägt. Der zweite Abschnitt (Pars membranacea) durchbohrt das Diaphragma urogenitale; zur glatten Muskulatur kommen ringförmig verlaufende Fasern aus dem Diaphragma, die sich auch rings um die Prostata finden.

Die *Prostata* besteht aus glatter Muskulatur, in die bei verschiedenen Individuen verschieden reichlich Drüsengänge eingelassen sind, verzweigte Schläuche mit weiten Drüsenkammern. Sie führen ein niedriges Epithel, oftmals findet man rundliche Körpchen (Corpora amylacea) in ihnen.

Der *Penis* enthält den dritten, außerhalb des Beckens gelegenen Harnröhrenabschnitt (*Pars cavernosa*), wozu zwei *Corpora cavernosa penis* kommen. Diese Organe enthalten das *kavernöse Gewebe*. Es handelt sich um Bluträume, die von Arterien gespeist werden und aus denen das Blut durch Venen abgeführt wird. Sie sind von Endothel ausgekleidet und legen sich bei entleertem Organ zackig zusammen. Das Gewebe zwischen ihnen enthält glatte Muskulatur, bei deren Erschlaffung sich die Bluträume füllen und das Organ anschwellen lassen. Die zuführenden Arterien enthalten eigentümliche Polster elastischen Gewebes, die bei der Kontraktion der Arterie diese schnell verschließen, so daß die Blutzufuhr abnimmt und das Organ abschwilt und erschlafft.

Am *Corpus cavernosum urethrae* ist der Schwellkörper von elastischem Gewebe und glatter Muskulatur umgeben, das Organ bleibt stets weich. Die *Corpora cavernosa penis*



Abb. 186. Aus dem *Corpus cavernosum urethrae*.  
1 Bluträume, 2 deren Endothel, 3 glatte Muskulatur.

werden von einer sehnenähnlichen Bindegewebshülle, *Tunica albuginea*, umgeben, die sich ausdehnen kann, dann aber weiterer Ausdehnung einen großen Widerstand entgegensetzt. Das Organ ist in gefülltem Zustande hart. Die Schwellgewebe beider *Corpora cavernosa penis* hängen durch das *Septum* hindurch vielfach zusammen.

Die Drüsen der *Pars cavernosa*, *Glandulae urethrales* (Littre) sind Schleimdrüsen, die im Schwellkörper liegen; eine größere Drüse dieser Art, *Glandula bulbourethralis* (Cowper) liegt im *Bulbus*.

## 12. Die weiblichen Fortpflanzungsorgane.

### Das Ovarium.

Die weibliche Keimdrüse, der Eierstock, ist von einer bindegewebigen *Tunica albuginea* umhüllt, der ein als kubisches Keim-

epithel entwickeltes Mesothel aufliegt. Eine dicke Rinde, die die in Follikel eingeschlossenen Keimzellen enthält, umschließt ein kleines Mark, das am Ansatz des Mesovariums größere Gefäße und epitheliale Stränge (Rete ovarii) enthält. Die Follikel sind runde Zellgruppen, die je eine Eizelle, umgeben von den Hilfszellen des Follikelepithels, zeigen. Die kleinsten Follikel sind die *Primärfollikel*, die zahlreich unmittelbar unter der Tunica albuginea liegen. Eine verhältnismäßig kleine Eizelle wird von einer Schicht

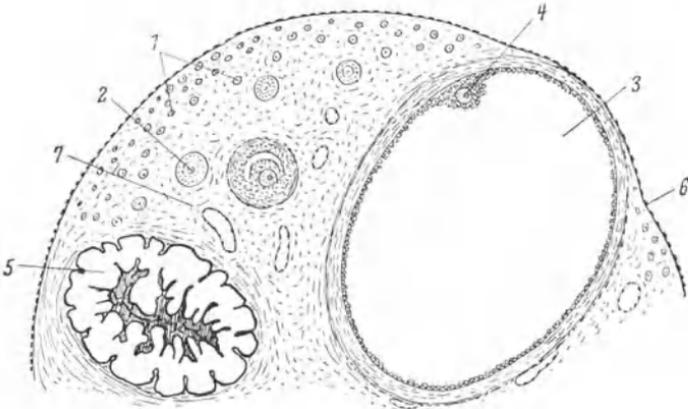


Abb. 187. Ovarium. 1 Primärfollikel, 2 Sekundärfollikel, 3 GRAAFscher Follikel, 4 Cumulus oophorus, 5 Corpus luteum, 6 Keimepithel, 7 Stroma ovarii.

niederer Follikelzellen umschlossen. Im Ovarium des Neugeborenen sind nur solche Primärfollikel, aber in sehr großer Anzahl, die ganze Rinde des Ovariums füllend, vorhanden; in jedem Ovarium 100000 Stück und mehr. Sie vermehren sich nicht mehr. Die in den Follikeln enthaltenen Zellen entsprechen also den Spermato gonien des Hodens, die sich in die Spermatozyte verwandeln. Man nennt die weiblichen Geschlechtszellen Eizellen oder Oozyten. Von diesen Primärfollikeln gehen viele zugrunde. Bis zur Reife und zur Ausstoßung der Oozyte aus dem Ovarium werden etwa 500 Follikel gebracht, vom Eintritt der Geschlechtsreife an bis zum Aufhören der Tätigkeit des Ovariums, alle Monate ein Ei, also etwa 500 Eizellen im ganzen. Die übrigen Follikel gehen zugrunde und man findet in jedem Ovarium solche sich rückbildenden und auflösenden Follikel. Sie spielen eine Rolle bei den innersekretorischen Leistungen des Ovariums. Zwischen den Follikeln liegt ein zellreiches Bindegewebe, Stroma ovarii, dem

meist umfangreiche Gruppen kubischer Zellen (Zwischenzellen) eingelagert sind.

Von der Pubertät an bilden sich dauernd Primärfollikel zu *Sekundärfollikeln* um, die mehr in der Tiefe liegen und in denen die Eizellen erheblich vergrößert sind und das Follikelepithel mehrere Schichten polyedrischer Zellen gebildet hat. Auch von diesen gehen wieder viele zugrunde.

Alle Monat wird jeweils ein Sekundärfollikel zum *GRAAF-schen Follikel* ausgebildet. Er wächst sehr stark und rückt weiter ins Innere des Ovariums. Im Follikelepithel bildet sich ein von Flüssigkeit (Liquor folliculi) gefüllter Hohlraum,

an der Wand liegt die Eizelle in einem Epithelvorsprung (Cumulus oophorus). Eine bindegewebige Hülle (Theca folliculi) umschließt das schließlich erbsengroße Gebilde, das dann die Oberfläche des Ovariums vorbuckelt. Jetzt tritt der Follikelsprung ein; der Follikel platzt, und mit dem Liquor folliculi wird die Eizelle in die das Ovarium umgebende Bauchfellnische, die Ovarialtasche, entleert (Follikelsprung, Ovulation). Sie gerät normalerweise in das Ostium abdominale der Tube, zwischen dessen Fimbrien hinein und wandert, durch Flimmerstrom und Peristaltik der Tube fortbewegt, in dieser weiter.

Das *Ei des Menschen* hat etwa 0,2 mm Durchmesser, es ist von der Eimembran (Oolemma) umgeben, hat einen großen, relativ chromatinarmen bläschenförmigen Kern mit einem großen Kernkörperchen, das Ooplasma enthält ein wenig Reservematerial, Dotter in Form feiner Körnchen. Wenn das Ei entleert wird, ist es noch von den Follikelzellen des Cumulus oophorus, der Corona radiata, umgeben.

Der *geplatze Follikel* besteht aus dem Follikelepithel und der Theka. Im Innern sammelt sich etwas Blut, die Reißstelle schließt

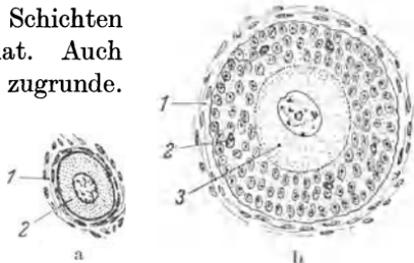


Abb. 188 a u. b. a Primärfollikel, 1 Follikelepithel; 2 Eizelle, b Sekundärfollikel, 1 Theca folliculi, 2 Follikelepithel, 3 Eizelle.

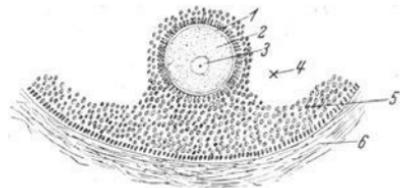


Abb. 189. Eizelle im Cumulus oophorus. 1 Eimembran (Zona pellucida), 2 Eizytoplasma (Ooplasma), 3 Kern mit Nukleolus, 4 Follikelhohlraum, 5 Follikelepithel, 6 Theca folliculi. — K.

sich, Tunica albuginea und Keimepithel wachsen über die Wunde. Der Follikel wandelt sich um und wächst heran zum *Corpus luteum*, einer innersekretorischen Drüse. Die Follikelzellen liefern die Drüsenzellen, wegen eines gelben Farbstoffes Luteinzellen genannt. Gefäße und etwas Bindegewebe wachsen hinein. Dieses Organ bildet sich, wenn das entleerte Ei nicht befruchtet wird, wieder zurück (*Corpus luteum spurium s. menstruationis*). Wird das Ei befruchtet und setzt es sich im Uterus fest, so wächst das *Corpus luteum* weiter und bleibt während der Dauer der Schwangerschaft bestehen und in Tätigkeit (*Corpus luteum verum s. graviditatis*). *Corpus albicans* ist ein rückgebildetes *Corpus luteum*.

Das *aus dem Eierstock entleerte Ei* entspricht also in der Genealogie der Geschlechtszellen der *Spermatozyte*, es hat also noch den vollen diploiden Bestand der Chromosomen. Die *Reifungsteilungen* gehen bei den Säugetieren erst in der Tube vor sich, und zwar nachdem das Spermium eingedrungen ist. Dabei wird das Ooplasma nur ganz wenig verkleinert, die abgeteilten Zellen sind sehr klein. Diese Zellen liegen dem Ei an und heißen Polzellen, sie gehen zugrunde. Auch die zuerst gebildete Polzelle kann sich noch einmal teilen. Durch diese Reifungsteilungen wird also nur das Kernmaterial verkleinert, der Kern zum haploiden *weiblichen Vorkern*. Jetzt erst vereinigt sich der aus dem Spermiumkopf hervorgegangene *männliche Vorkern* mit dem weiblichen zum diploiden Kern der befruchteten Eizelle. Diese *ist* der neue Mensch und alles weitere, die ganze Entwicklung, ist die Selbstgestaltung und Ausgestaltung dieses neuen lebenden Individuums, wobei alles andere, auch die mütterlichen Geschlechtswege und der ganze mütterliche Organismus die Rolle der Umgebung (Milieu) spielen.

### Die Geschlechtswege.

Der *Eileiter* (Tuba uterina) ist ein von Schleimhaut ausgekleideter Muskelschlauch, der eine innere Ring- und äußere Längsmuskulatur besitzt, außen vom Bauchfell (Serosa) überzogen ist. Das Stratum proprium liegt unmittelbar auf der Muskulatur, das Epithel ist ein flimmerndes einschichtiges Zylinderepithel, dessen Wimperschlag gegen den Uterus hin gerichtet ist. Auch im Uterus schlagen die Wimperhaare gegen den Ausgang, und so entsteht ein Flüssigkeitsstrom, der den Spermien den Weg zeigt, da sie stets gegen den Strom schwimmen. Die Schleimhaut besitzt zahlreiche Falten, die untereinander zusammenhängen und ein Netzwerk bilden; am

Ostium abdominale werden sie höher und gehen in die *Fimbrien* über, die Gebilde der Schleimhaut ohne Muskulatur sind. Das

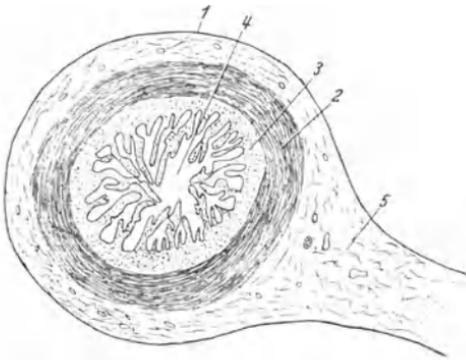


Abb. 190. Tube. 1 Serosa, 2 Muskulatur, 3 Schleimhaut, 4 Lichtung, 5 Mesosalpinx.  
K.

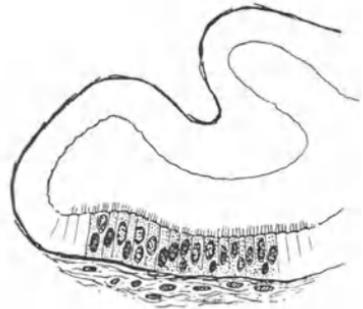


Abb. 191. Tubenepithel.

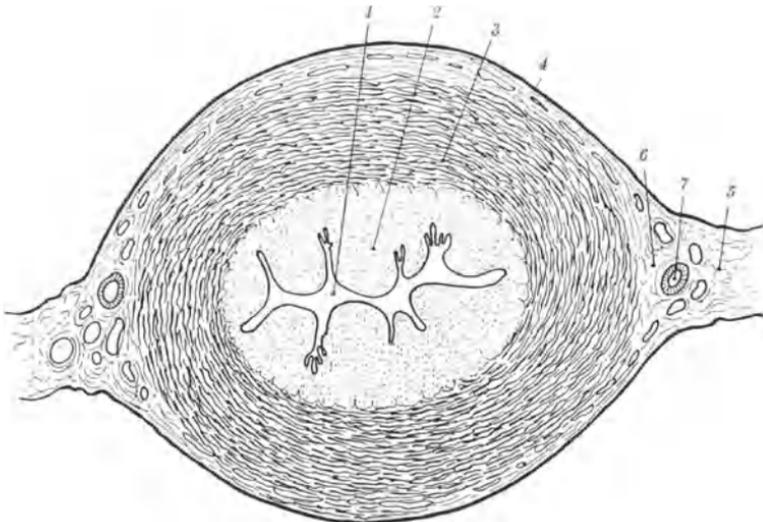


Abb. 192. Uterus vom Neugeborenen. 1 Cavum uteri, 2 Schleimhaut, 3 Muskulatur, 4 Serosa, 5 Mesometrium (Lig. latum), 6 Parametrium, 7 GARTNERScher Gang.

Flimmerepithel setzt sich am Ende der Fimbrien in scharfer Grenze gegen das Mesothel der Serosa ab.

Der *Uterus* (Gebärmutter) besteht aus einer mächtigen Masse von glatter Muskulatur, deren Bündel eine verwickelte Anordnung

in spiralem Verlauf besitzen. Das *Cavum uteri* ist spaltförmig und von einer Schleimhaut ausgekleidet. Auf der Muskulatur liegt

wieder eine Serosa. Die Schleimhaut setzt sich in den *Zervikalkanal* hinein in veränderter Beschaffenheit fort, am äußeren Muttermund grenzt sie an die auch die *Portio vaginalis* überziehende *Vaginaschleimhaut*.

Die *Uterusschleimhaut* ändert sich in Kreisläufen von je 4 Wochen, die von den Vorgängen im Eierstock, dem Wachsen und Reifen des Follikels und der Tätigkeit des *Corpus luteum* bestimmt werden. Die menstruelle Blutung ist das äußere Zeichen dieser Vorgänge. Im Anfang des Intervalls, d. h. in der Mitte zwischen zwei Blutungen zeigt die Schleimhaut ein niederes flimmerndes Zylinderepithel, tubulöse leicht geschlängelte Drüsen und ein zellreiches *Stratum proprium* (Stroma) mit spindelförmigen Zellen.

Die Schleimhaut liegt der Muskulatur unmittelbar auf und senkt sich in die Nischen und Buchten der Muskulatur hinein. Auf etwa die Mitte des Intervalls setzt man den Sprung des Follikels an. Gleichzeitig wandelt sich die Schleimhaut des Uterus in die *Dezidua*

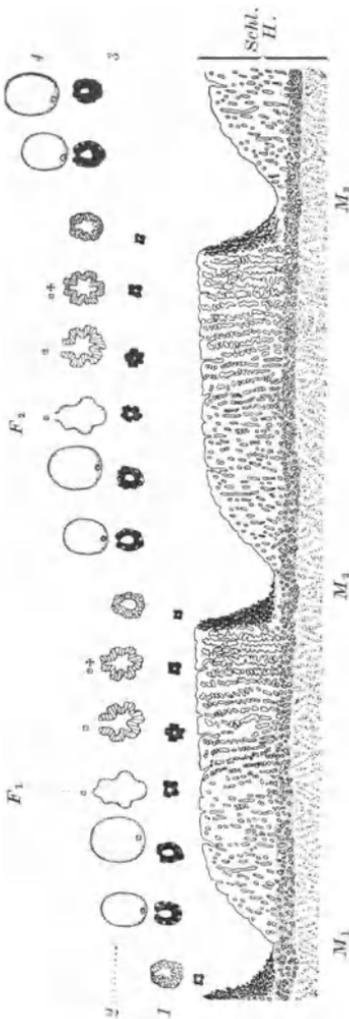


Abb. 193. Schema der zyklischen Veränderungen von Uterusschleimhaut, Follikel und *Corpus luteum* in ihrem zeitlichen Zusammenhang. Bei  $M_1$ ,  $M_2$  und  $M_3$  Menstruationen im Abstand von etwa 28 Tagen. *Schl. H.* das Verhalten der Uterusschleimhaut.  $1-4$  Follikel und ihre Schicksale. Bei  $F_1$  und  $F_2$  „Follikelsprung“, der Follikel 2 bzw. 3. Bei 4 stirbt jeweils ein unbefruchtetes gebliebenes Ei ab. Die Zeile 1 zeigt die Rückbildung eines gelben Körpers aus der Periode vor  $M_1$ , die Zeile 2 die Entwicklung des Follikels und seine Umwandlung in den gelben Körper nach dem Follikelsprung (bei  $F_1$ ) in der Periode  $M_1$ – $M_2$  usw. Während der Menstruation wird die Schleimhaut abgestoßen, dann „proliferiert“ sie und wird schließlich vor der nächsten Menstruation „drüsig“ umgewandelt. (Nach SCHRÖDER.)

um, jedoch nur der größere oberflächliche Teil, nicht die Tiefenschicht, so daß man diese als Basalschicht von jener als der Funktionsschicht unterscheidet. Das Epithel verliert die Flimmerhaare, die Drüsen werden weit und stark geschlängelt, die Stromazellen wandeln sich in die großen polyedrischen Deziduazellen um, auch das Gefäßnetz wächst, die Schleimhaut verdickt sich sowohl durch die Zunahme des Gewebes wie durch die stärkere Blutfülle. Dieser Zustand bleibt als *Decidua menstrualis* einige Zeit bestehen, dann zerfällt die Funktionsschicht unter Gewebeerstörung und Blutung (Menstruation), sie wird von der Basalschicht wieder neu gebildet.

Wenn das in die Tube gelangte *Ei befruchtet* wird und, während es die ersten Schritte der Entwicklung, die Furchung, durchläuft, in den Uterus hinabwandert, langt es dort zu einer Zeit an, in der die Dezidua gerade den Höhepunkt ihrer Ausbildung erreicht hat. In diese verdickte Schleimhaut kriecht es nun hinein, indem es die Epitheldecke durchbricht und im Stratum proprium eine Höhle bildet. Diesen Vorgang nennt man die *Implantation des Eies*. Es wächst, und die Anschwellung der Dezidua, in der es sich befindet, ragt immer stärker in das Cavum uteri vor. Schließlich verschmilzt diese Vorwölbung der Schleimhaut mit der gegenüberliegenden Wand, das Epithel und das Cavum uteri verschwinden beim Menschen völlig, und die Dezidua zieht über den inneren Muttermund hinweg, die Schleimhaut der Cervix uteri wächst über die Verschlußstelle hinüber. Die Wand des schwangeren Uterus besteht beim Menschen aus folgenden Schichten: Bauchfell, Muskulatur, Dezidua in drei Schichten: Basalschicht, Spongiosaschicht mit den stark erweiterten Drüsenhohlräumen und kompakte Schicht, die hauptsächlich aus Deziduazellen besteht. Dann kommt unmittelbar das Chorion des Fets, dessen Epithel auch zum größten Teil verschwunden ist, und, beim Menschen, unmittelbar das Amnion und innerhalb dieses die Amnionhöhle, in der der Fet im Fruchtwasser schwimmt. Alle

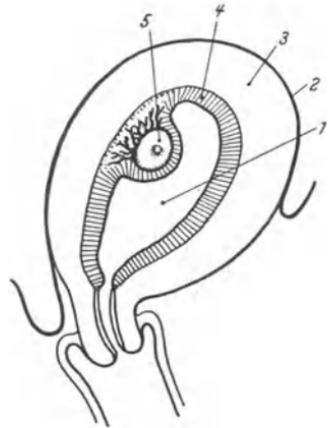


Abb. 194. Ei im Uterus zu Beginn der Schwangerschaft. 1 Cavum uteri, 2 Serosa, 3 Muskulatur, 4 Schleimhaut (Dezidua), 5 Ei, d. h. Embryonalanlage mit den Hüllen.

anderen Hohlräume im Uterus sind beim Menschen verschwunden. Die feinere Entwicklung dieses Zustandes ist recht verwickelt (s. Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte), das Resultat einfach.

Ein gleiches gilt für den Bau des fetalen Ernährungsorgans, der Plazenta. Auch deren Entwicklung ist sehr merkwürdig und verwickelt, das Resultat wieder in dem zugrunde liegenden Bau- und Funktionsplan recht einfach. Es wird durch die Ausdrücke

*Placenta haemochorialis* und *Topfplazenta* (*Placenta olliformis*) gekennzeichnet. Es ist höchst unzweckmäßig, den Bauplan durch die Begriffe *Placenta fetalis* und *Placenta materna* erläutern zu wollen, zumal keineswegs völlig sicher ist, woher manche Gewebe des Organs entwicklungsgeschichtlich stammen. Auch ist das Organ eine konstruktive Einheit.

Der *Bauplan der ausgebildeten Plazenta* ist folgender: In der die Muskulatur des Uterus innen bedeckenden *Dezidua* ist eine

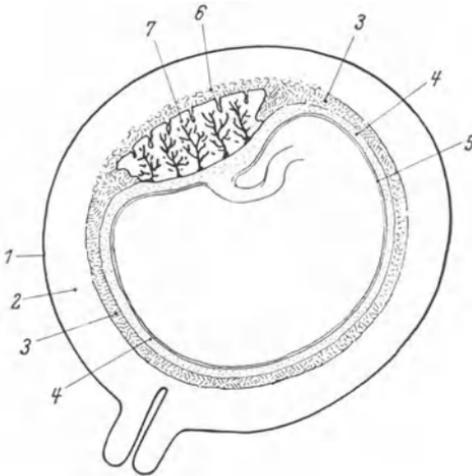


Abb. 195. Ei im Uterus gegen Ende der Schwangerschaft. 1 Serosa, 2 Muskulatur, 3 Dezidua, 4 Chorion, 5 Amnion, 6 Decidua basalis, 7 Plazentarraum.

napfförmige Höhlung ausgespart. Sie ist von einem dicken Zellbelag zweifelhafter Herkunft ausgekleidet, unter ihr ziehen spongiöse Schicht und Basalschicht der Dezidua hinweg. Man kann den Boden und die sanft ansteigenden Seitenwände unterscheiden. Dieser Napf oder *Topf* hat einen *Deckel*, der vom Chorion des Fets gebildet wird und *Chorionplatte* der Plazenta genannt wird. Von dieser Chorionplatte, dem Deckel des Topfes, ragen die Chorionzotten in den Hohlraum hinein. Chorionplatte und Zotten sind vom Chorionepithel überzogen, unter dem das fetale Bindegewebe mit den Gefäßen des Fets sich befindet. Das Innere des Topfes, der Plazentarraum wird vom Blute der Mutter langsam durchströmt, in das also die Zotten eintauchen, weshalb der Plazentarraum auch *intervillöser Raum* genannt wird. Er hat keine eigene Gefäßwand, vor allem kein Gefäßendothel, das Blut befindet sich

in einem Hohlraum, der einer Wundhöhle entspricht, Blut der Mutter und Chorionepithel des Fets sind unmittelbar in Berührung, deshalb *Placenta haemochorialis*. Biologisch ist der Fet ein unmittelbar im Blute der Mutter lebender Parasit; die höchste Form

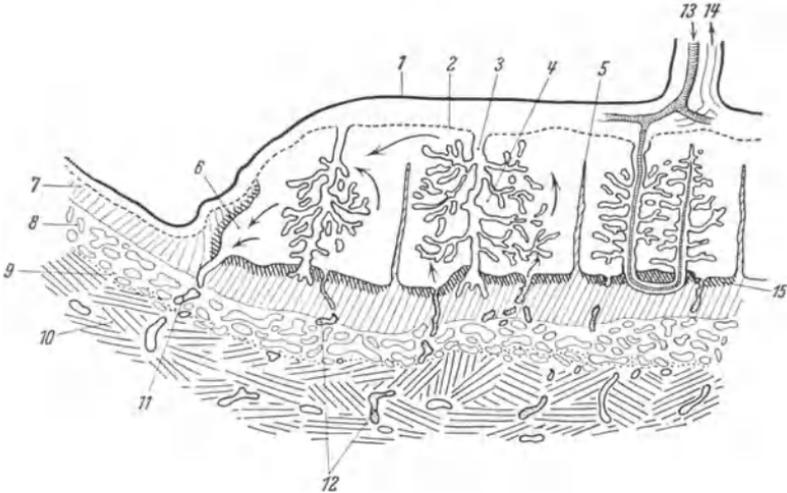


Abb. 196. Schema der Plazenta. 1 Amnion, 2 Chorion (Epithel), 3 Chorionzotte, 4 Plazentar- oder intervillöse Räume, 5 Septum, 6 Randsinus, 7 Dezipia, Strat. compactum, 8 Dezipia, Strat. spongiosum, 9 Dezipia, Basal- oder Regenerationsschicht, 10 Muskulatur, 11 Vene, 12 Arterien der Mutter, 13 Arterie, 14 Vene des Kindes (Vasa umbilicalia), 15 Plazentarboden (sog. basales Ektoderm).

der möglichen Lebensgemeinschaft zweier verschiedener und geweblich getrennter Lebewesen.

Das Blut der Mutter ergießt sich aus offenen klaffenden Arterien am Plazentarboden in den Plazentarraum hinein. Dieser Raum ist durch dünne, vom Boden aufsteigende Septen in Fächer abgeteilt, die jedoch nicht bis zum Deckel der Chorionplatte hinaufreichen. Die Septen enthalten keine Gefäße. So steigt das Blut in diesen Plazentarfächern langsam in die Höhe, fließt unter der Chorionplatte zum Rande der Plazenta und wird hier durch sich in den Plazentarraum öffnende Venen abgeführt, hauptsächlich aus einem Umgang, dem *Randsinus*, der unmittelbar unter der Chorionplatte liegt. Wie am Grunde eines Quellteiches sprudelt also das mütterliche Blut am Boden jedes Faches der Plazenta in die Höhe und wird am Rande abgeführt.

Die Einzelheiten dieser Anlage sind zum Teil verwickelt. Die Zotten laufen mit ihren Gefäßen bis zum Plazentarboden und heften

sich hier fest, sie biegen dann um, und der Zottenbaum steigt wieder in die Höhe. Jedes Plazentarfach wird von einem größeren Zottenbaum ausgefüllt. Das Epithel der Zotte besteht aus zwei Schichten, einer Basalschicht mit getrennten Zellen, die später zum größten Teil verschwindet, und einer synzytialen Deckschicht, die bis zum Ende der Schwangerschaft erhalten bleibt; von dieser Schicht ragen Sprossen vor, die, solange die Plazenta wächst, die neuen Zottensprossen vortreiben. Sie finden sich auch losgelöst als riesenzellenähnliche Gebilde unter dem Plazentarboden. Gegen Ende der Schwangerschaft scheidet sich aus dem mütterlichen Blut Fibrin ab, das an verschiedenen Stellen der Plazenta vorkommt, besonders unter der Chorionplatte. Soweit diese und die Zottenstämme in den Fibrinmassen stecken, geht das Chorion- und Zottenepithel zugrunde.

Die *Schleimhaut der Cervix uteri* nimmt an den Veränderungen des Menstruationszyklus und der Schwangerschaft keinen Anteil. Sie führt ein Zylinderepithel ohne Flimmerhaare sowie Schleimdrüsen, der Zervikalkanal pflegt durch einen Schleimpfropf verschlossen zu sein. Die *Tubenschleimhaut* nimmt am menstruellen Zyklus in gewisser Weise teil und zeigt die Merkmale der Dezidua. So ist eine fehlerhafte Implantation des Eies in der Tube möglich (Tubargravidität), nicht aber in der Cervix uteri.

Bei der *Geburt* wird der ganze Uterusinhalt ausgestoßen. Die Auskleidung trennt sich in der spongiösen Schicht von der Wand, das ganze Losgelöste nennt man „Eihäute“, durch einen Riß dieser Eihäute über dem Muttermund wird das Kind geboren, der Rest einschließlich der Plazenta folgt als Nachgeburt. Die Schleimhaut stellt sich dann von der Basalschicht aus wieder neu her.

Die *Scheide* (Vagina) besteht aus Schleimhaut und glatter Muskulatur. Das Epithel ist geschichtetes Plattenepithel mit Papillen, Drüsen sind nicht vorhanden. Die Grenze gegen die Uterusschleimhaut ist am äußeren Muttermund.

Der Sinus urogenitalis der Frau ist die *Vulva* (Vestibulum), in die Urethra und Vagina münden. Sie liegt zwischen den *Labia minora*, muskelfreien Hautfalten, die innen von einem dicken weichen Plattenepithel mit Papillen, außen von Epidermis überkleidet sind. Haare fehlen auch an der Außenseite, doch kommen freie Talgdrüsen vor. Die beiden kleinen Labien laufen in der *Klitoris* zusammen, die von einer haarlosen, mit freien Talgdrüsen versehenen Hautfalte (Präputium) bedeckt ist.

Als *Schwellkörper* sind die beiden Corpora cavernosa clitoridis und zwei Corpora cavernosa vestibuli vorhanden. Das Schwellgewebe hat den S. 151 geschilderten Bau. Die Schwellkörper der Klitoris sind von einer derben Faserhaut umgeben, sie legen sich mit den Enden zusammen, das Septum ist durchbrochen. Mit einem spitzen Fortsatz reichen sie in die Klitoris hinein. Rings herum ist ein lockeres Schwellgewebe aus Venensinus vorhanden. Um die Schwellkörper des Vestibulums legen sich die quergestreiften Fasern des *Musc. bulbo cavernosus*.

Die *Labia majora* sind von Haaren bedeckte Hautfalten, die die Vorhofsschwellkörper enthalten.

In die Vulva münden in der Nähe des Orificium urethrae Schleimdrüsen, *Glandulae bulbourethrales*, kleinere (minores) und zwei große (majores, Gl. Bartholini), deren Drüsenläppchen im Vorhofsschwellkörper zu liegen pflegen.

Die *Urethra* ist eine Röhre aus glatter Muskulatur, die mit der Blasenmuskulatur unmittelbar zusammenhängt. Die Schleimhaut führt ein Epithel, das dem der Blase gleicht (sog. Übergangsepithel). Die Mündung der Urethra springt als Papille in die Vulva vor. Sie ist umgeben von den *Ductus paraurethrales*, Schläuchen mit Seitenkrypten, die ein geschichtetes Zylinderepithel führen. Sie ähneln sehr den MORGAGNischen Schläuchen des Anus.

## Erklärungen zur Farbentafel.

*Blutzellen, die drei häufigsten Färbungen und Dunkelfeld.*

Abb. 1. Blutzellen des Menschen, Färbung mit Methylenblau-Eosin nach MAY-GRÜNWALD. a Neutrophiler, b azidophiler (eosinophiler), c basophiler Granulozyt, d Lymphozyt, e Monozyt, f Erythrozyt.

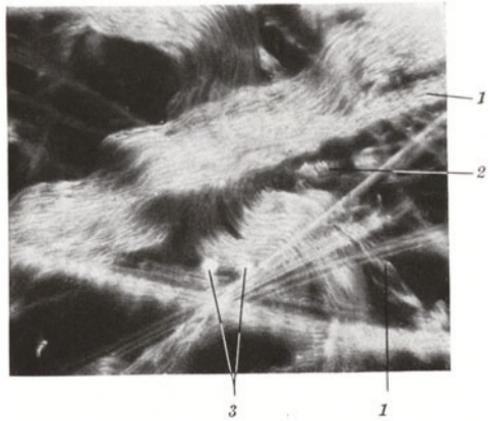
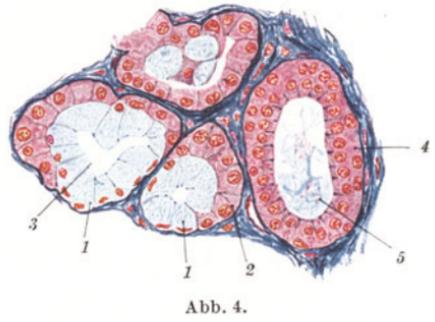
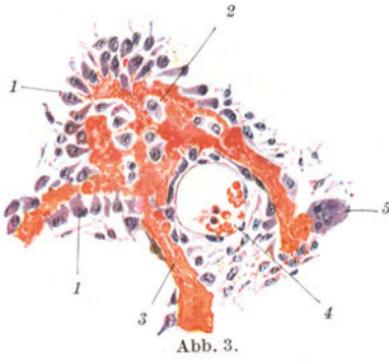
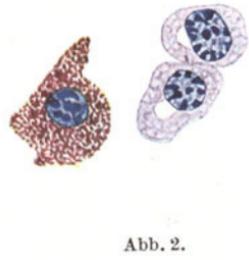
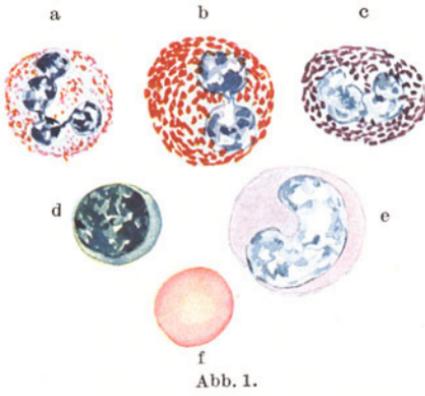
Abb. 2. Mastzelle (links) und Plasmazellen (rechts) des Bindegewebes. Färbung mit Toluidinblau.

Abb. 3. Freie Knochenbildung im Mesenchym, Färbung mit Hämatoxylin-Eosin. 1 Osteoblasten, 2 Knochenzelle, 3 Grundsubstanz, 4 Gefäß, 5 Osteoklast.

Abb. 4. Seromuköse Drüse (Gl. submandibularis), Färbung mit Säurealizarinrot (oder Azokarmin), MALLORY (d. i. Anilinblau und Orange nach Beizung mit Phosphorwolframsäure). 1 muköse, 2 seröse Zellen, 3 Lichtung des Drüsenschlauches, 4 Ausführungsgang, 5 geronnenes Sekret in diesem.

Abb. 5. Schweißdrüse, Färbung mit Eisen-Hämatoxylin (WEIGERT), VAN GIESON (d. i. Säurefuchsin-Pikrinsäure). 1 Drüsenschläuche, 2 Ausführungsgang, 3 kl. Arterie, 4 kl. Venen.

Abb. 6. Kollagene Bindegewebsfasern im Dunkelfeld. Photograph. 200×. 1 Kollagene Faser, 2 Zelle (undeutlich), 3 Luftbläschen.



## Sachverzeichnis.

- Absorptionsunterschiede 6.  
Achsenzylinder 46.  
Adenohypophyse 135.  
Adventitia 48, 49.  
Akkommodation 102.  
Alkohol 7, 8.  
Allgemeine Lebenserscheinungen 13.  
Alveolargänge 130.  
Alveolen 130.  
Amitotische Kernteilung 12.  
Amnion 157.  
Amöboide Bewegung 16.  
Anaphase 10, 11.  
Anilinblau 8.  
Animale Gewebe 20.  
Anisokortex 86.  
Anisotrope Streifen 40.  
Anus 121.  
Apposition 64.  
Äquatorialebene 11.  
Äquatorialplatte 10, 11.  
Arachnoidalzotten 83.  
Arachnoidea 82.  
Architektur der Knorpelstücke 67.  
Areolae gastricae 117.  
Arrector pili 78.  
Arteria(ae) centralis 59.  
— hepatica 125.  
— penicillatae 59.  
— pulmonalis 132.  
Arterie 47, 48.  
— präkapillare 48.  
Arteriolen 48.  
Arteriovenöse Anastomosen 50.  
Astrozyten 46.  
Atmungsorgane 126.  
AUERBACHScher Plexus 115.  
Aufbau 15.  
Augapfel 97, 98.  
Auge 97.  
Augenlider 103.  
Ausscheidungsorgane 139.  
Äußeres Ohr 97.  
Autonom 1, 2, 9.  
Autonome effektorische Nerven 90.  
— Ganglien 89.  
Azidophil 8.  
Azokarmin 8.  
Bandansätze 66.  
Basalfüßchen 72.  
Basilarmembran 95.  
Basische Farben 8.  
Basophil 8.  
Basophile Granulozyten 53.  
Bauchspeicheldrüse 122.  
Bau- und Funktionsplan 1.  
Bauleistungen des Gewebes 19.  
Baustoffwechsel 14.  
Becherzellen 21, 22, 25.  
Befruchtung 12.  
Beizung 8.  
Belegzellen 117.  
Betriebsleistungen des Gewebes 19.  
Betriebsstoffwechsel 14.  
Bewegung 16.  
Bewegungsapparat aktiv, passiv 62.  
Bewegungsorgane der Zelle 5.  
Bindegewebe 20, 26.  
— faseriges, interstitielles, lockeres 29.  
Bindegewebsfaser 8.  
Bindegewebsmastzellen 30, 58, 60.  
Bindegewebsverknöcherung 63.  
Bipolare Ganglienzelle 45.  
Blasteme 40, 62.  
Blut 52.  
Blutbahn 29, 47.  
Blutbildende Organe 54.  
Blutkörperchen 52.  
Blutplasma 52.  
Blutplättchen 52.  
Blutstäubchen 52.  
Blutzellen 52.  
BOEKEScher Grundplexus 90, 115.  
BOWMANSche Kapsel 140.  
Brechungsbild 6.  
Bronchen 129.  
Bronchioli 129.  
Bronchiolus alveolaris, terminans 130.  
BRÜCKEScher Muskel 102.  
BRUNNERSche Drüsen 120.  
Bulbus oculi 97.  
Calix minor 139.  
Canalis cochlearis 95.  
— exolymphaticus 94.  
Caruncula lacrimalis 104.  
Cavum uteri 156.  
Cervix uteri 160.  
Cholesterin 2.  
Chondroitin-Schwefelsäure 34.  
Chondroklasten 63.  
Chondromukoid 34, 35, 36, 68.  
Chondron 34, 68.  
Chordae tendineae 50.  
Chorioidea 98.  
Choriokapillaris 98.  
Chorion 157, 158.  
Chorionplatte 158.  
Chorionzotten 158.  
Chromatin 3, 4, 8.  
Chromatischer Apparat 3, 4.  
Chromatisches Gerüst 10.  
Chromatophoren 5.  
Chromosomen 4, 10, 11, 12.  
Colliculus seminalis 150.  
— superior 86.

- Conjunctiva bulbi, -palpebrae 103.  
 Conus elasticus 129.  
 Cornea 102.  
 Corona radiata 153.  
 Corpora amylacea 150.  
 — cavernosa penis 151.  
 Corpus albicans 154.  
 — cavernosum urethrae 151.  
 — ciliare 102.  
 — luteum 139, 154.  
 — papillare 73.  
 — vitreum 103.  
 CORTISches Organ 59.  
 Cristae ampullares 96.  
 Cumulus oophorus 153.  
  
**Darmkanal** 104.  
 Darmschlauch 115.  
 Dauerpräparate 7.  
 Dendriten 44, 81.  
 Dentin 112, 113.  
 Dezidua 156, 157.  
 Diaphyse 63, 64.  
 Dickdarm 120.  
 Differenzierung 8.  
 Diploide Zahl 12, 147.  
 Diplosom 4.  
 Disperses System 2.  
 Drüsen 25.  
 — der Haut 75.  
 Drüsengewebe 20.  
 Drüsenkörper 25.  
 Drüsenzellen 25.  
 Ductuli efferentes 148.  
 Ductus cochlearis 95.  
 — ejaculatorius 149.  
 — papillaris 140.  
 — sublingualis 107.  
 — submandibularis 107.  
 — thoracicus 52.  
 Duftdrüsen 75.  
 Dünndarm 118.  
 Dunkelfeldkondensator 6.  
 Duodenum 120.  
 Dura mater 82.  
  
 Edelfette 2.  
 Effektorische Endorgane 90.  
 Eierstock 151.  
 Eihäute 160.  
 Eileiter 154.  
 Eizelle 5, 9, 12, 152.  
 Einbettung 9.  
 Einschichtiges Epithel 21.  
 — Zylinderepithel 21.  
 Eiweißkörper 2.  
 Ektoplasma 4.  
 Ektoplasimahülle 16.  
 Elastica externa 49.  
 — interna 49.  
 Elastische Bänder 34.  
 — Fasern 31.  
 Elastischer Knorpel 36.  
 Endokard 50.  
 Endokrine Drüsen 25, 26.  
 Endolymph 94.  
 Endoneurium 89.  
 Endoplasma 4.  
 Endothel 21, 29, 47.  
 Endothelphagozyten 58, 61.  
 Endstücke 25.  
 Energiewechsel 14.  
 Enthyalinisierung 35.  
 Eosin 8.  
 Eosinophile 53.  
 Ependym 84.  
 Epidermis 71, 72, 73, 74.  
 Epiglottis 129.  
 Epikard 50.  
 Epiphyse 63, 64, 66, 135.  
 Epiphysenscheibe 64.  
 Epithelgewebe 20.  
 Epithelien 20, 21, 22, 23, 24.  
 Epithelkörperchen 137.  
 Ernährungsorgane 104.  
 Erythroblasten 55.  
 Erythrocyten 52, 53, 60.  
 Exokrine Drüsen 25.  
 Exolymph 94.  
  
 Färbung 7.  
 Farblacke 8.  
 Fascia linguae 108.  
 Faserknorpel 35.  
 Faszien 70.  
 Feinfaserige Knochen-  
 substanz 37.  
 Fenestra ovalis 97.  
 — rotunda 97.  
 Fett 16, 32.  
 Fettgewebe 32.  
 Fettzellen 30.  
 Fibrin 52.  
 Fibroblasten 29.  
 Fibrozyten 29, 30.  
 Fila olfactoria 93.  
 Fixierung 7.  
 Flimmerbewegung 17.  
 Flügelzellen 33, 36.  
 Follikel 136, 152.  
 Follikelepithel 152.  
 Foramina lateralia 84.  
 Foramen Magendii 84.  
 Formaldehyd 7.  
 Fornix 103.  
 Fortpflanzung 14, 15.  
 Fortpflanzungsorgane,  
 männliche 145.  
 — weibliche 151.  
 Fovea centralis 100.  
 Freie Nervenendigungen  
 91.  
  
 Gallein 8.  
 Gallenblase 126.  
 Gallengänge 125.  
 Gallenkapillaren 126.  
 Gallenwege 126.  
 Gallerte 2.  
 Gallertgewebe 29.  
 Ganglienzellen 24, 42.  
 Ganglienzellschicht 99.  
 Ganglion 88.  
 Gebärmutter 155.  
 Gefäßdrüsenschicht 74.  
 Gefäße, zu- und ablei-  
 tende 48.  
 Gefäßsystem 47.  
 — der Haut 74.

- Geformte Sekrete 16.  
 — Stützgewebe 20.  
 Geißeln 5, 17.  
 Gelenkknorpel 64, 68.  
 Gelenkzotten 66.  
 Generallamellen 65.  
 Genom 3.  
 Geschlechtswege 145,  
 148, 154.  
 Geschmacksknospen 92.  
 Gestaltungsbewegungen  
 16.  
 Gewebe 19.  
 Gewebekultur 13.  
 Glandula bulbourethra-  
 lis 151, 161.  
 Glandulae ceruminiferae  
 97.  
 Glandula lingualis ante-  
 rior 107.  
 — parathyreoidea 137.  
 — sublingualis 107.  
 — sublinguales minores  
 107.  
 — submandibularis 107.  
 — tarsalis 104.  
 — thyreoidea 136.  
 Glanzstreifen 42.  
 Glaskörper 103.  
 Glatte Muskulatur 39.  
 Glia 42, 45, 80.  
 Gliafasern 46.  
 Gliagewebe 46.  
 GLISSONSche Kapsel 123.  
 Glomerulus 140, 141.  
 Glykogen 5, 16.  
 Glycerin 7, 9.  
 GOLGI-Apparat 4.  
 — -MAZZONISche Körper-  
 chen 92.  
 Gonaden 145.  
 GRAAFScher Follikel 153.  
 Granula 8.  
 Granulozyten 53.  
 Graue Nerven 46, 88.  
 Grobfasriger Knochen  
 38.  
 Großhirnrinde 86.  
 Grundplasma 4.  
 Grundsubstanz 27, 28,  
 30, 32, 34, 36, 38.  
 Grundsubstanzgewebe 28.  
 Gyrus hippocampi 86.  
 Haarbalg 76.  
 Haarbeet 78.  
 Haare 76.  
 Haarkutikula 76, 77.  
 Haarschaft 76.  
 Haarwechsel 78.  
 Haarziebel 76.  
 Hämatoxylin 8.  
 Hämoglobin 53.  
 Hämokonien 52.  
 Hämopoetische Organe  
 54.  
 Haploide Zahl 12, 147.  
 Harnblase 145.  
 Harnblasenepithel 24.  
 Harnwege 144.  
 Harter Gaumen 108.  
 HASSALSche Körperchen  
 137.  
 Hauptstück 141.  
 Hauptzellen 117, 135.  
 Haustra 121.  
 Haut 21, 71.  
 Häutiges Labyrinth 96.  
 HAVERSSche Kanäle,  
 -Lamellensysteme 65.  
 Helikotrema 97.  
 HENLESche Schleife 140.  
 Herz 50.  
 Herzmuskulatur 41, 42.  
 Hilus 58.  
 Hirnanhang 135.  
 Hirnhäute 82.  
 Hirnstamm 86.  
 HISSches Bündel 52.  
 Histiozyten 29, 61.  
 Hoden 145.  
 Holokrine Drüsen 26.  
 Hörknöchelchen 97.  
 Horn 72.  
 Hornhaut 102.  
 Hornplatte 79.  
 Hornschicht 23, 72, 73.  
 HORTEGA-Glia 82.  
 HORTEGA-Zellen 46.  
 Hülsengefäß 59, 60.  
 Hyalinknorpel 34, 35, 36.  
 Hyponychium 79.  
 Hypophyse 135.  
 Ileum 120.  
 Implantation des Eies  
 157.  
 Implantationskegel 44.  
 Indirekte Kernteilung 9.  
 Injektion 7.  
 Intermitziales Wasser 2.  
 Interstitiallamellen 65.  
 Interstitielles Binde-  
 gewebe 29, 32.  
 — Gewebe 28, 32, 33.  
 Intervillöser Raum 158.  
 Intima 48.  
 Intraepitheliale Endi-  
 gungen 91.  
 Intramizellares Wasser 2.  
 Intussuszeption 64.  
 Iris 102.  
 Isokortex 86.  
 Isotrope Streifen 40.  
 Jejunum 120.  
 Kambiumschicht 66.  
 Kandelaberarterien 74.  
 Kapillaren 47.  
 Kapillarnetz 47, 56.  
 Kardia 118.  
 Karmin 8.  
 Karyokinese 9.  
 Karyorhexis 55.  
 Kavernöse Gewebe 151.  
 Kehlkopf 129.  
 Keimdrüsen 139.  
 — männlich 145.  
 — weiblich 151.  
 Keimschicht 23, 72, 73.  
 Kern 3, 4, 6, 7, 8, 10.  
 Kernmembran 3, 4, 10.  
 Kernsaft 3, 4.  
 Kleinhirn 86.  
 Klitoris 160.  
 Knäuldrüsen 75.

- Knochenbildungen,  
   enchondrale, freie,  
   perichondrale 62.  
 Knochengewebe 36, 37, 38.  
 Knochengrundsubstanz  
   36, 63.  
 Knochenmarkriesenzellen  
   56.  
 Knochennähte 67.  
 Knochenröhrchen 38, 65.  
 Knorpel 34.  
 Knorpelkapsel 34.  
 Knorpel-Knochen-Band-  
   skelet 62.  
 Knorpelkugel 35.  
 Knorpelsehne 36.  
 Knorpelskelet 62.  
 Knospenarterien, M. B.  
   SCHMIDTSCHE 136.  
 Kochsalzlösung 6.  
 Kohlensäure 9.  
 Kolbenhaar 78.  
 Kollagene Fasern 31.  
 Kolloide 2.  
 Kompakta der Röhren-  
   knochen 64.  
 Konjunktivalkreislauf  
   103.  
 Kopulation 12, 17.  
 Korium 71.  
 Kortikalis 66.  
 KRAUSESCHE Drüsen 104.  
 — Endkolben 92.  
 Kreislauforgane 47.  
 Krypten 22, 25, 117.  
 Kubische Epithelien 21.  
 KUPFFERSCHE Sternzellen  
   124.  
 Kupula 96.  
 Kutikula 15.  
 Kutikularsaum 21, 22,  
   118.  
 Kutis 71.  
  
 Labia majora 161.  
 — minor 160.  
 Labyrinth des Ohres 93,  
   96.  
 Lamellenknochen 37, 64.
- Lamellenkörperchen 92.  
 Lamina spiralis ossea 94.  
 LANGERHANSSCHE Inseln  
   123, 139.  
 Leber 122, 123.  
 Leberläppchen 121, 123.  
 Leberparenchym 123.  
 Lebersinus 124, 125.  
 Lederhaut 71, 74.  
 Leptomeninx 82.  
 Leukozyten 52, 53.  
 Levator palpebrae 103.  
 LEYDIGSCHE Zwischen-  
   zellen 146.  
 LIEBERKÜHNSCHE Drüsen  
   120.  
 Ligamentum pectinatum  
   102.  
 Ligamentum spirale 95.  
 Linse 102.  
 Lippen 108.  
 Lipoid 2, 7.  
 Liquor cerebro-spinalis  
   83.  
 Liquor folliculi 153.  
 LUDWIGSCHE Kapillaren  
   141.  
 Luftröhre 129.  
 Luftwege 126.  
 Lunge 129.  
 Lungenarterien, -venen  
   132.  
 Luteinzellen 154.  
 Lymphatische lympho-  
   epitheliale Organe  
   109.  
 — Organe 54, 56.  
 Lymphatisches Gewebe  
   5, 29, 56.  
 Lymphgefäße 52.  
 Lymphknoten 56.  
 Lymphozyten 53, 56, 60.  
 Lymphzellen 56.
- Macula lutea 100.  
 Maculae staticae 96.  
 Magen 117.  
 Makroglia 46.  
 Makrophagen 29, 61, 62.
- Makrophagie 61.  
 MALPIGHISCHE Körper-  
   chen 58, 59, 60, 140.  
 Markscheide 46.  
 Matrix 79.  
 Media 48.  
 Megakaryozyten 56.  
 Mehrreihige Epithelien  
   22.  
 Mehrschichtige Epi-  
   thelien 22, 23.  
 MEIBOMSCHE Drüsen 104.  
 MEISSNERSCHER Plexus  
   115.  
 MEISSNERSCHE Tast-  
   körperchen 91.  
 Membrana Descemeti  
   102.  
 — limitans externa 99.  
 — — gliae 82.  
 — — interna 99.  
 — — pia 82.  
 — hyaloidea 103.  
 — tectoria 96.  
 Menstruation 157.  
 Mesenchym 27, 28, 29.  
 Mesenchymales System  
   27, 29.  
 — Zellnetz 29, 36, 54.  
 Mesothel 21, 29, 133.  
 Metaphase 10, 11.  
 Methylenblau 8.  
 Mikroglia 46, 81.  
 Mikrophagen 60.  
 Mikrotom 9.  
 Milchdrüsen 26, 75, 76.  
 Milchflecken 134.  
 Milieu interne 20, 27.  
 Milz 58.  
 Milzsinus 59, 61.  
 Mitose 10.  
 Mitotische Zellteilung 10.  
 Mittelohr 96.  
 Mizellartheorie 2.  
 Mizelle 2.  
 Modiolus 94.  
 MOLLSCHES Drüsen 75,  
   103.  
 Mononukleäre 53.

- Monozyten 53, 61.  
 MORGAGNISCHE Taschen 122.  
 Motorische Endplatten 90.  
 Muköse Drüsen 25, 26.  
 MÜLLERSche Fasern 99.  
 MÜLLERScher Muskel 102.  
 Multipolare Ganglienzellen 44.  
 Mundhöhle 104.  
 Musculus ciliaris 102.  
 Muscularis mucosae 115.  
 Musc. mylohyoideus 107.  
 — orbicularis oculi 103.  
 — pectinati 51.  
 Muskelbewegung 17, 18.  
 Muskelfasern 39, 40.  
 Muskelgewebe 20, 39.  
 Muskelspindel 70.  
 Muskulatur 68.  
 Mutterzelle 9.  
 Myelin 46.  
 Myeloblasten 8, 55, 56.  
 Myeloisches Gewebe 29.  
 Myelozyten 55.  
 Myoblasten 40.  
 Myofibrillen 4, 5, 17, 39, 40.  
 Myokard 50.  
 Myotom 40.  
  
 Nabelstrang 29.  
 Nagel 76, 79.  
 Nagelfalz 79.  
 Nagelwall 79.  
 Nase 128.  
 Naenrachenraum 128.  
 Nebenhodengang 149.  
 Nebenniere 138.  
 Nebenzellen 117, 135.  
 Neokortex 86.  
 Nephron 140.  
 Nervengewebe 20, 42, 80.  
 Nervensubstanz, graue.  
 weiße 80.  
 Nervensystem 80.  
 Nervenzellen 42.  
 Nervus opticus 101.  
  
 Nervus vestibularis 96.  
 Neurilemm 46.  
 Neurit 24, 44, 46.  
 Neuroblasten 42.  
 Neurodendriten 45.  
 Neurofibrillen 5, 43.  
 Neuroglia 42, 45.  
 Neurohypophyse 135.  
 Neuron 42, 81.  
 Neuropil 89.  
 Neuroplasma 5, 43.  
 Neutrophile Granulozyten 53.  
 Niere 139.  
 Nierenbecken 144.  
 NISSLSche Körperchen 43, 44, 86.  
 Noduli lymphatici 56, 106, 110, 116.  
 — aggregati 120.  
 Nucleus pulposus 68.  
 Nukleolen 4.  
 Nukleolus 10.  
  
 Oberhaut 71.  
 Obligodendroglia 46.  
 Odontoblasten 38, 112, 113.  
 Ohr 93.  
 Ohrschmalzdrüsen 75.  
 Omentum majus, minus 134.  
 Oolemma 5, 153.  
 Oozyte 152.  
 Organe der inneren Sekretion 134.  
 — des chemischen Sinnes 92.  
 Organisation der Zelle 3.  
 Organische Stoffe 1.  
 Osteoblasten 62, 63.  
 Osteoklasten 63, 64.  
 Osteon 38, 65.  
 Ovarium 151.  
 Ovulation 153.  
  
 Pachymeninx 82.  
 Paläokortex 86.  
 PANETHSche Zellen 120.  
  
 Pankreas 122.  
 Papillae conicae 109.  
 — filiformes 108.  
 — foliatae 92, 109.  
 — fungiformes 92, 109.  
 — lenticulares 109.  
 — vallatae 92, 109.  
 Paraffin 9.  
 Parenchym 28.  
 Parotis 106.  
 Pars cavernosa 151.  
 — ciliaris 99.  
 — membranacea 150.  
 — optica retinae 99.  
 — prostatica 150.  
 Penis 151.  
 Perichondrium 35, 36.  
 Perimysium 69.  
 — externum 69.  
 — internum 41, 69.  
 Perineurium 88.  
 Periost 66.  
 Periphere Glia 46.  
 — weiße Nervenfasern 46.  
 Peripheres Nervensystem 87.  
 Perizyten 47.  
 PEYERSche Haufen 120.  
 Pfortader 123, 125.  
 PFUHLSCHE Gefäßscheide 126.  
 Phagozytose 60.  
 Pharynx 115.  
 Phosphatide 2.  
 Pia mater 82.  
 Pigmentepithel 100.  
 Pigmentkörnchen 5.  
 Pikrinsäure 7, 8.  
 Pinselarterien 59.  
 Plasmafärbung 8.  
 Plasmafärbstoffe 8.  
 Plasmazellen 8, 30, 53, 56, 60.  
 Plasmodien 12.  
 Plastosomen 4, 6.  
 Plattenepithel 21, 23.  
 Plazenta 158, 159.  
 Plexus entericus, myentericus 115.

- Plica sublingualis 107.  
 Plicae circulares 118.  
 — semilunares 121.  
 Polymorpher Kern 53.  
 Polymorphkernige Granulozyten 53.  
 Präganglionäre Fasern 89.  
 Präputium 160.  
 Präspematiden 147, 148.  
 Primärbündel 68.  
 Primärfollikel 152.  
 Primordialer Markraum 63.  
 Primordialskelet 62.  
 Processus ciliares 102.  
 — vocalis 129.  
 Prophase 10.  
 Prostata 150.  
 Protoplasma 1, 2, 3.  
 Protoplasmbewegung 16.  
 Protoplasmaströmung 16.  
 Pseudonukleolus 42.  
 Pseudounipolare Zellen 45.  
 Pulpa 112, 114.  
 — rote, weiße 58.  
 Pulparetikulum 59, 60.  
 Pulpavenen 59.  
 Puncta lacrimalia 104.  
 PURKINJESche Zellen 86.  
 Pyknose 55.  
 Pylorusabschnitt 117.  
  
**Quergestreifte Muskel-**  
**fasern 39, 40.**  
  
 Radspeichenkern 30.  
 Randsinus 57, 159.  
 RANVIERSche Einschnürung 46.  
 Reaktionszentren 56.  
 Regio olfactoria 93.  
 Regulation des Körpergefüges 18.  
 Reifungsteilung 12, 147, 154.  
 Reizbarkeit 18.  
  
 Reizleitungsapparat 52.  
 Renkuli 139.  
 Rete testis 148.  
 — ovarii 152.  
 Retikuloendotheliales System 54, 62.  
 Retikulum 55.  
 Retikulumzellen 56, 60, 61.  
 Retina 99.  
 Retinakreislauf 103.  
 RETZIUSscher Streifen 113.  
 Rezeptoren 91.  
 Riechepithel 93.  
 RINGER-Lösung 6.  
 Ringmuskulatur 48.  
 Rotes Knochenmark 29, 53, 54, 55, 56.  
 Rückenmark 85.  
  
 Samenbildung 146.  
 Samenblase 149.  
 Samenleiter 149.  
 Sarkolemm 40, 41, 42.  
 Sarkoplasma 40, 51.  
 Saure Farben 8.  
 Säurefuchsin 8.  
 Scala tympani, vestibuli 95, 97.  
 Schaltstücke 106.  
 Scheide 160.  
 Scheidenkutikula 77.  
 Schilddrüse 136.  
 Schleim 8.  
 Schleimgewebe 29.  
 Schleimhaut 21, 104, 115.  
 SCHLEMMscher Kanal 102.  
 Schlußleistenetz 21, 22.  
 Schmelz 112, 113.  
 Schmelzepithelzellen 112.  
 Schneckenwindel des Ohres 94.  
 SCHWANNsche Zellen 46, 80, 87.  
 SCHWEIGGER-SEIDELsche Kapillaren 59.  
 Schweißdrüsen 26, 75.  
 Schwellkörper 161.  
  
 Sechsschichtenrinde 86.  
 Sehnen 69.  
 Sehngewebe 33, 34.  
 Sehnenknorpel 36, 52.  
 Sehnenscheiden 70.  
 Sehnenspindel 70.  
 Sekretion 15, 16.  
 Sekretrohren 106.  
 Sekundärfollikel 153.  
 Septum linguae 108.  
 Serosa 117.  
 Seröse Drüsen 26, 105.  
 — Häute 133.  
 Serum 52.  
 SERTOLI-Zellen 146, 148.  
 Sezernierende Endstücke 25.  
 SHARPEYSche Fasern 38, 66, 114.  
 Silberfibrillen 31, 32.  
 Sinnesepithelien 24.  
 Sinnesorgane 91.  
 Sinus 55, 60.  
 — urogenitalis 150, 160.  
 Skeletgewebe 29.  
 Skelettmuskulatur 39, 40.  
 Skeletorgane 64.  
 Sklera 98.  
 Speichelkörperchen 111.  
 Speichelröhren 106.  
 Speicherstoffe 5.  
 Speiseröhre 116.  
 Spermatide 148.  
 Spermatogonien 146, 147.  
 Spermatozyten 147.  
 Spermatozytogenese 147.  
 Spermium 9, 12, 17, 148.  
 Speziallamellen 65.  
 Sphincter internus 121.  
 Spinalganglien 88.  
 Spindelapparat 10.  
 Spongiosa 65.  
 Spüldrüsen 109.  
 Stäbchen 99.  
 Stachelzellschicht 73.  
 Statoliten 96.  
 Staubzellen 133.  
 Stereozilien 149.

- Stimmlippen 129.  
 Stoffwechsel 14.  
 Strahlung 10.  
 Stratum compactum 74.  
 — corneum 23, 72.  
 — germinativum 23, 72.  
 — granulosum 23, 72.  
 — lucidum 72.  
 — proprium 21, 105, 116.  
 Stroma ovarii 152.  
 Stützgewebe 20, 26.  
 Subcutis 71, 74.  
 Sublimat 7.  
 Submandibulare Drüsen-  
 gruppe 106.  
 Submukosa 115.  
 Subpapilläre Schicht 74.  
 Substantia reticularis 85,  
 86.  
 Symphyse 68.  
 Synapsen 82.  
 Synovialhaut 66.  
 Synthese 15.  
 Synzytium 12, 29, 41.  
 System der Makro-  
 phagen 62.  
  
 Talgdrüsen 26, 75, 78.  
 Tánien 121.  
 Tarsus 103.  
 Teilungsapparat 10.  
 Tela chorioidea 80, 84.  
 — subcutanea 71.  
 Telophase 10, 11.  
 Testis 145.  
 Theca folliculi 153.  
 Thrombozyten 52, 53,  
 56.  
 Thymusdrüse 137.  
 Tochterzelle 9.  
 Toluidinblau 8.  
 TOMESsche Fasern 113.  
 Tonofibrillen 72.  
 Tonsilla lingualis, pala-  
 tina 110.  
 Tonsillarkrypten 110.  
 Tonsillarorgane 109.  
 Trabekel 57, 58.  
 Trabekelvenen 59.  
  
 Tränendrüse 26.  
 Tränennasengang 104.  
 Trommelfell 97.  
 Tuba Eustachii 96.  
 — uterina 154.  
 Tubuli 25.  
 — seminiferi 145.  
 Tubulöse Drüse 25.  
 Tubulus contortus 140.  
 Tunica adventitia 48.  
 — albuginea 145, 151.  
 — intima 48.  
 — media 48.  
  
 Übergangsepithel 144,  
 161.  
 Ungeformte Sekrete 16.  
 Ungeformtes Bindegewe-  
 be 28.  
 Unterhaut 71.  
 Ureter 145.  
 Urethra 150, 161.  
 Urmutterkern 12.  
 Uterus 155.  
 Uterusschleimhaut 155.  
  
 Vagina 160.  
 Vakuolen 4.  
 Vas deferens 149.  
 — epididymidis 149.  
 Vasa afferentia 57, 141.  
 — efferentia 58, 141.  
 — recta 143.  
 — vasorum 48.  
 Vegetative Gewebe 20.  
 Vena centralis 123.  
 Venae subglobulares 125.  
 Venen 47, 49.  
 Ventrikel 84.  
 Vestibulum 160.  
 VIRCHOW-ROBINScher  
 Raum 84.  
 VOLKMANNsche Kanäle  
 65.  
 Vulva 160, 161.  
  
 Wachstum 14, 15.  
 Wanderzellen 29, 30.  
 Wangen 108.  
  
 Wasserstoffionenkonzen-  
 tration 2.  
 Weiche Hirnhaut 82.  
 Weiße Nerven 88.  
 — Substanz 82.  
 Wimperbewegung 17.  
 Wimperhaare 5, 17.  
 Wurmfortsatz 121.  
 Wurzelhaut 114.  
 Wurzelscheide 76.  
  
 Xylol 8.  
  
 Zahnbein 38.  
 Zahnglocke 111, 112.  
 Zahntasche 114.  
 Zähne 111.  
 Zapfen 99.  
 Zelle 1, 2, 3, 4, 5, 6.  
 Zelleib 3, 4.  
 Zelleinschlüsse 5.  
 Zellkörper 43.  
 Zelloidin 9.  
 Zellorgane 4, 5.  
 Zellprodukte 5, 6.  
 Zellteilung 9, 11, 12.  
 Zellulose 1.  
 Zement 113, 114.  
 Zentralnervensystem 80.  
 Zentralspindel 10.  
 Zentralvenen 124.  
 Zentren 56, 58.  
 Zentroazinäre Zellen 123.  
 Zentrosoma 4, 10, 11.  
 Zervikalkanal 156, 160.  
 Ziliarkreislauf 103.  
 Zirbeldrüse 135.  
 Zonula Zinnii 102.  
 Zotten 118, 119, 120.  
 Zugfasern 10, 11.  
 Zunge 108.  
 Zwischenwirbelscheibe 68.  
 Zwischenzelllücken 21, 22,  
 73.  
 Zylinderepithel 21.  
 Zylinderflimmerepithel  
 22.  
 Zytoplasma 3, 4, 5, 6, 7,  
 8, 10.