

Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen

Für Ärzte und Studenten

von Helmut Leonhardt

5. neubearbeitete Auflage

Taschenlehrbuch der gesamten Anatomie · Band 3
mit Schlüssel zum Gegenstandskatalog



Georg Thieme Verlag Stuttgart

Helmut Leonhardt

Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen

Für Ärzte und Studenten

5., neubearbeitete Auflage

246 Abbildungen



Georg Thieme Verlag Stuttgart 1977

Prof. Dr. med. H. LEONHARDT

Anatomisches Institut

der Universität Kiel

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Taschenlehrbuch der gesamten Anatomie : mit
Schlüssel zum Gegenstandskatalog. – Stuttgart :
Thieme.

Bd. 3. → Leonhardt, Helmut: Histologie, Zytologie
und Mikroanatomie des Menschen

Leonhardt, Helmut

Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des
Menschen : für Ärzte u. Studenten ; mit
Schlüssel zum Gegenstandskatalog. – 5., neube-
arb. Aufl. – Stuttgart : Thieme, 1977.

(Taschenlehrbuch der gesamten Anatomie ; Bd. 3)
ISBN 3-13-371505-4

1. Auflage 1967

2. Auflage 1969

3. Auflage 1971

4. Auflage 1974

1. japanische Auflage 1973

1. italienische Auflage 1974

2. japanische Auflage 1975

1. spanische Auflage 1975

1. englische Auflage 1977

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden *nicht* besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, daß es sich um einen freien Warennamen handelt.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 1967, 1977 Georg Thieme Verlag, Herdweg 63, Postfach 732, D-7000 Stuttgart 1 – Printed in Germany – Satz: Willybald Tutte, gesetzt auf Linofilm VIP; Druck: Druckhaus Dörr, Ludwigsburg

ISBN 3 13 371505 4

Histologie, Zytologie und
Mikroanatomie des Menschen

Taschenlehrbuch der gesamten Anatomie

mit Schlüssel zum Gegenstandskatalog

Band 3

- Band 1: Allgemeine Anatomie
Spezielle Anatomie I
von H. Frick, H. Leonhardt, D. Starck
- Band 2: Spezielle Anatomie II
von H. Frick, H. Leonhardt, D. Starck
- Band 4: Medizinische Embryologie, 5. Aufl.
von J. Langman



Georg Thieme Verlag Stuttgart

Vorwort zur 5. Auflage

Die 5. Auflage des Histologie-Taschenbuches erforderte umfangreiche Änderungen. Diese – Berichtigungen sowie Anpassungen an den derzeitigen Stand der Kenntnisse – betreffen hauptsächlich die Kapitel über Zytologie und allgemeine Gewebelehre, in geringerem Umfang auch andere Kapitel. Wo erforderlich, wurde eine Angleichung an das Konzept des Taschenlehrbuches der Anatomie vorgenommen. Herrn Dr. h. c. G. HAUFF bin ich dafür dankbar, daß derart umfangreiche Änderungen möglich wurden. Da der erstmals in die 4. Auflage aufgenommene ausführliche Literaturanhang offenbar wenig Verwendung fand, wurde er durch kurze Hinweise auf weiterführende Literatur ersetzt. Zahlreiche hilfreiche Hinweise erhielt ich von Kieler Kollegen; ich danke namentlich (in alphabetischer Reihenfolge) den Damen und Herren Prof. Dr. Drs. h. c. W. BARGMANN, Dr. E. BRAAK, Prof. Dr. H. BRAAK, Dr. D. DRENCKHAHN, Dr. B. KRISCH, Doz. Dr. R. LÜLLMANN-RAUCH, Doz. Dr. K. MÜLLER-HERMELINK, Prof. Dr. F.-W. PEHLEMANN, Prof. Dr. B. TILLMANN, Prof. Dr. K. UNSICKER und Prof. Dr. U. WELSCH. Auch auswärtigen Kollegen habe ich für wertvolle Hinweise zu danken, so u.a. besonders Frau Doz. Dr. K. GORGAS, Köln, Herrn Prof. Dr. H. J. KRETSCHMANN, Hannover und Herrn Prof. Dr. W. SCHMIDT, Innsbruck. Soweit Anregungen aus dem Kreis der Studenten kamen, wurden sie berücksichtigt. Frau Dr. B. KRISCH half dankenswerterweise bei der Korrektur von Fahnen und Umbruch, eine angesichts des neuartigen computergesteuerten Fotosatzes schwierige und kaum vollkommen zu lösende Aufgabe. In diesem Zusammenhang danke ich auch den Mitarbeitern des Georg Thieme Verlages für ihre Hilfe.

Kiel, September 1977

HELMUT LEONHARDT

Aus dem Vorwort zur 1. Auflage

Die Kürze eines Kurzlehrbuches entsteht hauptsächlich durch Verzichte; es wurden die Entwicklung von Problemen und ausführliche Begründungen bei der Darstellung nicht berücksichtigt. Der Interessierte findet ausführliche Darstellung und Literaturzitat in den großen Lehrbüchern der Histologie und Zytologie (s. Literatur am Schluß des Büchleins!). Der Stoff wird ferner dadurch komprimiert, daß aus der speziellen Histologie der Organe so viel wie möglich im allgemeinen histologischen Teil zur Sprache kommt; Nervengewebe und Nervensystem werden z. B. zusammenhängend beschrieben. Wichtig für das Verständnis der Stoffeinteilung ist die Einleitung! Licht- und elektronenmikroskopische Ergebnisse werden in entscheidenden Kapiteln parallel aufgezeichnet. Soweit möglich, wird von der Erfahrung des unbewaffneten Auges ausgegangen, um schrittweise in die stärkeren Vergrößerungsbereiche vorzudringen.

Bei der Niederschrift des Textes erfuhr ich vielerlei Hilfe. Vor allen danke ich Herrn Prof. Dr. BARGMANN, der in großzügigster Weise das Büchlein förderte, für Anregungen und Kritik. Die histologischen und mikroskopisch-anatomischen Abbildungen wurden größtenteils nach Mikrofotografien von Kurs- und Sammlungspräparaten des Anatomischen Institutes der Universität Kiel gezeichnet. Herrn Dr. med. h. c. G. HAUFF, auf dessen Initiative hin das Buch entstand, und dem Georg Thieme Verlag schulde ich Dank für wertvolle Hilfen. Das Büchlein schrieb ich aus den gemeinsam mit Studenten in Vorlesungen und Kursen gewonnenen Erfahrungen für Medizinstudenten und meinen Sohn Matthias.

Kiel, im Juni 1967

HELMUT LEONHARDT

Inhaltsverzeichnis

Vorworte	V
Einleitung	1
Zytologie	3
Größenbereiche der mikroskopischen Untersuchung und ihre Methoden	4
Maße	5
Untersuchung mit bloßem Auge und der Lupe	6
Untersuchung mit lichtmikroskopischen Methoden	6
Untersuchung mit dem Elektronenmikroskop	11
Zelle	14
Geschichte, Definition	14
Lupenuntersuchung	15
Lichtmikroskopische Untersuchung	15
Cytoplasma (Zelleib)	19
Karyoplasma (Nucleus, Zellkern)	23
Elektronenmikroskopische Untersuchung	25
Zellmembranen (Zytomembranen)	25
Cytoplasma	27
Karyoplasma	43
Elektronenmikroskopische Definition des lichtmikroskopischen Zellbildes	45
Lebenserscheinungen der Zelle	47
Mitotische Zellteilung	47
Chromosomen	51
Meiose (Reduktionsteilung)	62
Polyploidie, Endomitose, Amitose	65
Proteinsynthese	66
Energiegewinnung	71
Zellbewegungen und Membranflußvorgänge	71
Amöboide Zellbewegung	72
Endozytose und Exozytose	73
Sekretion	75
Chronobiologie	78
Auf- und umbauende Vorgänge	78
Abbauende Vorgänge	79

VIII Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Histologie und Mikroanatomie	83
Gewebe	84
Epithelgewebe	86
Oberflächenbildende Epithelien	86
Platteneithelien	88
Übergangsepithel	89
Prismatische Epithelien	89
Drüsenepithelien und Bauprinzipien der Drüsen	91
Lage zum Oberflächenepithel	91
Abtransportweg	92
Gestalt der Drüsenendstücke	94
Menge und Ausschleusungsart des Sekrets	94
Chemische Beschaffenheit des Sekrets	96
Myoepithelien	98
Epithelien als Parenchym innerer Organe	98
Binde- und Stützgewebe	99
Bindegewebe	99
Mesenchym	99
Spinozelluläres Bindegewebe	101
Retikuläres Bindegewebe	101
Fettgewebe	103
Kollagenfaseriges Bindegewebe	105
Elastisches Band	117
Stützgewebe	117
Knorpelgewebe	118
Chordagewebe	122
Knochengewebe	122
Gelenke	135
Blut, blutbildende Organe und freie Zellen des Bindegewebes (Abwehrsysteme)	137
Blut	137
Rote Blutzellen (Erythrozyten)	138
Weiße Blutzellen (Leukozyten)	140
Blutplättchen (Thrombozyten)	143
Blutbildende Organe	143
Pränatale und postnatale Blutbildung	143
Knochenmark	144
Bauelemente lymphatischer Organe	149
Thymus	152
Mandeln (Tonsillae)	154
Lymphatisches Gewebe von Schleimhäuten	156
Lymphknoten (Nodus lymphaticus)	157
Milz (Lien)	159

Freie Zellen des Bindegewebes, Abwehrsysteme des Organismus	162
Weiße Blutzellen als freie Zellen des Bindegewebes	163
Abwehrsysteme des Organismus	166
Muskelgewebe	173
Glattes Muskelgewebe	173
Quergestreiftes Muskelgewebe	176
Skelettmuskelgewebe	176
Herzmuskelgewebe	184
Kreislauforgane	188
Herz	189
Herzbeutel (Epikard, Perikard)	190
Herznerven	190
Blutgefäße	191
Arterien	192
Kapillaren	196
Venen	199
Lymphgefäße	200
Nervengewebe und Nervensystem	202
Gliederung des Nervensystems	202
Nervengewebe und Bauelemente des Nervensystems	206
Nervenzelle	206
Nervenfaser	211
Synapsen	218
Neuroglia	226
Mesoglia	233
Nervensystem	233
Neuronale Gliederung des Nervensystems	234
Rückenmarkssegment	235
Peripheres Nervensystem	241
Kerne und Bahnen des Gehirns	247
Kleinhirnrinde (Cortex cerebelli)	248
Großhirnrinde (Endhirnrinde, Cortex cerebri)	251
Wachstum und Altersveränderungen des Zentralnervensystems	257
Hirn- und Rückenmarkshäute und Blutgefäße des Zentralnervensystems	259
Sinnesorgane	264
Organe der Oberflächen- und Tiefensensibilität	264
Hautsinne	264
Tiefensensibilität (Propriozeptoren)	267
Organe der Eingeweidesensibilität (Viszerzeptoren)	268

X Inhaltsverzeichnis

Geschmacksorgan	270
Geruchsorgan	272
Gehör- und Gleichgewichtsorgan	273
Gleichgewichtsorgan	274
Gehörorgan	277
Sehorgan	283
Augapfel (Bulbus oculi)	283
Hilfsapparat des Auges	293
Hautdecke und Hautanhangsgebilde	296
Haut (Cutis)	296
Gewebsbestandteile der Hautschichten	298
Wundheilung und Altersveränderungen	301
Hautfarbe	302
Unterhaut (Subcutis)	302
Blut- und Lymphgefäße der Hautdecke	303
Anhangsgebilde der Haut: Haare, Nägel, Drüsen	303
Haare (Pili)	303
Nägel (Ungues)	306
Hautdrüsen (Glandulae cutis)	307
Weibliche Brust und Brustdrüse	310
Endokrine Organe	313
Hypothalamus-Hypophysen-System	314
Ordnung des Hypothalamus-Hypophysen-Systems	314
I. Hypothalamus-Neurohypophysen-System	316
II. Hypothalamus-Adenohypophysen-System	319
Epiphyse (Corpus pineale, Zirbeldrüse)	324
Nebennieren (Glandulae suprarenales)	326
Nebennierenrinde (Cortex)	327
Nebennierenmark (Medulla)	329
Paraganglien	330
Schilddrüse (Glandula thyroidea)	331
Epithelkörperchen (Glandulae parathyroideae)	334
Inselorgan (Langerhanssche Pankreasinseln)	335
Endokrine Zellen in Organen	336
System der gastrointestinalen endokrinen Zellen	337
Seröse Häute	340
Atmungsorgane	341
Luftleitende Organe	341
Bauprinzipien der luftleitenden Organe	341
Nasenvorhof (Vestibulum nasi)	342
Nasenhöhle (Cavum nasi)	343

Schlund, Rachen (Pharynx)	343
Kehlkopf (Larynx)	345
Luftröhre (Trachea) und Bronchialbaum (Bronchi)	347
Lungen (Pulmones)	348
Endaufteilung des Luftweges	348
Unterteilung der Lunge und des Lungenbindegewebes	350
Endaufteilung der Blut- und Lymphgefäße	350
Alveolen	351
Lungen- und Brustfell (Pleura)	353
Verdauungsorgane	354
Kopfdarm	354
Wangen (Buccae)	354
Lippen (Labia)	355
Gaumen (Palatum)	355
Zunge (Lingua)	356
Zahnentwicklung	358
Zähne (Dentes)	360
Speicheldrüsen	363
Rumpfdarm	366
Schichten der Rumpfdarmwand	366
Bauchfell (Peritoneum)	368
Speiseröhre (Oesophagus)	368
Magen (Ventriculus, Gaster)	369
Dünndarm (Intestinum tenue)	372
Dickdarm (Intestinum crassum)	380
Bauchspeicheldrüse (Pancreas)	383
Leber (Hepar)	384
Extrahepatische Gallenwege	392
Harnorgane	394
Niere (Ren, Nephros)	394
Gefäße und Nerven	395
Nierenkörperchen (Corpusculum renis)	399
Nierenröhrchen (Tubuli renales) und Sammelrohre	402
Harnwege	407
Nierenbecken (Pelvis renalis)	407
Harnleiter (Ureter)	407
Harnblase (Vesica urinaria)	408
Harnröhre (Urethra)	408
Geschlechtsorgane	410
Männliche Geschlechtsorgane	411
Hoden (Testis)	411
Hodenhülle (Tunica vaginalis testis)	418
Samenwege	418

XII Inhaltsverzeichnis

Drüsen	421
Samen (Sperma)	423
Äußere männliche Geschlechtsorgane	424
Weibliche Geschlechtsorgane	426
Eierstock (Ovarium)	426
Eileiter (Tuba uterina)	432
Gebärmutter (Uterus)	433
Ovarieller und Menstruationszyklus	435
Gravidität, Placenta	439
Scheide (Vagina)	446
Äußere weibliche Geschlechtsorgane	447
Anhang zur Terminologie	448
Tabelle histologischer Übersichtsfärbungen	450
Literatur	453
Schlüssel zum Gegenstandskatalog	455
Sachverzeichnis	459

Einleitung

Das Taschenbuch baut nach Art eines Lehrbuches den Stoff schrittweise auf. Er ist so gegliedert, daß von Beobachtung und Methode ausgegangen wird, und die einzelnen Schritte den Gang einer Untersuchung markieren, über den man sich anhand des Inhaltsverzeichnisses orientieren sollte.

Inhalt

I. Zytologie: Zuerst soll Klarheit über die Vergrößerungsbereiche der mikroskopischen Verfahren gewonnen werden, jeder Befund muß seinen richtigen Platz in den Größenordnungen der Strukturen finden. Zur Erleichterung werden im Zweifelsfalle lichtmikroskopische Befunde mit **L**, elektronenmikroskopische Befunde (bis $100 \times$ stärker vergrößert) mit **E** bezeichnet. Als Maßstab im Präparat kann ein Erythrozyt dienen (Durchmesser $7,7 \mu\text{m}$), auch Zellkerne (im allgemeinen $4-10 \mu\text{m}$) lassen etwa die Vergrößerung erkennen. Es schließt eine Besprechung der Frage, welche Änderungen durch die methodisch notwendigen Eingriffe am Objekt erwartet werden müssen, an. Dann folgt eine dreifache Untersuchung der Zelle:

1. Untersuchung der Lebensäußerungen der Zelle in der Gewebekultur als erster Überblick.
2. Untersuchung der abgetöteten Zelle im licht- und elektronenmikroskopischen Bereich, Bezug der Befunde aufeinander.
3. Analyse der Lebensäußerungen der Zelle im licht- und elektronenmikroskopischen Bereich.

II. Allgemeine Histologie und Mikroanatomie: Gewebe und Organe werden im Zusammenhang besprochen. Mit den Epithelien werden die Bauprinzipien der Drüsen beschrieben, mit dem Bindegewebe kommen einerseits Knorpel- und Knochengewebe, andererseits Blut, Blutbildung und lymphatische Organe zur Darstellung. An das Muskelgewebe schließt sich die Besprechung von Herz und Kreislauforganen an, das Nervengewebe führt zur Beschreibung der speziellen Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane einschließlich der Haut. Hierauf folgen als 2. Korrelationssystem nach dem Nervensystem die endokrinen Drüsen und schließlich die spezielle Histologie und mikroskopische Anatomie der Atmungs-, Verdauungs-, Harn- und Geschlechtsorgane. Den Abbildungen liegt, wenn nichts anderes bemerkt wird, eine der gebräuchlichen Übersichtsfärbungen zugrunde.

Repetition: Den Absätzen des Textes sind Schlagwörter vorangestellt, die man bei der Wiederholung des Stoffes nach Art von Fragen zu beantworten versucht.

Die Bemerkungen zur Physiologie und Biochemie sind in jedem Fall unvollständig und für den Anfänger gedacht, dem sie mit der Histologie eine vorläufige funktionelle Vorstellung vermitteln sollen; es wird auf die Lehrbücher der Physiologie und Biochemie verwiesen.

1. TEIL: **Zytologie**

Größenbereiche der mikroskopischen Untersuchung und ihre Methoden

In den biologischen Wissenschaften herrscht das Bestreben, die vielfältigen Lebensäußerungen auf eine begrenzte Anzahl von Gesetzen oder Regeln zurückzuführen. Das bedeutet in der Morphologie u. a. Suche nach *Bauprinzipien* und *Bausteinen*. Es ist weitgehend eine Frage der technischen Hilfsmittel, wie weit diese erkannt werden.

Dem *unbewaffneten Auge* dienen zur Unterscheidung von Bauelementen die Gestalt (Knötchen, Faser, Bläschen usw.), Farbe, Oberflächenbeschaffenheit, die Beurteilung der Schnittfläche. Auf diesem Weg läßt sich bereits feststellen, daß Organe aus ungleichen Teilen aufgebaut sind, die in anderer Zusammensetzung in verschiedenen Organen wiederkehren. Eine erste Gewebelehre dieser Art schuf ARISTOTELES um 350 vor Chr. (Homoiomerienlehre).

Die Grenze des Versuches, Bauelemente zu erkennen, liegt im optischen Auflösungsvermögen des menschlichen Auges. Das *Mikroskop*, das man seit dem Anfang des 17. Jahrhunderts baut, führt weiter, die hundertfach stärkere Vergrößerung zeigt neue Strukturen. Die Vorstellungen über den Aufbau biologischer Objekte gingen zunächst auf die lichtmikroskopischen Untersuchungen der letzten hundert Jahre zurück, die mit der Entdeckung der Zelle den Schlüssel zum Verständnis des Aufbaus lebendiger Organismen lieferten.

Da seit mehr als 20 Jahren mit der Entwicklung der *Elektronenmikroskopie* neue, bisher nicht gesehene oder in ihrem tatsächlichen Aufbau nicht erkannte Strukturen sichtbar werden, erfuhren die Vorstellungen vom Aufbau biologischer Objekte zahlreiche Erweiterungen und Korrekturen.

Da die Gewebelehre den praktischen Bedürfnissen des künftigen Arztes Rechnung tragen soll, kann aber auf die lichtmikroskopische Strukturanalyse nicht verzichtet werden. Im übrigen kann ein umfassendes Bild vom Aufbau biologischer Strukturen auch nur erhalten, wer die Ergebnisse der Untersuchungen in allen Bereichen der Vergrößerung zueinander in Beziehung setzt: Lupenvergrößerung, lichtmikroskopische und elektronenmikroskopische Vergrößerung.

Zum Verständnis histologischer Präparate ist ein kleiner Einblick in die mikroskopische und histologische Technik unerläßlich. Die nächsten Seiten geben deshalb einen kurzen Überblick über Vorgänge und Probleme bei der Herstellung und Untersuchung histologischer Präparate.