

Auf einen Blick

Über den Autor	11
Einleitung	27
Teil I: Bau und Organisation der Zelle	33
Kapitel 1: Strukturen des Lebens	35
Kapitel 2: Membranen als polare Grenzflächen	43
Kapitel 3: Topologie und Funktion der Membransysteme	55
Kapitel 4: Zytosol und Zellkern: Äquivalenzraum I	67
Kapitel 5: Die Membransysteme: Äquivalenzraum II	75
Kapitel 6: Das Zytoskelett: Der Puppenspieler	93
Kapitel 7: Zellkontakte	103
Kapitel 8: Mitochondrien und Peroxisomen	109
Kapitel 9: Integration: Mitose und Zellzyklus	115
Kapitel 10: Integration: Exo- und Endozytose	127
Teil II: Die Grundgewebe: Histologie	137
Kapitel 11: Epithelgewebe	139
Kapitel 12: Sezernierende Epithelien: Drüsen	163
Kapitel 13: Bindegewebe	175
Kapitel 14: Stützgewebe	191
Kapitel 15: Besondere Hartgewebe der Zähne	213
Kapitel 16: Muskelgewebe	219
Kapitel 17: Nervengewebe	247
Teil III: Mikroskopische Anatomie	269
Kapitel 18: Kreislauforgane	271
Kapitel 19: Blut und Blutbildung	287
Kapitel 20: Immunsystem: Eine Einführung	301
Kapitel 21: Primäre Abwehrorgane	309
Kapitel 22: Sekundäre lymphatische Organe	317
Kapitel 23: Auge	331
Kapitel 24: Innenohr	347
Kapitel 25: Haut und Hautanhangsgebilde	359
Kapitel 26: Atmungsorgane	375
Kapitel 27: Endokrine Organe	387
Kapitel 28: Mundhöhle	407
Kapitel 29: Magen-Darm-Trakt (Rumpfdarm)	417
Kapitel 30: Leber, Gallenwege und Pankreas	441
Kapitel 31: Niere und Harnwege	457
Kapitel 32: Geschlechtsorgane	475
Kapitel 33: Zentrales Nervensystem	523

Teil IV: Histologische Technik..... 537

Kapitel 34: Mikroskopie: Ein bildgebendes Verfahren 539

Kapitel 35: Die Farben der Histologie, oder: Wie zeige ich es meinem Auge? 557

Kapitel 36: Häufig verwendete Routinetechniken 567

Teil V: Top-Ten Teil..... 573

Kapitel 37: 'Licht'gestalten..... 575

Literatur..... 583

Abbildungsverzeichnis 585

Tabellenverzeichnis 595

Stichwortverzeichnis 597

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	11
Einleitung	27
Über dieses Buch	28
Für wen dieses Buch geschrieben wurde	28
Wie dieses Buch aufgebaut ist	29
Teil I: Zytologie (Zellenlehre)	29
Teil II: Histologie (Allgemeine Gewebelehre)	29
Teil III: Mikroskopische Anatomie der Organe	30
Teil IV: Histologische Technik	30
Teil V: Top-Ten Teil	30
Symbole in diesem Buch	30
Wie sie dieses Buch am besten lesen	31
 TEIL I	
BAU UND ORGANISATION DER ZELLE	33
Kapitel 1	
Strukturen des Lebens	35
Diagnose: Strukturstörung zeigt Lebensstörung	35
Grenzflächen ordnen Lebensräume	37
Grenzflächen definieren Räume und Richtungen	38
Grenzflächen verändern angrenzende Räume aktiv	40
 Kapitel 2	
Membranen als polare Grenzflächen	43
Phospholipide sind die Grundbausteine der Biomembran und Basis ihrer Polarität	43
Das Plasmalemm als typische Biomembran	46
Biomembran als teilpermeable Barriere	48
Proteine des Plasmalemm und die Glykokalyx	50
Pumpen, Kanäle, Cotransporter etc. machen Membranen zu selektiven und aktiven Grenzflächen	50
 Kapitel 3	
Topologie und Funktion der Membransysteme	55
Prokaryoten: Einfach und erfolgreich	55
Eukaryoten: Vielseitig und organismenbildend	56
Ein hypothetischer Weg vom Pro- zum Eukaryoten	58
Von topologischen Beziehungen der Zellkompartimente zueinander und den sich einander bedingenden Transportwegen zwischen ihnen	63

Kapitel 4

Zytosol und Zellkern: Äquivalenzraum I 67

- Zytosol 67
 - Grundfunktionen des Zytosols: 67
 - Zelleinschlüsse: Sie sind im wässrigen Milieu des Zytosols nicht mehr gelöst..... 68
 - Zytoskelett: 68
- Zellkern 69
 - Kernhülle, Kernporen und Kerninnenraum 70
 - Stoffaustausch zwischen Zytosol und Zellkerninnenraum 72
 - Der Zellkern ist eine essenzielle histologische Leitstruktur 72

Kapitel 5

Die Membransysteme: Äquivalenzraum II 75

- Endoplasmatisches Retikulum 75
 - Glattes endoplasmatisches Retikulum 76
 - Raues endoplasmatisches Retikulum 78
- Golgi-Apparat 84
 - Der Golgi-Apparat ist polar organisiert..... 84
 - ER und Golgi-Apparat sortieren Proteine für Zielkompartimente..... 85
 - Vesikuläre Transportsysteme als Basis der Gradientenbildung und des Sorting im Golgi-Apparat 86

Kapitel 6

Das Zytoskelett: Der Puppenspieler 93

- Actine 95
 - Myosine sind die Motorproteine des Actinsystems 96
 - Histologische, mit Actin assoziierte Strukturen 97
- Tubuline und Microtubuli 97
 - Dyneine und Kinesine sind die Motorproteine der Tubuline 99
 - Histologische, mit Tubulin assoziierte Strukturen 99
- Intermediärfilamente 100

Kapitel 7

Zellkontakte 103

- Allgemeine Merkmale von Zellkontakten 103
- Funktionelle Gliederung der Zellkontakte..... 105
 - Barrierenkontakte: Tight junction oder Zonula occludens..... 105
 - Haftkontakte 106
 - Kommunikationskontakte 107

Kapitel 8

Mitochondrien und Peroxisomen 109

- Mitochondrien und Peroxisomen: Gemeinsamkeiten 109
- Mitochondrien und Peroxisomen sind topologische Eremiten 109
- Peroxisomen, Mitochondrien und der Sauerstoff 110

Mitochondrien und Peroxisomen sind die Orte der β -Oxidation von Fettsäuren	111
Spezifika der Mitochondrien.....	111
Spezifika der Peroxisomen	112

Kapitel 9

Integration: Mitose und Zellzyklus.....	115
Mitose.....	115
Zellzyklus	120
Die Mitose ist nur eine kurze Phase des ganzen Zellzyklus	120
Proliferation und Differenzierung sind getrennt: Die Bedeutung der Phase G0	121
Proliferation in der Histologie: zellartspezifische Messung.....	123

Kapitel 10

Integration: Exo- und Endozytose	127
Wege aus der Zelle: Exozytose und Sekretionsmodi	127
Der konstitutive Modus der Sekretion	128
Regulierte Sekretion.....	129
Spezielle Modi der Sekretion.....	130
Endozytose und der lysosomale Weg.....	131
Station 1: Von außen in ein Vesikel.....	132
Station 2: Das endo-lysosomale Kompartiment.....	133
Darstellung des endo-lysosomalen Kompartiments in vivo:.....	134

TEIL II

DIE GRUNDGEWEBE: HISTOLOGIE 137

Kapitel 11

Epithelgewebe.....	139
Grundlegende Struktur-Funktionsbeziehungen.....	139
Polarisierte Einzelzellen im einschichtigen Verband.....	142
Geschichtete Epithelien weisen Differenzierungsgradienten auf	143
Regenerationsmuster in ein- bzw. mehrschichtigem Epithel	145
Einschichtige Epithelien	145
Klassifizierung einschichtiger Epithelien	145
Oberflächendifferenzierung einschichtiger Epithelien.....	148
Mehrschichtige Epithelien	153
Mehrschichtige Plattenepithelien	155
Mehrschichtige hochprismatische Epithelien; Sonderformen	159
Epithelübergänge	161

Kapitel 12

Sezernierende Epithelien: Drüsen	163
Sekretionsmechanismen und -richtungen in Drüsen	164
Sekretionsmechanismen	164
Sekretionsrichtungen.....	165

18 Inhaltsverzeichnis

Komplexe, zusammengesetzte Drüsen: Glandulae.....	166
Strukturmerkmale komplexer Drüsen.....	166
Drüsen der Haut.....	170
Speicheldrüsen und Tränendrüse.....	172

Kapitel 13

Bindegewebe 175

Grundlegende Struktur-Funktionsbeziehungen.....	175
Allgemeine Eigenschaften der Bindegewebszellen.....	176
Hauptkomponenten der EZM der Bindegewebe.....	179
Bindegewebe im Einzelnen.....	184
Mesenchym: das embryonales Vorläufergewebe.....	184
Lockeres kollagenfaseriges Bindegewebe: der Universalist.....	184
Verwandte: retikuläres Bindegewebe und die Fettgewebe.....	184
Elastisches Bindegewebe.....	187
Straffes kollagenfaseriges Bindegewebe (Sehnen, Bänder).....	188

Kapitel 14

Stützgewebe 191

Knorpelgewebe.....	191
Allgemeine Merkmale der Knorpelgewebe.....	191
Knochengewebe.....	197
Grundmerkmale der Knochengewebe.....	197
Osteogenese.....	198
Sekundäres (reifes) Knochengewebe: über Knochenumbau zum Lamellenknochen.....	208
Frakturheilung.....	212

Kapitel 15

Besondere Hartgewebe der Zähne 213

Entwicklungsgeschichte der Zähne.....	213
Hartgewebe des Zahns und deren Entstehung.....	214
Schmelz.....	215
Dentin.....	216
Zement.....	216

Kapitel 16

Muskelgewebe 219

Allgemeine Eigenschaften der Muskelgewebe.....	219
Abgrenzung: Zelluläre Kontraktilität versus kontraktile Gewebe.....	219
Querstreifung.....	220
Zellbiologie und Histophysiologie der Muskelgewebe.....	221
Die elektromechanische Kopplung in den Muskelgeweben.....	222
Der Motorraum der Muskelgewebe: ATP als Kraftstoff.....	223
Die mechanische Kopplung: vom Myofilament zur Sehne.....	223

Muskelgewebe im Einzelnen.....	224
Glatte Muskulatur.....	224
Skelettmuskulatur.....	230
Herzmuskulatur.....	239
Wie kann man Muskelgewebe unterscheiden?.....	244

Kapitel 17

Nervengewebe..... 247

Nervengewebe: Herkunft und Konstruktionsprinzip.....	248
Nervengewebe entsteht aus embryonalem Epithel, dem es wichtige	
Strukturprinzipien verdankt.....	248
Glia des ZNS.....	251
Glia des PNS.....	254
Synapse: Ein Zellkontakt, der kein Zellkontakt ist.....	255
Zelltypen des Nervengewebes.....	257
Neurone.....	257
Glia.....	262
Allochthone Glia: Mikroglia.....	264
Autochthone Glia des peripheren Nervengewebes: Schwannsche	
Zellen und Mantel- bzw. Satellitenzellen.....	264
Enkapsis.....	265
Besondere Regionen des ZNS und Prinzipien der Axonregeneration im PNS.....	265
Regionale Besonderheiten.....	266
Plexus chorioideus.....	266
Retina.....	266
Neurohämalorgane des ZNS.....	266

TEIL III

MIKROSKOPISCHE ANATOMIE..... 269

Kapitel 18

Kreislauforgane..... 271

Die Peripherie: Bau und Funktion der Kapillaren.....	273
Endothel: vielfältige Funktionen und Aufgaben.....	273
Bautypen von (Blut-)Kapillaren.....	274
Kontinuierliche Kapillaren.....	274
Fenestrierte Kapillaren.....	275
Sinusoidale Kapillaren (Sinusoide).....	275
Hochendotheliale Kapillaren (Venolen).....	276
Filtrationsverhältnisse in der Endstrombahn und Herkunft der	
Lymphflüssigkeit.....	277
Blut(leitungs)gefäße.....	278
Allgemeine Baumerkmale der peripheren Blut(leitungs)gefäße.....	278
Die Bauformen der Arterien des großen Kreislaufs.....	279
Histologische Differenzierung von Arterien und Venen.....	280
Widerstandsgefäße: Die Arteriolen.....	281
Venolen.....	282
Sonderfall: Portalkreisläufe und Portalgefäße.....	282

Mikroskopische Anatomie des Herzens.....	283
Schichten der Herzwand.....	283
Herzskelett und bindegewebige Anteile des Herzens.....	284
Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem	284

Kapitel 19

Blut und Blutbildung	287
Anteil der Blutzellen am Gesamtvolumen des Blutes.....	288
Erythrozyten	288
Thrombozyten	290
Leukozyten	291
Granuläre Leukozyten	291
Agranuläre Leukozyten	293
Blutbildung (Hämatopoiese).....	296
Embryologie der Blutbildung.....	299

Kapitel 20

Immunsystem: Eine Einführung.....	301
Angeborene Abwehrfähigkeiten	301
Erworbene (adaptive) Abwehrfähigkeiten.....	302
Die Abwehrsysteme arbeiten hoch kooperativ.....	304
Antigen-Präsentation: Auftritt MHC-Moleküle.....	304
MHC Klasse I: Antigene aus dem <u>intrazellulären</u> Raum.....	305
MHC Klasse II: Antigene aus dem <u>extrazellulären</u> Raum	307

Kapitel 21

Primäre Abwehrorgane	309
Knochenmark.....	309
Thymus.....	310
Funktionelle Histologie und Entwicklung.....	310
Vorgänge bei der Reifung der T-Lymphozyten.....	312

Kapitel 22

Sekundäre lymphatische Organe.....	317
Lymphfollikel: Bedeutsamste Grundstruktur der sekundären lymphatischen Organe.....	318
Was läuft in Lymphfollikeln ab?	318
Die Struktur sekundärer lymphatischer Organe ist auf ihre jeweiligen Überwachungsräume ausgerichtet.....	322
Lymphknoten	323
Mucosa Associated Lymphoid Tissue: MALT.....	324
Besonderheiten der Tonsillen des Waldeyerschen Rachenrings	326
Peyersche Plaques und Appendix vermiformis.....	326
Milz.....	327

Kapitel 23

Auge	331
Ursprung der Schichten des Bulbus oculi	331
Iris, Ziliarapparat und Choroidea	334
Iris	334
Ziliarapparat (auch: Ziliarkörper)	335
Choroidea	335
Produktion und Abfluss des Kammerwassers	336
Der lichtbrechende Apparat	337
Cornea	338
Linse	339
Glaskörper	340
Retina	340
Übersicht zu den Regionen der Retina	340
Gefäßversorgung der Retina	341
Schichtenbau der Retina und Prinzip ihrer Verschaltung	341
Hilfseinrichtungen des Auges	344
Tränendrüse (Glandula lacrimalis)	344
Augenlider	345

Kapitel 24

Innenohr	347
Orientierung im Raum	347
Hochsensitive Mechanorezeption	347
Ein komplexes Höhlensystem	349
Anteile des häutigen und knöchernen Labyrinths	349
Cochlea	350
Das Cortische Organ	352
Regionen, die an den Zentralbereich des Cortischen Organs angrenzen	354
Strukturelle Basis und Prinzipien der Hörwahrnehmung	354
Vestibularorgan	356

Kapitel 25

Haut und Hautanhangsgebilde	359
Epidermis	362
Untermieter der Keratinozyten: Langerhanszellen, Melanozyten, Merkelzellen:	363
Dermis und Subcutis	365
Dermis:	365
Subcutis:	366
Drüsen der Haut	367
Talgdrüsen:	367
Apokrine Duftdrüsen:	368
Ekkrine Schweißdrüsen:	369
Glandula mammaria	369

22 Inhaltsverzeichnis

Hautanhangsgebilde	373
Haar.....	373
Nägel.....	374

Kapitel 26

Atmungsorgane..... 375

Extrapulmonale Atemwege	375
Nasenhaupthöhle und Nasennebenhöhlen:.....	375
Pharynx und Larynx:.....	376
Trachea und Hauptbronchien:.....	376
Pulmo	379
Intrapulmonale Atemwege	379
Die Struktur der Alveolen als Ort des Gasaustausches.....	381
Strukturerhaltende Elastizität.....	384
Die besondere Kreislaufstruktur der Lunge	384

Kapitel 27

Endokrine Organe..... 387

Kooperation und Regulation – Feedback-Loops und Hierarchie:.....	388
Glandula pituitaria: Hypophyse.....	389
Neurohypophyse.....	390
Adenohypophyse.....	393
Glandula pinealis: Epiphyse.....	395
Nebenniere (Glandula adrenalis).....	395
Schilddrüse (Glandula thyreoidea).....	399
Nebenschilddrüse (Glandula parathyreoidea).....	402
Inselapparat des Pankreas	403

Kapitel 28

Mundhöhle..... 407

Mundschleimhaut.....	407
Nahrungsprüfung.....	408
Nahrungsbearbeitung.....	411
Speicheldrüsen.....	412
Zähne.....	413

Kapitel 29

Magen-Darm-Trakt (Rumpfdarm)..... 417

Schichtung der Darmwand.....	417
Darmnervensystem.....	419
Enteroendokrine Zellen.....	421
Immunsystem des Verdauungstraktes (MALT)	424
M-Zellen (Multifoliated Cells)	424
Peyersche Plaques und Appendix vermiformis.....	425
Ösophagus.....	426

Magen	427
Bikarbonat und Chlorid im Magenepithel	431
Dünndarm	431
Der Bau der Zotten ist funktional	434
Duodenum	435
Jejunum	435
Ileum	436
Colon	437
Appendix vermiformis:	439

Kapitel 30

Leber, Gallenwege und Pankreas 441

Leber (Hepar)	442
Grundthemen der mikroskopischen Architektur	442
Besonderheiten der basolateralen Domäne der Hepatozyten	445
Besonderheiten der apikalen Domäne der Hepatozyten	445
Die Leber als hocheffektiver Bioreaktor	446
Nicht hepatozytäre Zellen der Leber	450
Galle, Gallenwege, Gallenblase	451
Gallesekretion und Gallenwege	451
Gallenblase (Vesica fellea)	452
Bauchspeicheldrüse (Pankreas)	453

Kapitel 31

Niere und Harnwege 457

Grundstrukturen	458
Gefäße der Niere	460
Nephron	461
Glomerulum: die Filtrationseinheit	461
Abschnitte des Tubulussystems	464
Juxtaglomerulärer Apparat	466
Einbau der Nephrone in die Nierenarchitektur	468
Bemerkungen zur Entwirrung des Röhren- und Röhrchensalats	470
Sammelrohre	470
Ableitende Harnwege	471
Urothel	472
Nierenbecken und Ureter	473
Harnblase (Vesica urea)	473
Urethra	474

Kapitel 32

Geschlechtsorgane 475

Keimbahn und Gonadengrundstruktur	476
Keimbahn	476
Gonadengrundstruktur und Prinzip der endokrinen Steuerung	477

24 Inhaltsverzeichnis

Weibliche Geschlechtsorgane	481
Ovar und zyklische Follikelreifung	481
Uterus	489
Tuba uterina	496
Cervix uteri, Portio vaginalis uteri und Vagina	498
Konzeption, Implantation und Plazentation	501
Konzeption	501
Implantation und Plazentation	502
Reife menschliche Plazenta	504
Männliche Geschlechtsorgane	511
Hoden	512
Wichtigste somatische Zelltypen des Hodens	513
Tubuli seminiferi und Keimzellreifung	515
Ableitende Samenwege	517
Akzessorische Geschlechtsdrüsen	519
Penis	521

Kapitel 33

Zentrales Nervensystem **523**

Rückenmark	524
Aufbau und wichtige Lagebeziehungen	524
Graue Substanz	525
Weiße Substanz	526
Rinde des Endhirns (Cortex cerebri)	527
Neocortex und Zytoarchitektonik	527
Hippocampusrinde und Allocortex	530
Kleinhirnrinde (Cortex cerebelli)	531
Hirnhäute und äußerer Liquorraum	533
Ventrikel und innere Liquorräume	534

TEIL IV

HISTOLOGISCHE TECHNIK **537**

Kapitel 34

Mikroskopie: Ein bildgebendes Verfahren **539**

Proben: Herkunft, Vorbereitung und Verarbeitung	541
Herkunft von Proben	541
Vorbereitung von Proben	542
Probenentnahme und Fixierung	542
Verarbeitung von Proben, Einbetten und Schneiden	543
Optische Prinzipien und Verfahren	547
Durchlicht oder Auflicht?	547
Durchlichtverfahren	548
Auflichtverfahren	551
Konfokale Mikroskopie	553
Grundprinzipien der Elektronenmikroskopie	555

Kapitel 35

Die Farben der Histologie, oder: Wie zeige ich es meinem Auge?

Histologische Färbungen.....	557
Prinzipien der Färbung.....	558
Mechanismen der Färbung.....	559
(Bio)Chemie am Gewebeschnitt: Histochemie	560
Substrathistochemie	560
Enzymhistochemie.....	562
Hochspezifische Nachweisverfahren	562
Möglichkeiten der Signalverstärkung	563
»Lampen«, oder: Wie sieht man einen Antikörper?.....	563

Kapitel 36

Häufig verwendete Routinetechniken

Färbungen.....	567
Hämatoxylin-Eosin-Färbung (HE-Färbung).....	567
Trichromfärbungen (AZAN-Färbung und Masson-Goldner-Färbung).....	568
Elastica-Färbung	569
Versilberungen	570
Immunhistochemische Nachweisreaktionen	571

TEIL V

TOP-TEN TEIL

573

Kapitel 37

'Licht'gestalten

Erste Schritte und Grundlagen der Mikroskopie.....	575
Antonie van Leeuwenhoek.....	575
Ernst Abbe.....	576
Frits Zernike.....	576
Ernst Ruska.....	577
Konzeptioneller Fortschritt sowie wissenschaftliche und diagnostische Anwendung.....	577
Camillo Golgi.....	578
Santiago Ramon y Cajal.....	578
Marcello Malpighi.....	579
Rudolf Virchow.....	579
Moderne Hochleistungsmikroskopie	580
Gerd Binnig.....	580
Stefan Hell.....	580
Winfried Denk.....	581

Literatur

583

Abbildungsverzeichnis

585

Tabellenverzeichnis

595

Stichwortverzeichnis

597