

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
Barrierekontakte: 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 G ₀	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
Lockerer 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

20 Inhaltsverzeichnis

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 thyroidea).....	399
Nebenschilddrüse (Glandula parathyroidea).....	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 (Multifolded 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 Zytoarchitektur	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? 557

- 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 567

- 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 575

- 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

