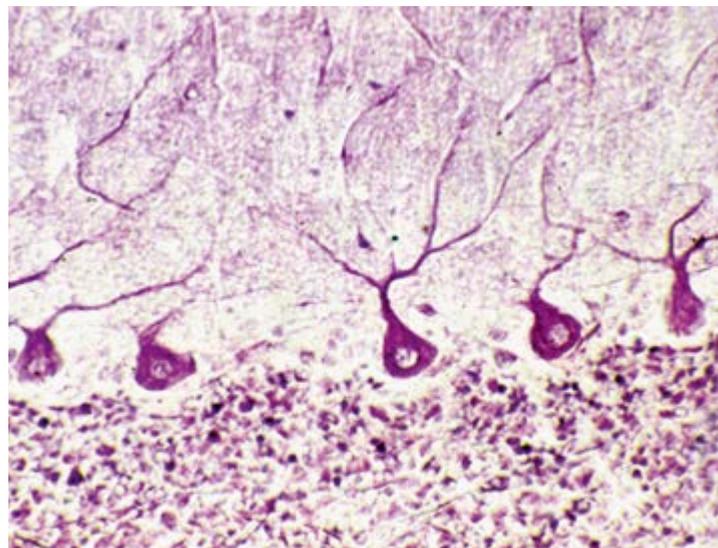
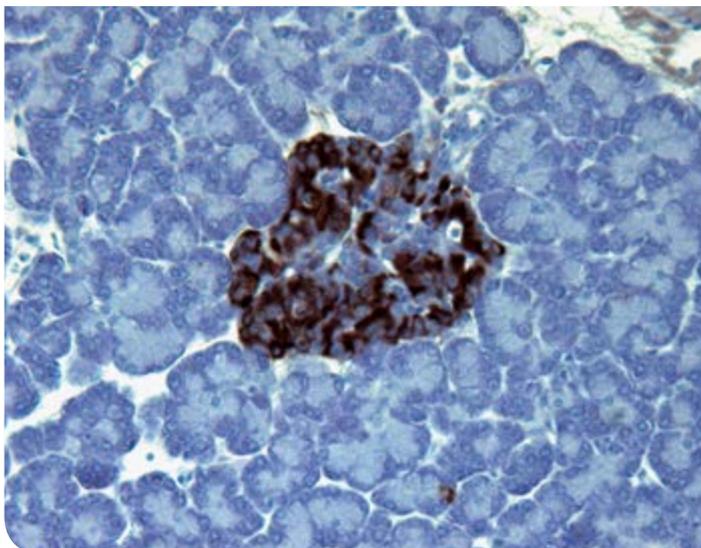
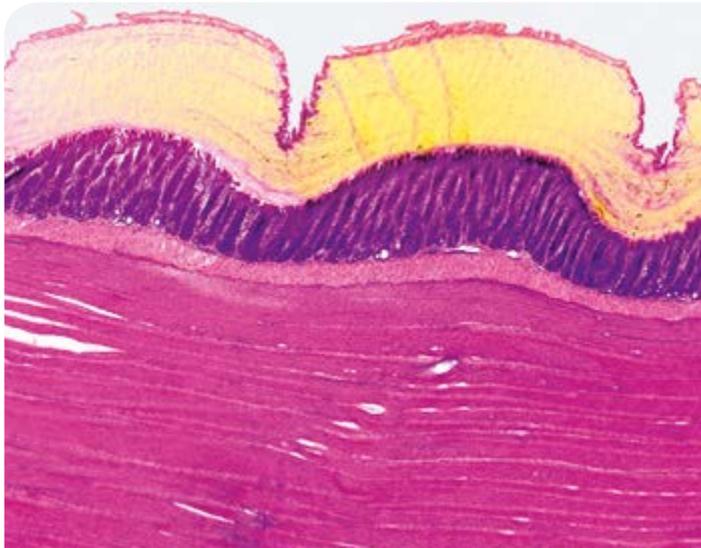


Fred Sinowatz | Daniela Rodler

Histologie in der Tiermedizin

Grundlagen, Techniken, Präparate



Fred Sinowatz | Daniela Rodler

Histologie in der Tiermedizin

Fred Sinowatz | Daniela Rodler

Histologie in der Tiermedizin

Grundlagen, Techniken, Präparate

Mit 363 Abbildungen und 1 Tabelle

schlütersche

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-8426-0015-7 (print)

ISBN 978-3-8426-9001-1 (PDF)

Autoren

Prof. Dr. med. vet. Dr. med. univ. Dr. med. habil. Dr. med. vet. h.c. Fred Sinowatz

Veterinärmedizinisches Department

Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Veterinärstraße 13

80539 München

Fred.Sinowatz@lmu.de

PD Dr. med. vet. Dr. med. vet habil. Daniela Rodler

Veterinärmedizinisches Department

Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Veterinärstraße 13

80539 München

Daniela.Rodler@lmu.de

© 2019, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hans-Böckler-Allee 7, 30173 Hannover

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte liegen beim Verlag.

Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt auch für jede Reproduktion von Teilen des Buches. Produkt- und Unternehmensbezeichnungen können markenrechtlich geschützt sein, ohne dass diese im Buch besonders gekennzeichnet sind. Die beschriebenen Eigenschaften und Wirkungsweisen der genannten pharmakologischen Präparate basieren auf den Erfahrungen der Autoren, die größte Sorgfalt darauf verwendet haben, dass alle therapeutischen Angaben dem Wissens- und Forschungsstand zum Zeitpunkt der Drucklegung des Buches entsprechen. Ungeachtet dessen sind bei der Auswahl, Anwendung und Dosierung von Therapien, Medikamenten und anderen Produkten in jedem Fall die den Produkten beigefügten Informationen sowie Fachinformationen der Hersteller zu beachten; im Zweifelsfall ist ein geeigneter Spezialist zu konsultieren. Der Verlag und die Autoren übernehmen keine Haftung für Produkteigenschaften, Lieferhindernisse, fehlerhafte Anwendung oder bei eventuell auftretenden Unfällen und Schadensfällen. Jeder Benutzer ist zur sorgfältigen Prüfung der durchzuführenden Medikation verpflichtet. Für jede Medikation, Dosierung oder Applikation ist der Benutzer verantwortlich.

Projektleitung und Lektorat: Dr. Simone Bellair, Hannover

Gesamtherstellung: Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hannover

Druck und Bindung: Neografia, Martin-Priekopa, Slowakei

Inhaltsverzeichnis

Vorwort IX

Teil I Histologische Technik

1	Grundlagen zur histologischen Technik	3			
1.1	Einleitung	3	1.6.10	Toluidinblau-Färbung	6
1.2	Fixierung	3	1.6.11	Trichrom-Färbungen	7
1.3	Einbettung	3	1.7	Einschluss der histologischen Präparate	7
1.4	Schneiden des Präparatblocks	5	1.8	Histochemie	7
1.5	Färben der Schnitte	5	1.8.1	Histochemischer Nachweis von Ionen	7
1.6	Wichtige Färbeverfahren	5	1.8.2	Phosphationen	7
1.6.1	Alcianblau-Färbung	5	1.8.3	Histochemischer Nachweis von Kohlenhydraten	7
1.6.2	Eisenhämatoxylin-Färbung	6	1.8.4	Histochemischer Nachweis von Lipiden	8
1.6.3	Feulgen-Reaktion	6	1.8.5	Histochemischer Nachweis von Nukleinsäuren	8
1.6.4	Hämatoxylin-Eosin (HE)-Färbung	6	1.8.6	Histochemischer Nachweis von Enzymen	8
1.6.5	Imprägnation mit Metallsalzen	6	1.8.7	Histochemischer Nachweis von biogenen Amin	9
1.6.6	Pappenheimfärbung, May-Grünwald, Giemsa- und Diff-Quickfärbung	6	1.9	Immunhistochemische Methoden	9
1.6.7	Diff-Quick®	6	1.10	Grundzüge der Gewebspräparation für die Elektronenmikroskopie	9
1.6.8	Perjodsäure-Schiff-Reaktion (Periodic-Acid-Schiff Reaction, PAS-Reaktion)	6			
1.6.9	Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot-Färbung nach Weigert	6			

Teil II Mikroskopische Analyse

2	Grundlagen der Mikroskopie	13	2.4	Bedienung des Mikroskopes	14
2.1	Auflösungsvermögen und Vergrößerung	13	2.5	Praktische Anleitung zum Mikroskopieren	14
2.2	Beleuchtungssystem	13	2.6	Funktionsstörungen des Mikroskopes	15
2.3	Abbildungssystem	14	2.7	Anleitung zum Zeichnen	15

Teil III Gewebe und Organe: Grundlagen, Abbildungen, Präparate

3	Zelle und Zellteilung	19	6	Muskelgewebe (Textus muscularis) ...	57
3.1	Zelle (Cellula)	19	6.1	Muskulatur	57
3.1.1	Zellkern (Nucleus)	19	6.1.1	Glattes Muskelgewebe (Textus muscularis nonstriatus)	57
3.1.2	Zellmembran (Membrana cellularis)	21	6.1.2	Skelettmuskulatur (Textus muscularis striatus skeletalis)	57
3.1.3	Differenzierung der seitlichen Zellmembran (Zellkontakte)	22	6.1.3	Herzmuskulatur (Textus muscularis striatus cardiacus)	59
3.1.4	Zytoplasma (Cytoplasma)	24			
3.1.5	Zelltod	28	7	Nervengewebe (Textus nervosus)	65
3.2	Zellteilung	28	7.1	Nervenzellen (Neurone)	65
3.2.1	Zellzyklus	28	7.1.1	Dendrit (Dendritum)	66
3.2.2	Mitose (Mitosis, indirekte Kernteilung)	28	7.1.2	Axon	66
3.2.3	Meiose (Meiosis, Reduktionsteilung)	29	7.1.3	Synapse (Synapsis)	67
3.2.4	Endomitose	29	7.1.4	Nerven (Nervi)	67
3.2.5	Amitose	29	7.2	Gliazellen (Neuroglia, Gliocyti)	67
4	Epithelgewebe (Textus epithelialis) ...	31	7.2.1	Gliazellen des Zentralen Nervensystems (ZNS)	68
4.1	Oberflächenepithel (Epithelium superficiale)	31	7.2.2	Gliazellen des Peripheren Nervensystems (PNS)	68
4.1.1	Einschichtiges Plattenepithel (Epithelium simplex squamosum)	31	8	Kreislaufsystem (Systema cardiovasculare et lymphaticum)	75
4.1.2	Einschichtiges isoprismatisches (kubisches) Epithel (Epithelium simplex cuboideum) ..	32	8.1	Herz (Cor)	75
4.1.3	Einschichtiges hochprismatisches (zylindrisches) Epithel (Epithelium simplex columnare)	32	8.2	Blutgefäße	75
4.1.4	Mehrschichtiges Epithel (Epithelium pseudostratificatum columnare)	32	8.2.1	Blutgefäßtypen	75
4.1.5	Mehrschichtige Epithelien	32	8.3	Lymphgefäße (Vasa lymphatica)	78
4.2	Drüsenepithel (Epithelium glandulare) ..	32	9	Blut und Knochenmark (Sanguis et Medulla ossium)	83
4.2.1	Endokrine Drüsen (Glandulae endocrinae) ..	33	9.1	Zelluläre Bestandteile des Blutes	83
4.2.2	Exokrine Drüsen (Glandulae exocrinae)....	33	9.1.1	Rote Blutzellen (Erythrozyten)	83
5	Binde- und Stützgewebe (Textus connectivus)	43	9.1.2	Weißer Blutzellen (Leukozyten)	83
5.1	Grundstruktur	43	9.1.3	Blutplättchen (Thrombozyten)	84
5.2	Bauelemente der Binde- und Stützgewebe	43	9.2	Knochenmark (Medulla ossium)	84
5.2.1	Zelluläre Elemente	43	9.2.1	Grundlagen der Hämpoese	85
5.2.2	Bindgewebefasern (Fibrae textus connectivi)	44	9.3	Blutzellen der Vögel	88
5.3	Formen der Binde- und Stützgewebe ...	44	10	Lymphatische Organe (Organa lymphopoetica)	95
5.4	Fettgewebe (Textus adiposus)	45	10.1	Immunsystem	95
5.5	Knorpel (Textus cartilagineus)	45	10.1.1	Humorale Immunität	95
5.6	Knochengewebe (Textus osseus)	46	10.1.2	Zellgebundene Immunität	95
5.6.1	Zellen des Knochengewebes	46	10.2	Lymphatische Organe	96
5.6.2	Interzellulärsubstanz des Knochengewebes ..	47	10.2.1	Thymus (Bries)	96
5.6.3	Knochenbildung (Osteohistogenesis)	48	10.2.2	Mandeln (Tonsillae)	97
5.7	Zahnhartgewebe	48	10.2.3	Lymphknoten (Nodus lymphaticus)	97
			10.2.4	Milz (Lien, Splen)	98

11	Endokrines System (Systema endocrinum)	105	13.2	Kehlkopf (Larynx)	142
11.1	Hypothalamus-Hypophysen-System	105	13.2.1	Kehldeckel (Epiglottis)	142
11.2	Hypophyse (Hirnanhangdrüse, Glandula pituitaria)	105	13.3	Luftröhre (Trachea)	142
11.3	Epiphyse (Zirbeldrüse, Corpus pineale)	107	13.4	Lunge (Pulmo)	142
11.4	Schilddrüse (Glandula thyreoidea)	107	13.4.1	Struktur des Lungengewebes	143
11.5	Epithelkörperchen (Nebenschilddrüse, Glandulae parathyreoideae)	108	13.4.2	Bronchien	143
11.6	Nebennieren (Glandulae suprarenales)	108	13.4.3	Bronchuli	144
11.6.1	Nebennierenrinde (Cortex glandulae suprarenalis)	108	13.4.4	Gasaustauschendes System	144
11.6.2	Nebennierenmark (Medulla glandulae suprarenalis)	109	13.5	Brustfell (Pleura)	145
11.7	Inselorgan des Pankreas (Insulae pancreaticae, Langerhans-Inseln)	109	13.6	Lunge der Vögel	145
11.8	Disseminiertes endokrines System des Verdauungsapparates	110	14	Harnsystem (Systema urinarium)	151
12	Verdauungsapparat (Systema digestorium)	115	14.1	Niere (Ren)	151
12.1	Mundhöhle (Cavum oris)	115	14.1.1	Nephron	152
12.1.1	Lippen und Wangen (Labia oris und Buccae)	115	14.1.2	Tubulusapparat	153
12.1.2	Gaumen (Palatum)	115	14.1.3	Sammelrohrsystem (Tubulus renalis colligens)	154
12.1.3	Zunge (Lingua)	116	14.1.4	Juxtaglomerulärer Apparat (Complexus iuxtglomerularis)	155
12.1.4	Speicheldrüsen (Glandulae salivariae)	116	14.2	Ableitende Harnwege	155
12.1.5	Zähne (Dentes)	117	14.2.1	Nierenbecken (Pelvis renalis)	155
12.1.6	Schlund (Pharynx)	118	14.2.2	Harnleiter (Ureter)	155
12.2	Rumpfdarm	118	14.2.3	Harnblase (Vesica urinaria)	156
12.2.1	Allgemeiner Bauplan des Rumpfdarmes	118	14.2.4	Harnröhre (Urethra)	156
12.2.2	Speiseröhre (Ösophagus)	119	14.3	Niere der Vögel	156
12.2.3	Magen (Ventriculus, Gaster)	120	15	Männliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia masculina)	161
12.2.4	Dünndarm (Intestinum tenue)	122	15.1	Hoden (Testis)	161
12.2.5	Dickdarm (Intestinum crassum)	124	15.1.1	Intertubuläre Areale	161
12.2.6	Leber (Hepar)	124	15.1.2	Sertoli-Zellen (Epitheliocytis sustentantes)	161
12.2.7	Gallenblase (Vesica biliaris, Vesica fellea)	126	15.2	Keimzellen und Spermatogenese	162
12.2.8	Bauchspeicheldrüse (Pancreas)	126	15.2.1	Spermatozytogenese	163
12.2.9	Ösophagus der Vögel	126	15.2.2	Meiose	163
12.2.10	Drüsenmagen der Vögel (Proventriculus, Pars glandularis)	127	15.2.3	Spermiogenese	164
12.2.11	Muskelmagen der Vögel (Ventriculus, Pars muscularis)	127	15.2.4	Membrana propria	165
13	Atmungsapparat (Systema respiratorium)	141	15.2.5	Intratestikuläre samenleitende Wege	165
13.1	Nasenhöhle (Cavum nasi) und Nasenrachenraum	141	15.3	Nebenhoden (Epididymis)	166
13.1.1	Nasenvorhof (Vestibulum nasi)	141	15.3.1	Ductuli efferentes	166
13.1.2	Regio respiratoria	141	15.3.2	Nebenhodenkanal (Ductus epididymidis)	166
13.1.3	Regio olfactoria	141	15.3.3	Samenleiter (Ductus deferens)	166
13.1.4	Rachen (Pharynx)	141	15.4	Akzessorische Geschlechtsdrüsen (Glandulae genitales accessoriae)	166
			15.4.1	Samenblasendrüse (Bläschendrüse, Glandula vesicularis)	167
			15.4.2	Prostata (Vorsteherdrüse, Glandula prostatica)	167
			15.4.3	Harnröhrenzwiebelrüse (Glandula bulbourethralis)	167
			15.5	Penis (männliches Glied)	167
			15.6	Hoden der Vögel	168

16	Weibliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia feminina)	177			
16.1	Ovar (Ovarium)	177			
16.1.1	Merkmale der Follikelreifungsstadien	177			
16.2	Eileiter (Tuba uterina, Salpinx)	180			
16.3	Gebärmutter (Uterus)	180			
16.3.1	Gebärmutterhals (Cervix uteri)	181			
16.4	Scheide (Vagina)	181			
16.4.1	Scheidenvorhof (Vestibulum vaginae) und Scham (Vulva)	181			
16.5	Ovar der Vögel	181			
17	Haut und Anhangsorgane (Integumentum)	191			
17.1	Integumentum commune	191			
17.1.1	Oberhaut (Epidermis)	191			
17.1.2	Lederhaut (Dermis, Corium)	192			
17.1.3	Unterhaut (Subcutis, Tela subcutanea) ...	193			
17.2	Anhangsorgane der Haut	193			
17.2.1	Haare (Pili)	193			
17.2.2	Zehenendorgane	195			
17.2.3	Hörner (Cornua)	196			
17.2.4	Hautdrüsen (Glandulae cutis)	196			
18	Sinnesorgane (Receptores sensorii et Organa sensuum)	207			
18.1	Organe der Oberflächen- und Tiefensensibilität	207			
18.1.1	Oberflächensensibilität (Hautsinne)	207			
18.1.2	Tiefensensibilität (Propriorezeptoren)	209			
18.1.3	Organe der Eingeweidesensibilität (Viszerorezeptoren)	210			
18.2	Geschmacksorgan (Organum gustus) ..	210			
18.2.1	Aufbau der Geschmacksknospen (Caliculi gustatorii)	210			
18.3	Geruchsorgan (Organum olfactus)	211			
18.3.1	Aufbau des Riechepithels	212			
18.4	Organum vomeronasale (Jacobson Organ)	213			
18.5	Auge (Oculus)	213			
18.5.1	Augapfel (Bulbus oculi)	213			
18.5.2	Schutz- und Hilfseinrichtungen des Auges (Organa oculi accessoria)	218			
18.5.3	Auge der Vögel	219			
18.6	Gleichgewichts- und Hörorgan (Organum vestibulocochleare)	219			
18.6.1	Hörorgan	219			
19	Nervensystem (Systema nervosum) ..	231			
19.1	Zentrales Nervensystem	231			
19.1.1	Endhirn (Großhirn, Telencephalon, Cerebrum)	231			
19.1.2	Zwischenhirn (Diencephalon)	236			
19.1.3	Kleinhirn (Cerebellum)	237			
19.1.4	Rückenmark (Medulla spinalis)	238			
19.1.5	Hüllen von Gehirn und Rückenmark (Meningen)	241			
19.2	Vegetatives (autonomes) Nervensystem	242			
19.2.1	Enterisches (intramurales) Nervensystem ..	243			
19.3	Gehirn der Vögel	243			

Anhang

Abbildungsnachweise	252
Autoren	253
Sachverzeichnis	254

Vorwort

Die erfolgreiche Ausübung des tierärztlichen Berufes erfordert wissenschaftliche Kenntnisse, technisches Geschick und eine positive Einstellung zum Tier. Um das erforderliche Wissen im Studium zu erreichen, gibt es eine große Zahl unterschiedlicher Lehrmittel. Trotz der zunehmenden Bedeutung von digitalen Medien nimmt das klassische Lehrbuch immer noch einen herausragenden Platz ein.

Die bewährten umfangreichen deutschsprachigen Lehrbücher der Histologie weisen allerdings einen enzyklopädischen Ansatz auf und enthalten Informationen, die weit über das prüfungsrelevante Wissen hinausgehen. Das Fehlen einer kompakten, verständlichen Zusammenfassung des aktuellen histologischen und mikroskopisch-anatomischen Lehrstoffes in der Tiermedizin wurde schon von meinen Vorgängern am Lehrstuhl, Professor Hugo Grau und Professor Peter Walter, moniert. Sie hatten mit ihrem Buch „Grundriss der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haussäugetiere“, erschienen 1967 bei Paul Parey, Berlin und Hamburg, diese Lücke erfolgreich gefüllt. Wie damals fehlt auch jetzt eine aktuelle Kurzfassung des histologischen und mikroskopisch-anatomischen Lehrstoffes in der Tiermedizin, die einerseits dem schmalen Zeitkontingent für diese Fächer im Stundenplan gerecht wird aber andererseits auch die grundlegend neuen Erkenntnis in den letzten Jahren in der Histologie berücksichtigt. Dabei war der Leitgedanke, den aktuellen Wissensstoff in knapper und verständlicher Form darzubieten, ohne bei Einzelthemen eine zu sehr in die Breite gehende Erörterung wissenschaftlicher Einzelfragen zu geben. Dafür sind die vielfältigen Möglichkeiten der digitalen Medien sicher besser geeignet. Vielmehr soll unser Buch eine solide Grundlage des histologischen Wissens liefern, bei den histologischen

Praktika helfen und der gezielten und effektiven Prüfungsvorbereitung dienen. Dazu wurde unser Bildatlas „Histologie Kurs“ (erstmalig erschienen 2011) um das Kapitel „Zelle und Zellteilung“ ergänzt und den einzelnen Geweben und Organen eine solide aber prägnante Besprechung ihrer histologischen und mikroskopisch-anatomischen Strukturen vorangestellt. Der Text wird durch mehr als 300 farbige Abbildungen, in denen die an deutschen tiermedizinischen Bildungsstätten traditionellerweise abgehandelten Präparate gezeigt werden, und zahlreiche Grafiken, die von der Akademischen Zeichnerin, Frau Barbara Ruppel angefertigt wurden, ergänzt.

Unser Buch kann selbstverständlich nicht den Vorlesungsbesuch und das Arbeiten mit dem Mikroskop ersetzen, vielmehr soll es den Studierenden beim sicheren Auffinden und Erkennen der wichtigsten Strukturen in den normalen, gesunden Geweben und Organen von Hausstieren helfen und damit auch eine solide Grundlage für das spätere Studium der Pathologie liefern.

Zur Erstellung der in unserem Buch vorgestellten Präparate haben an meinem ehemaligen Lehrstuhl Frau Charlotte Zahn, Frau Monica Settles, Frau Gabi Rußmeier, Frau Wiebke Scholz und Frau Christine Neumüller wesentlich beigetragen. Unser Dank gilt schließlich auch im besonderen Maße der Schlüterschen Verlagsgesellschaft. Frau Sabine Poppe und Frau Dr. Simone Bellair danken wir für ihr engagiertes Bemühen um die Planung und Fertigstellung des vorliegenden Buches.

München, im Sommer 2019

Fred Sinowatz und Daniela Rodler



I Histologische Technik

1	Grundlagen zur histologischen Technik	3
1.1	Einleitung	3
1.2	Fixierung	3
1.3	Einbettung	3
1.4	Schneiden des Präparatblocks	5
1.5	Färben der Schnitte	5
1.6	Wichtige Färbeverfahren	5
1.7	Einschluss der histologischen Präparate	7
1.8	Histochemie	7
1.9	Immunhistochemische Methoden	9
1.10	Grundzüge der Gewebspräparation für die Elektronenmikroskopie	9

1 Grundlagen zur histologischen Technik

1.1 Einleitung

Die Kenntnis der grundlegenden Prinzipien von häufig verwendeten Techniken ist für das Verständnis der histologischen Grundlagen von großer Bedeutung. Es soll daher vor der Besprechung der Zellen und Gewebe kurz auf wichtige Methoden der Histologie und Zytologie eingegangen werden.

Nur wenige Zellen und Gewebe können ohne Weiteres im lebenden Zustand untersucht werden. In der Regel setzt die mikroskopische Untersuchung eine längere Vorbehandlung der entnommenen Zell- und Gewebeproben voraus. Im Prinzip läuft sie in folgenden wesentlichen Schritten ab (► Abb. 1-1):

- Fixierung
- Einbetten
- Schneiden
- Färben der Schnitte
- Einschließen der histologischen Präparate

1.2 Fixierung

Durch Fixierung (Haltbarmachung) des Gewebes sollen autolytische Vorgänge verhindert und die Zellstruktur in einem möglichst natürlichen Zustand erhalten werden. Darüber hinaus werden durch die meisten Fixierungsmittel auch Bakterien und andere Mikroorganismen abgetötet, die zur Fäulnis und damit gleichfalls zum Gewebsabbau führen würden. Allerdings gelingt eine optimale Erhaltung der zellulären Struktur auch mit den besten Fixierungsmitteln nur zum Teil. Besonders wichtig für den chemisch komplexen Fixierungsvorgang ist die Ausbildung von Querverbindungen zwischen den Eiweißmolekülen (Eiweißfällung). Einige der am häufigsten verwendeten Fixierungsmittel, wie Formaldehyd und Glutaraldehyd, bewirken eine besonders ausgeprägte Proteinvernetzung, indem das Fixierungsmittel Methylen-Brücken zwischen einzelnen Proteinmolekülen bildet. Bei guter Fixierung enthält das resultierende Proteingel alle Strukturen in der Beziehung, wie sie auch in der lebenden Zelle vorliegen. Das Erscheinungsbild (Äquivalentbild) einer fixierten Zelle stimmt dann gut mit dem lebender Zellen überein. Durch die Eiweißfällung erhält das Gewebe eine fest-elastische Konsistenz, die auch für das spätere Schneiden mit dem Mikrotom wichtig ist.

Bei der üblichen histologischen Routinetechnik erfolgt die Fixierung durch Einbringen einer kleinen Gewebeprobe (Kantenlänge einige mm) in wässriges Formol (4–10%) oder in eines der gebräuchlichen Fixierungsgemische, z. B. Bouin-Lösung (Immersionsfixierung). Zur Entnahme des Gewebes sollten dabei Rasierklingen oder ein scharfes Skalpell benutzt werden, um eine mechanische Schädigung der Proben zu vermeiden. Die Fixierung kann aber auch mittels Durchspülen des zu fixierenden Organs bzw. des ganzen, anästhesierten Versuchstiers über das Gefäßsystem (Perfusionsfixierung) erfolgen. Die Perfusionsfixierung wirkt schnell und gleichmäßig und wird vor allem für Zwecke, bei denen eine optimale Strukturhaltung notwendig ist, z. B. bei der Elektronenmikroskopie, in großem Umfang eingesetzt. Bei den üblichen Routineverfahren wird das Fixierungsmittel nach geeigneter Einwirkungsdauer mittels fließender Wässerung bzw. durch Einbringen in Pufferlösungen wieder ausgewaschen. Nach Fixierung mit Bouin-Lösung wird das Fixierungsgemisch durch Überführen in 70%igen Alkohol entfernt. Die Fixierung kann zur Bildung von Strukturen im Gewebe führen, die in den lebenden Zellen nicht vorkommen. Solche Veränderungen werden als Fixierungsartefakte bezeichnet.

1.3 Einbettung

Zur Vorbereitung für die Einbettung wird die Gewebeprobe durch eine Alkoholreihe von zunehmender Konzentration geführt und dabei schrittweise entwässert (Dehydrierung). Nach Behandlung mit geeigneten Zwischenflüssigkeiten (Intermedien), z. B. Xylol, die sowohl mit Alkohol als auch mit dem Einbettungsmedium mischbar sind und durch die der Alkohol aus dem Gewebe verdrängt wird, kann das Präparat mit einem Einbettungsmedium durchtränkt werden. Am häufigsten verwendet man dazu auf 60 °C erhitztes Paraffin. Beim Auskühlen erstarrt das Paraffin und formt zusammen mit der eingebetteten Gewebeprobe einen Präparatblock, der dann geschnitten werden kann. Eine Paraffineinbettung dauert bei einer mittelgroßen Probe etwa einen Tag. Bei anderen Verfahren, z. B. bei der Celloidineinbettung (die für bestimmte Organe, wie das Auge, besonders geeignet ist) kann der Einbettungsvorgang einen Zeitraum von mehreren Wochen in Anspruch nehmen.

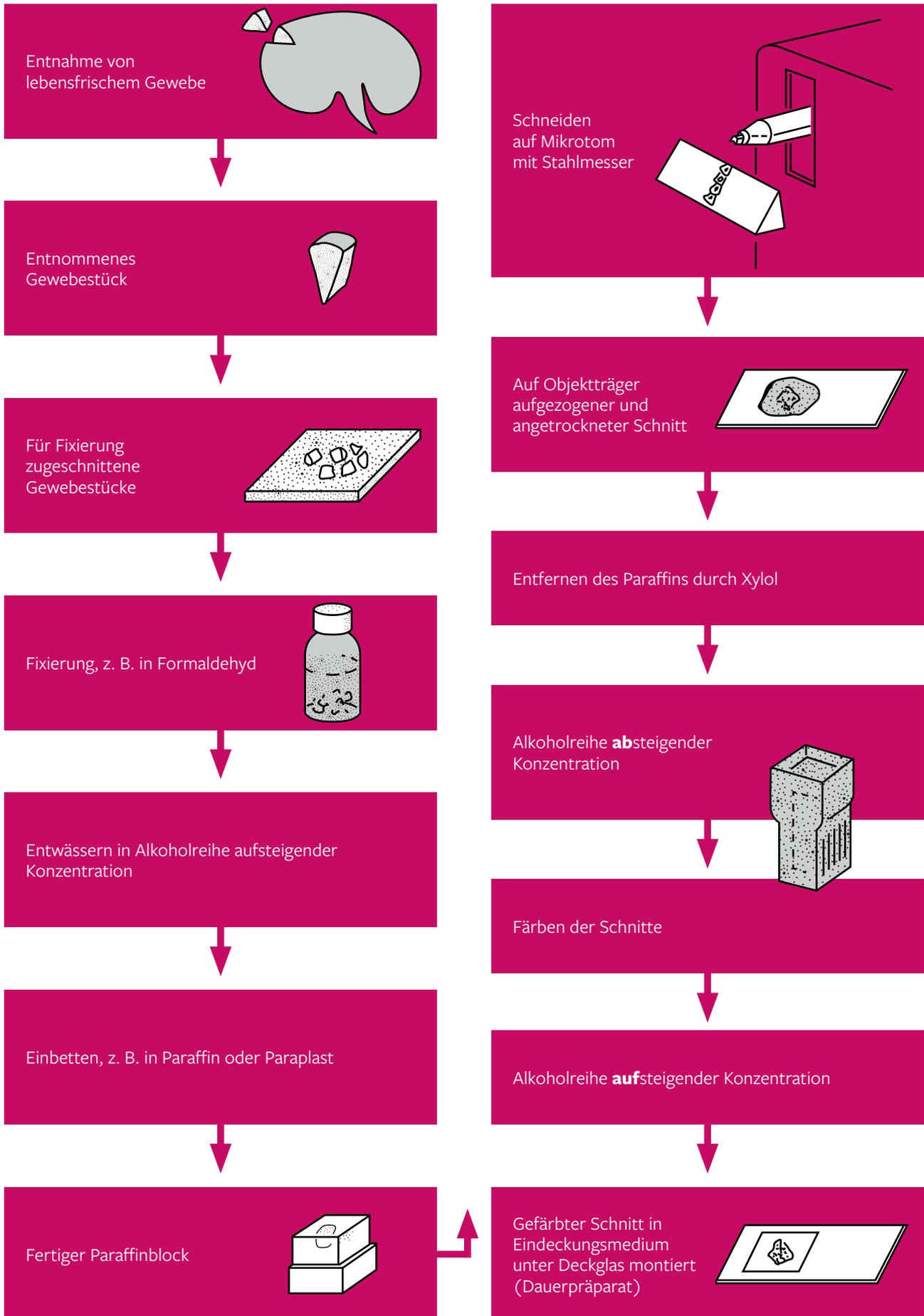


Abb. 1-1 Präparative Schritte bei der Herstellung eines histologischen Präparates für die konventionelle Lichtmikroskopie.

1.4 Schneiden des Präparatblocks

Das Schneiden der eingebetteten Präparate erfolgt mit einem speziellen Instrument, dem Mikrotom (Rotations- oder Schlittenmikrotom). Damit werden z. B. aus in Paraffin eingebettetem Material 5–10 µm dicke Schnitte hergestellt und auf entfettete Glasobjektträger aufgezogen.

Nicht eingebettete Präparate können nach Schockgefrierung (z. B. in mit flüssigem Stickstoff gekühltem Isopentan) mit einem Gefriermikrotom oder mittels eines Kryostats (Mikrotom in einer Kühlkammer) geschnitten werden. Das schnelle Einfrieren verhindert die Bildung von Eiskristallen, die sonst zu Artefakten im Gewebe führen würden. Gefrierschnitte werden für bestimmte histochemische Verfahren (z. B. histochemische Lipid- oder Enzymnachweise, bei denen die Gefahr besteht, dass durch den Einbettungsvorgang die nachzuweisenden Substanzen herausgelöst werden) und als Schnellschnittmethode bei Operationen verwendet. Dabei kann noch während einer Operation entschieden werden, ob es sich bei der entnommenen Probe um gutartiges oder maligne entartetes Gewebe handelt. Das Ergebnis liegt vor, während sich der Patient noch in Narkose befindet und der Chirurg kann sofort über das weitere Vorgehen entscheiden.

Eine besonders schonende Methode ist die Gefrier-trocknung. Diese Technik umfasst das Schockfrieren der Gewebeprobe und seine anschließend langsame Entwässerung bei niedriger Temperatur im Vakuum. Durch dieses Vorgehen werden nur wenige Substanzen extrahiert und die Strukturveränderungen sind gering. Da bei dieser Methode die Aktivität von Enzymen kaum verändert wird, wird sie bei enzymhistochemischen Untersuchungen eingesetzt.

1.5 Färben der Schnitte

Für lichtmikroskopische Untersuchungen folgt dem Schneiden der Präparate die Entfernung des Einbettungsmittels und das Färben der Schnitte. Die Anzahl der verschiedenen Färbeverfahren für Zellen und Gewebe ist außerordentlich groß. Eine Zusammenstellung einiger wichtiger Färbungen ist in ► Tabelle 1-1 vorgenommen. Durch unterschiedli-

che Anfärbung entstehen im Gewebe Kontraste, durch die bestimmte Strukturen besonders hervorgehoben werden. Viele Standardmethoden der Histologie verwenden dazu eine Färbung mit je einem sauren und einem basischen Farbstoff. Freie basische Gruppen des Gewebes haben eine Affinität zu sauer reagierenden Farbstoffen (Azidophilie der Struktur), während saure Gruppen im Gewebe basisch reagierende Farbstoffe binden (Basophilie). Am häufigsten wird für routinemäßige Untersuchungen die Hämatoxylin-Eosin-Färbung verwendet. Durch den basischen Farbstoff Hämatoxylin werden die Zellkerne blau, durch den sauren Farbstoff Eosin das Zytoplasma der Zellen in einem roten Farbton angefärbt.

Daneben ist es möglich, durch spezifische Farbstoffe und Techniken selektiv bestimmte Zellen und Gewebsstrukturen anzufärben. Bei bestimmten Farbstoffen färbt sich die Gewebsstruktur in einem anderen Farbton als sie der Farbstoff selbst aufweist. Eine solche Farbveränderung wird als Metachromasie bezeichnet (griechisch: meta = nach, zwischen; chroma = Farbe). Wichtige metachromatisch wirkende Farbstoffe sind die Thiazinfarbstoffe Toluidinblau und Thionin. Typisch metachromatisch verhalten sich beispielsweise die Granula der Mastzellen, die Heparin, ein stark saures sulfatiertes Glukosaminoglykan, enthalten. Die Metachromasie dürfte allgemein auf das Vorkommen von dicht benachbarten und in großer Zahl vorliegenden sauren Gruppen in den organischen Molekülen zurückzuführen sein.

1.6 Wichtige Färbeverfahren

1.6.1 Alcianblau-Färbung

Alcianblau-Färbung wird zur selektiven Färbung von sauren Glykosaminoglykanen verwendet, wie sie z. B. bei Muzinen oder in der Knorpelgrundsubstanz vorkommen. Bei pH 1,0 werden bevorzugt Karboxylgruppen enthaltende Glykosaminoglykane angefärbt, bei pH 2,5 solche, die Sulfatgruppen aufweisen. Diese Strukturen färben sich blau an. Die Zellkerne können mit Kernechtrot gegengefärbt werden. In der Kombination mit der PAS-Reaktion (Perjodsäure-Schiff-

Tabelle 1-1 Resultate einiger wichtiger histologischer Färbungen

	Zellkerne	Zytoplasma	Bindegewebsfasern			Hyaliner Knorpel	Muskelzellen
			elastische	kollagene	retikuläre		
Azan	rot	blassrot bis blassblau	orange	blau	blau	blassblau	rot
Goldner	braun-schwarz	orange bis rot	–	grün	–	–	blassrot
Hämatoxylin-Eosin (HE)	blau	blassrot	rosa	rot	–	blassblau bis violett	dunkelrot
van Gieson	braun bis schwarz	gelblich braun	gelb	rot	–	rot	rot

Reaktion) ist eine gleichzeitige Darstellung von sauren und neutralen Glykosaminoglykanen möglich.

1.6.2 Eisenhämatoxylin-Färbung

Diese Färbung eignet sich gut zur Darstellung von Zellkernen und wird sowohl allein als auch in Kombination mit anderen Farbstoffen (z.B. bei Trichromfärbungen) eingesetzt. Weiter färben sich die Myofibrillen, Zentrosomen und der Spindelapparat bei der Mitose an.

1.6.3 Feulgen-Reaktion

Sie dient dem spezifischen Nachweis von DNA. Durch vorangehende milde saure Hydrolyse (mit 1 n HCl) lösen sich die Purinbasen (Adenin und Guanin) von der DNA ab und freie Aldehydgruppen werden gebildet. Durch die anschließende Zugabe des Schiff-Reagenz (enthält in schwefeliger Säure gelöstes Fuchsin) mit benachbarten freien Aldehydgruppen entsteht ein roter Farbstoff. Mit der Feulgen-Reaktion kann auch zwischen DNA (Rotfärbung) und RNA (keine Färbung bei der Reaktion) unterschieden werden.

1.6.4 Hämatoxylin-Eosin (HE)-Färbung

Dies ist das häufigste Standardverfahren in der Histologie und wurde auch bei den Kurspräparaten, die in diesem Buch gezeigt werden, am häufigsten verwendet. Hämatoxylin ist eine Substanz, die aus dem Blauholzbaum gewonnen wird. Um färbende Eigenschaft zu entwickeln, muss sie durch Zugabe von Alaun zu Hämalaun (basischer Hämateinlack) aufbereitet werden. Hämalaun färbt alle sauren (basophilen) Strukturen blau, insbesondere Zellkerne mit der darin enthaltenen Desoxyribonukleinsäure (DNA) und das mit Ribosomen besetzte raue endoplasmatische Retikulum (rER). Als zweiter Farbstoff wird Eosin, ein der Fluoreszenzgruppe zugehöriger gelb-grüner Farbstoff, verwendet. Er färbt die basischen Anteile im Zytoplasma, aber auch die Interzellulärsubstanz rot an.

1.6.5 Imprägnation mit Metallsalzen

Diese Technik wird vor allem zur Darstellung von fibrillären Strukturen (z.B. retikuläre Fasern, Neurofibrillen) herangezogen. Häufig verwendet man dazu Silbersalze (Silbernitrat, Silberkarbonat) aber auch andere Metallsalze, wie Goldchlorid oder Osmiumtetroxid. Das Gewebe wird dabei zuerst mit einem Oxidationsmittel vorbehandelt. Die anschließende Inkubation mit Metallsalzlösungen führt zu feinen Niederschlägen auf der Oberfläche der Fibrillen. Durch anschließendes Einbringen in Reduktionsmittel kommt es zur Präzipitation feiner Metallsalzniederschläge und zur charakteristischen Faserdarstellung.

Häufiger angewandte Imprägnationsmethoden sind die Versilberung nach Bielschowsky zur Darstellung von Neu-

rofibrillen, die Versilberung nach Gomori zur Darstellung von retikulären Fasern und Neurofibrillen, die Goldsublimatmethode nach Cajal und die Osmiumimprägnation zur Darstellung der Myelinscheide in markhaltigen Nervenfasern. Mit der komplizierten Bodianfärbung erscheinen die imprägnierten Neurofibrillen in tiefschwarzer Farbe.

1.6.6 Pappenheimfärbung, May-Grünwald, Giemsa- und Diff-Quickfärbung

Diese Techniken dienen der Anfärbung der Zellen in einem Blutaussstrich zur Auswertung eines differenziellen Blutbildes. Die Pappenheimfärbung ist eine Kombination der May-Grünwald- und der Giemsa-Färbung. In der Regel ergibt die Pappenheim-Färbung die am besten gefärbten Blutbilder. Unter anderem werden dabei saure Farbstoffe, z.B. das Eosin, und basische Farbstoffe, z.B. das Methyleneblau, verwendet. Die unterschiedliche Anfärbung der einzelnen Blutzellen beruht dabei auf dem färbischen Verhalten der verschiedenen Zellbestandteile, vor allem der Granula der Granulozyten gegenüber den Farbstoffen.

1.6.7 Diff-Quick®

Dies ist eine Schnellfärbemethode, die sich besonders zur Beurteilung des weißen Blutbildes eignet. Für ein komplettes Differentialblutbild ist aber die Methode nach Pappenheim zu empfehlen.

1.6.8 Perjodsäure-Schiff-Reaktion (Periodic-Acid-Schiff Reaction, PAS-Reaktion)

Sie dient dem Nachweis von Glykogen und Glykoproteinen (neutrale Glykokonjugate ohne Karboxyl- und Sulfatgruppen). Durch milde Hydrolyse werden benachbarte OH-Gruppen der Zucker in Aldehydgruppen umgewandelt.

1.6.9 Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot-Färbung nach Weigert

Mit Hilfe des in Überschuss angebotenen, positiv geladenen Farbstoffes Resorcin-Fuchsin können elastische Fasern selektiv gefärbt werden. Durch Grenzflächen-Adsorption lagert sich der positiv geladene Farbstoff elektropolar der negativ geladenen Hüllschicht der elastischen Fasern (Elastomucin) an. Eine Darstellung der elastischen Fasern ist auch mit Orcein möglich.

1.6.10 Toluidinblau-Färbung

Damit können gut basophile Zellbestandteile und osmio-phile Strukturen, wie die Myelinscheiden markhaltiger

Nerven, angefärbt werden. Toluidinblau wird auch zur routinemäßigen Färbung von Semidünnschnitten aus Epon oder Metacrylat verwendet.

1.6.11 Trichrom-Färbungen

Durch die Färbung mit drei verschiedenen Farbstoffen (die dabei am häufigsten verwendeten Farbstoffe sind Eisenhämatoxylin, Säurefuchsin, Orange G, Anilinblau und Lichtgrün) lassen sich Bindegewebe und Muskulatur, die sich bei der HE-Färbung eosinophil verhalten, gut unterscheiden. Als Differenzierungsmittel dienen unter anderem Phosphormolybdänsäure oder Phosphorwolframsäure. Da diese Technik aufwendiger ist als die HE-Färbung, eignet sie sich eher für die Herstellung von Unterrichtspräparaten als für die Routinediagnostik. Bei der Trichromfärbung nach Masson-Goldner werden zunächst die Zellkerne mit Eisenhämatoxylin schwarz-braun gefärbt, das Zytoplasma mit Säurefuchsin-Ponceau rot und die Kollagenfasern mit Lichtgrün türkisgrün dargestellt. Weitere Trichromfärbungen sind die van-Gieson-Färbung, bei der sich die Zellkerne schwarz, die Muskulatur gelb und das Bindegewebe rot anfärben, und die Mallory Färbung.

1.7 Einschluss der histologischen Präparate

An die Färbung schließt sich eine Entwässerung der Schnitte über eine aufsteigende Alkoholreihe an. Nach Einbringen in Xylol werden die Präparate mit einem durchsichtigen Einschlussmedium (Kanadabalsam, DePeX, Eukitt) und einem dünnen Deckglas bedeckt und dadurch für lange Zeit haltbar gemacht. Bei Gefrierschnitten werden mit Wasser mischbare Medien wie Glycerin-Gelatine verwendet.

1.8 Histochemie

Eine wesentliche Erweiterung der klassischen Histologie stellen histochemische und zytochemische Techniken dar. Sie haben den chemischen „In-situ“-Nachweis von Substanzen in Zellen und Geweben unter weitgehender Wahrung der mikro-anatomischen Verhältnisse zum Ziel (Histotopochemie). Durch histochemische Methoden kann eine Beziehung zwischen der Struktur und den sich dort abspielenden molekularen Vorgängen hergestellt werden. Ein wesentliches Charakteristikum der Histochemie, das sie von der Biochemie unterscheidet, ist, dass die zu untersuchenden Substanzen ortstreu in den Zellen bzw. im Gewebe erhalten bleiben. Die Substanz- bzw. Aktivitätsnachweise werden aber dann – wie in der Biochemie – auf der Grundlage von chemischen oder physikalischen Verfahren durchgeführt. Aus der Vielzahl der verschiedenen Methoden sollen im folgenden einige repräsentative Beispiele für zyto- und histochemische Nachweise näher ausgeführt werden.

1.8.1 Histochemischer Nachweis von Ionen

Eine zytochemische Darstellung gelingt nur für gebundene Ionen. Zum Nachweis von Verbindungen, die dreiwertiges Eisen enthalten, werden die Schnitte zunächst in eine 10%ige Ammoniumsulfidlösung eingebracht. Dann werden sie in eine frisch hergestellte Mischung aus Kaliumferrocyanid-Lösung und Salzsäure überführt. Durch Ammoniumsulfid werden dreiwertige Eisenverbindungen in Schwefeleisen überführt. Dieses ergibt dann mit den folgenden Lösungen ein leuchtend blaues Pigment („Turnbullblau“). Die Reaktion ist in Geweben, die Hämoglobin abbauen, positiv. In der Pathologie wird sie zum Nachweis von krankhaft vermehrten Eisenablagerungen im Gewebe verwendet.

1.8.2 Phosphationen

Diese können mit Silbernitrat nachgewiesen werden. Das bei dieser Reaktion entstehende Silberphosphat wird anschließend durch Hydrochinon zu metallischem, schwarzen Silber reduziert. Mit diesem Verfahren können beispielsweise Ossifikationsprozesse studiert werden, da Knochengewebe in großer Menge Phosphationen (vor allem Kalziumphosphat) enthält.

1.8.3 Histochemischer Nachweis von Kohlenhydraten

Ein wichtiges Verfahren zum Nachweis von kohlenhydrathaltigen Makromolekülen wie Glykogen und Glykoproteinen ist die Perjodsäure-Schiff-Reaktion (PAS-Reaktion). Ihr liegt folgendes Prinzip zugrunde: Durch Perjodsäure (HJO_4) werden freie Hydroxylgruppen benachbarter Kohlenstoffatome zu Aldehydgruppen oxidiert. Gleichzeitig wird die 2,3-Bindung zwischen den Kohlenstoffatomen gespalten. Die entstehenden Aldehydgruppen reagieren mit dem Schiff-Reagenz (farblose fuchsin-schwefelige Säure) und ergeben ein stabiles, rotes Reaktionsprodukt. Mit der PAS-Reaktion werden letztlich benachbarte OH-Gruppen nachgewiesen. Solche kommen aber außer in Kohlenhydraten z. B. auch in Lipiden vor. Deswegen muss durch entsprechende Zusatzreaktionen geklärt werden, worauf im Einzelfall die positive Reaktion zurückzuführen ist. So kann beispielsweise durch die Vorbehandlung eines Kontrollpräparats mit dem Enzym Amylase (das spezifisch Glykogen spaltet) geklärt werden, ob durch die PAS-Färbung Glykogen dargestellt wurde. Nur solche Strukturen, die sich bei der PAS-Reaktion deutlich färben, nach Vorbehandlung mit Amylase aber keine Reaktion ergeben, können als Glykogen angesprochen werden. PAS-positiv reagieren auch neutrale Glykoproteine und viele Proteoglykane. Diese Substanzen werden durch glykogenspaltende Enzyme nicht verändert. Sie reagieren daher nach der Enzymvorbehandlung bei der PAS-Reaktion unverändert positiv.



II Mikroskopische Analyse

2	Grundlagen der Mikroskopie	13
2.1	Auflösungsvermögen und Vergrößerung	13
2.2	Beleuchtungssystem	13
2.3	Abbildungssystem	14
2.4	Bedienung des Mikroskopes	14
2.5	Praktische Anleitung zum Mikroskopieren	14
2.6	Funktionsstörungen des Mikroskopes	15
2.7	Anleitung zum Zeichnen	15

2 Grundlagen der Mikroskopie

2.1 Auflösungsvermögen und Vergrößerung

Die Untersuchung histologischer und zytologischer Präparate erfolgt mit einem Mikroskop. Licht- und Elektronenmikroskope vergrößern mittels optischer bzw. elektromagnetischer Linsen und machen kleine Objektdetails sichtbar, deren Größe weit unter dem normalen Auflösungsvermögen des menschlichen Auges liegt. Entscheidend für die mikroskopische Beobachtung ist das Auflösungsvermögen des verwendeten Geräts. Dieses ist definiert durch den Abstand von zwei Struktureinheiten, die gerade noch getrennt gesehen bzw. abgebildet werden können. Je kleiner dieser Abstand ist, desto besser ist das Auflösungsvermögen.

Das Auflösungsvermögen des unbewaffneten menschlichen Auges liegt bei 70–80 μm . Im normalen Lichtmikroskop (► Abb. 2-1) erreicht man ein Auflösungsvermögen von etwa 0,5 μm und bei Verwendung einer Ölimmersion von bis zu 0,25 μm . Das Elektronenmikroskop erlaubt gegenüber dem Lichtmikroskop noch eine etwa 1000-fache Erhöhung des Auflösungsvermögens (0,3 nm).

Das Auflösungsvermögen eines Mikroskops ist abhängig von der Wellenlänge des verwendeten Lichtes und der numerischen Apertur (NA) des Objektivs. Die numerische Apertur ist das Produkt aus Brechungsindex (n) des Mediums zwischen Deckglas des Präparates und Frontlinse des Objektivs und dem Sinus des halben Öffnungswinkels des Objektivs α .

$$NA = n \times \sin \alpha$$

Sie drückt die Größe des Lichtkegels aus, der vom Objektiv nach dem Durchgang durch das Objekt aufgenommen wird. Der Brechungsindex eines Mediums entspricht dem Verhältnis der Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum zu der im betreffenden Medium.

Das Auflösungsvermögen (R) eines Mikroskops bestimmt die resultierende Bildqualität. Es lässt sich definieren als:

$$R = \frac{K \times \lambda}{NA}$$

wobei K eine Konstante von 0,61 und λ die Wellenlänge des verwendeten Lichtes darstellen. Aus der Gleichung lässt

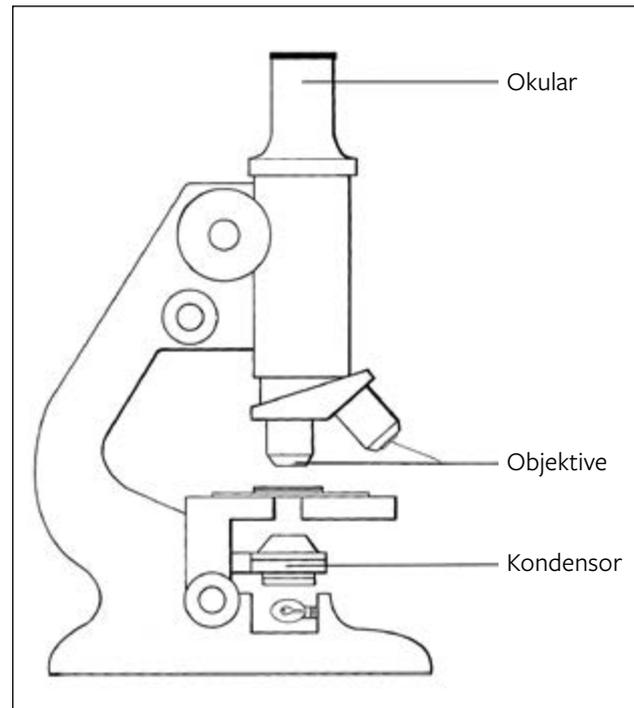


Abb. 2-1 Schematische Darstellung eines Lichtmikroskopes

sich entnehmen, dass das Auflösungsvermögen umso besser wird, je kleiner die Wellenlänge des Lichtes ist. Andererseits verhält sich das Auflösungsvermögen umgekehrt proportional zur numerischen Apertur. Das heißt, dass die Auflösung R umso besser wird, je größer die numerische Apertur ist. Bei Trockenobjektiven (zwischen Präparat und Frontlinse des Objektivs befindet sich Luft) kann die numerische Apertur maximal 0,95 betragen ($\sin \alpha$ kann 1,0 nicht erreichen; der Brechungsindex der Luft liegt bei 1,0). Nur mit Immersionsobjektiven, bei denen Immersionsöl zwischen Präparat und Frontlinse eingebracht wird, kann man eine höhere numerische Apertur (bis 1,4) und damit eine höhere Auflösung erzielen.

2.2 Beleuchtungssystem

Beim Lichtmikroskop wird als Lichtquelle sichtbares (Wellenlänge 0,4–0,8 μm) oder ultraviolettes Licht (Wellenlänge 0,3–0,4 μm) verwendet. Durch ein System von Linsen (Kondensator) wird dieses Licht gebündelt und in

der Ebene des zu untersuchenden Objektes konzentriert. Die zu betrachtende Objektfläche soll gleichmäßig und optimal ausgeleuchtet sein. Die Apertur des Kondensors kann durch eine Irisblende eingeschränkt werden. Gute Beleuchtungssysteme haben noch eine weitere Blende, die Leuchtfeldblende. Durch sie wird die im Präparat beleuchtete Fläche verkleinert, die Apertur des Kondensors aber nicht beeinflusst. Diese Zusatzeinrichtung ist zur Erreichung eines guten Kontrastes ohne Verlust an Auflösung notwendig (Köhlersche Beleuchtung).

2.3 Abbildungssystem

Die Vergrößerung und Abbildung des Untersuchungsobjektes erfolgt durch ein hintereinander geschaltetes Linsensystem (Objektiv, Okular). Die Gesamtvergrößerung ergibt sich aus dem Produkt von Okular- und Objektivvergrößerung.

Objektive gibt es mit verschiedenen Vergrößerungen und Qualitäten. Auf einem Objektiv sind im Allgemeinen die Vergrößerung, der Wert der numerischen Apertur, die Tubuslänge des Mikroskops (meist 160 mm) und die Deckglasdicke, auf die das Objektiv justiert ist, eingraviert.

2.4 Bedienung des Mikroskopes

- 1 Verschaffen Sie sich zunächst einen Überblick über die verschiedenen Bedienelemente des Mikroskops. Probieren Sie vorsichtig die Drehrichtung des Grob- und Feintriebes beim Heben und Senken des Mikroskoptisches.
- 2 Legen Sie den Objektträger mit dem Deckglas nach oben auf den Mikroskoptisch. Heben Sie dann mittels des Grobtriebknopfes den Tisch vorsichtig soweit an, bis Sie ein deutliches Bild des Objekts bekommen. Zu genauen Scharfeinstellung betätigen Sie den Feineinstellknopf.
- 3 Ziehen Sie die Irisblende so weit zu, dass die Öffnung der Irisblende das Blickfeld gerade nicht begrenzt. Wird die Irisblende stärker zugezogen, erhöht sich der Kontrast, die Auflösung nimmt aber ab. Die Beleuchtungsstärke kann durch Drehen des Regelknopfes (in der Regel am Mikroskopfuß) eingestellt werden.
- 4 Man beginnt die Betrachtung des Präparates mit der kleinsten Vergrößerung (meist 4-fache Vergrößerung). Dabei wird der Kondensor nach unten gedreht.
- 5 Das Präparat wird durch die Verschiebung des Kreuztisches komplett durchgemustert.
- 6 Beim Übergang zur nächst höheren Vergrößerung wird das Objektiv durch Drehen des Objektivrevolvers gewechselt. Da die Objektive untereinander abgeglichen sind, braucht man zur erneuten Scharfeinstellung in der Regel nur den Feintrieb betätigen. Bei Verwendung der stärksten Objektive (ab 10:1) wird der Kondensor in die höchste Stellung gebracht. Die

Irisblende muss nach jedem Objektivwechsel neu eingestellt werden.

- 7 Eine Überanstrengung der Augen bei längerem Mikroskopieren kann vermieden werden, indem man mit beiden Augen mikroskopiert und auf Unendlich akkomodiert.

2.5 Praktische Anleitung zum Mikroskopieren

- 1 Zunächst betrachtet man kurz jedes neue Präparat mit dem bloßen Auge, indem man es gegen das Licht hält. Dabei gewinnt man vor allem bei großen Präparaten einen ersten Überblick. Nicht selten kann man dabei schon eine Verdachtsdiagnose stellen.
- 2 Präparat mit dem Deckglas nach oben auf den Mikroskoptisch auflegen. Nach den Beschriftungsschildchen sollte man sich dabei nicht unbedingt orientieren – sie könnten manchmal auch auf der Unterseite aufgeklebt sein. Ein verkehrt herum aufgelegtes Präparat lässt sich nicht scharf stellen. Außerdem kann beim Wechsel zu einem starken Objektiv das Präparat und das Objektiv erheblich beschädigt werden.
- 3 Kondensorblende richtig einstellen. Ständiges Auf- und Zuziehen der Kondensorblende beim Mikroskopieren ist unnötig. Sie brauchen für die Beobachtung von gefärbten Präparaten nur eine mittlere Blendenöffnung (ungefähr zu 2/3 geöffnet). Ein stärkeres Schließen bewirkt eine Pseudoschärfe und erzeugt durch Beugungsbilder Kunstprodukte. Bei ungefärbten Präparaten arbeitet man allerdings mit Verstellen der Kondensorblende.
- 4 Bei der Betrachtung im Mikroskop muss man beachten, dass man ein umgekehrtes Bild erhält.
 - Beginnen Sie stets mit der schwächsten Vergrößerung. Kondensor-Frontlinse (wenn vorhanden) herausklappen. Die meisten der eingesetzten Kursmikroskope besitzen eine bewegliche Kondensorfrontlinse (die erste Linse unter dem Objektisch). Sie muss beim schwächsten Objektiv herausgeklappt werden, damit das Blickfeld gleichmäßig hell und groß genug wird.
 - Durchmustern Sie das ganze Präparat, um einen ersten Überblick zu bekommen. Versuchen Sie dabei schon folgende Punkte zu klären: Natürliche (Epithel-bedeckte) Oberfläche oder künstliche Schnittfläche? Wo liegen eventuell Strukturen, die später näher untersucht werden sollen? Ist eine Organkapsel vorhanden? Organ homogen (z. B. Leber) oder nicht? Liegt ein typischer Schichtenbau vor (Verdauungstrakt, Harnwege, Blutgefäße)? Sind schon bei schwacher Vergrößerung typische Strukturmerkmale zu erkennen (wabiges Aussehen der Lunge; Lymphozytenansammlungen)? Jene

Strukturen, die man genauer untersuchen will, schiebt man in die Mitte des Blickfelds und schaltet dann auf die nächsthöhere, mittlere Vergrößerung.

Bei der Betrachtung bei mittlerer Vergrößerung kann man dann eine genaue Diagnose der freien Oberfläche vornehmen. Epithelart und Epithelgrenzen werden klar erkennbar. Die Diagnose des Schichtenbaues (Schleimhaut, Muskelschichten, Serosa oder Adventitia) kann nun sicher ermittelt werden und organspezifische Besonderheiten (Glomerula der Niere, Hassall-Körperchen des Thymus, Lymphfollikel, Darmzotten, Drüsen) können deutlich erkannt werden.

- Wenn ein bestimmter Ausschnitt des Präparates bei stärkerer Vergrößerung genau durchgemustert wurde, und man eine entfernte andere Stelle des Präparates studieren möchte, geht man in der Regel erst wieder auf eine schwache Vergrößerung zurück. Dies erspart Zeit und man erhält einen besseren Gesamteindruck des Präparates. Beim Mikroskopieren mit mittlerer (Regelvergrößerung zur Organdiagnose) oder starker Vergrößerung muss die Kondensorfrontlinse immer in den Strahlengang geklappt werden.
- Das Mikroskopieren mit starker Vergrößerung benötigt man zum Studium feinerer Details (zytologische Strukturen, Kernstrukturen, Mitosestadien, umschriebene Zellverbände etc.). Besonders wichtig sind starke Vergrößerungen beim Studium von Blutaussstrichen und von zytologischen Präparaten. Beim Wechseln auf starke Objektive besteht die größte Gefahr, ein falsch eingelegtes Präparat (Deckglas nach unten) zu zerstören. Falls man bei nicht genau aufeinander abgestimmten Objektiven im Objektivrevolver (man erreicht beim Wechsel von mittlerer zur starker Vergrößerung keine Scharfstellung durch Drehungen des Feintrieb) sollte man folgendermaßen verfahren: Objektiv unter seitlicher Sichtkontrolle bis dicht auf das Deckglas herunterdrehen, wieder in das Okular sehen und nun mit dem Grobtrieb durch Hochdrehen des Objektives das Präparat scharf stellen.
- Optisches Schichten. Bei der relativen Dicke normaler histologischer Präparate (5–10 µm) und der geringen Schärfentiefe der starken Objektive wird nur eine bestimmte Ebene des Schnittes scharf gesehen. Alles was unter oder über dieser Ebene liegt, erscheint etwas verschwommen. Durch Auf- und Abwärtsdrehen des Objektives mittels des Feintrieb kann man den Schärfereich in höhere und tiefere Schichten des Schnittes verlagern (optisch schichten).

2.6 Funktionsstörungen des Mikroskopes

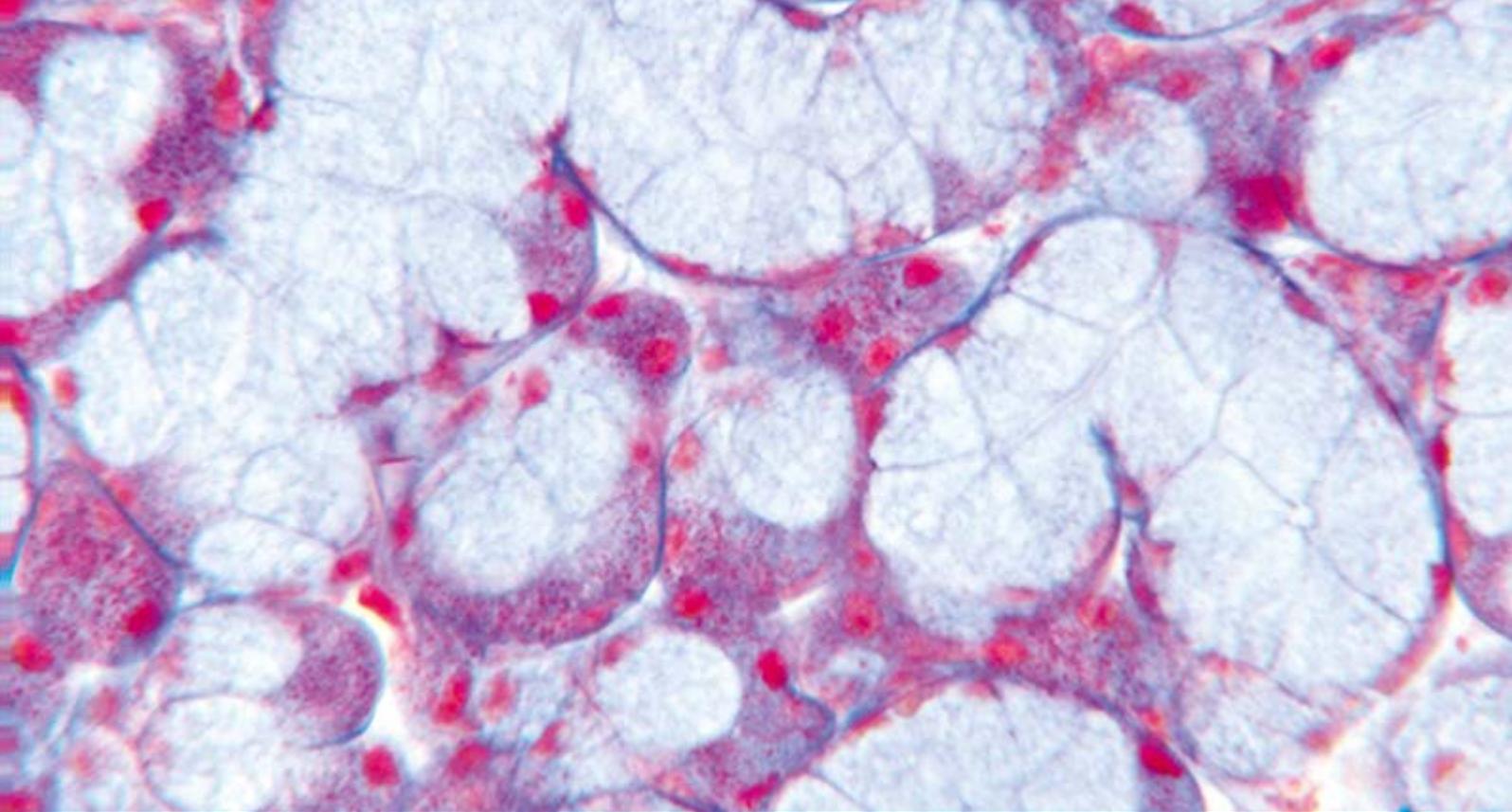
- 1 Kein Scharfstellen möglich:
 - Die häufigste Ursache ist, dass der Objektträger mit dem Deckglas nach unten liegt.
 - Objektträger oder Deckglas sind verchmutzt (Fingerabdrücke!). Vorsicht beim Reinigen, damit sich das Deckglas nicht löst.
 - Das Okular ist verschmutzt.
 - Die äußerste Linse des Objektivs ist verschmutzt. Die Reinigung des Objektivs erfolgt durch die Lehrpersonen. Bei nicht sachgemäßer Reinigung kann der empfindlichste und teuerste Teil des Mikroskops irreversibel beschädigt werden.
- 2 Mikroskoplampe brennt nicht: Bitte an einen Assistenten wenden und die ausgebrannte Birne wechseln lassen.
- 3 Staub ist für die Mikroskope besonders schädlich. Nach Beendigung des Kurses unbedingt die Staubhülle über das Mikroskop stülpen.

2.7 Anleitung zum Zeichnen

Durch das Zeichnen der mikroskopischen Präparate wird das genaue Beobachten, eine wesentliche Voraussetzung für jede medizinische Tätigkeit, sehr gut geübt. Betrachten Sie die Zeichnungen von einem mikroskopischen Präparat auch als ein wichtiges Protokoll dessen, was Sie sehen. Es handelt sich nicht um Schemazeichnungen, wie Sie sie aus Büchern oder aus dem Internet kennen. Wichtiger als die künstlerische Qualität ist der Informationsgehalt. Dazu gehört eine genaue Beschriftung der gezeichneten Strukturen. Notieren Sie auch die histologische Färbemethode und das benutzte Objektiv, das bei Anfertigung der Zeichnung verwendet wurde.

Beim Zeichnen ist zunächst die Auswahl des richtigen Ausschnittes wichtig. Die Vergrößerung sollte so gewählt werden, dass alle Strukturen, die man zeichnen will, in einem Blickfeld liegen. Ist das nicht möglich, fertigt man eine Übersichtsskizze an, markiert die Orte der einzelnen Teilgebiete, die man gesondert zeichnen will, und zeichnet dann diese nacheinander. Für das Zeichnen empfiehlt sich ein Bleistift mittlerer Härte. Mit einem weichen schwarzen Bleistift oder farbigen Stiften kann (muss aber nicht) dann die Skizze getönt bzw. koloriert werden. Niemals sollen Abbildungen von Fotos aus Büchern abgezeichnet werden. Außerdem ist es sinnlos, nicht beobachtete Details der Präparate einzuzichnen.

Für die Größe der Zeichnung ist maßgebend, dass jedes wichtige Detail so groß dargestellt wird, dass es in der Skizze mühelos erkennbar ist. Eine mikroskopische Zeichnung wird im Durchschnitt ca. 10 cm groß sein. Übersichtszeichnungen mit vielen Details können aber deutlich größer werden.



III Gewebe und Organe: Grundlagen, Abbildungen, Präparate

3	Zelle und Zellteilung	19
4	Epithelgewebe (Textus epithelialis)	31
5	Binde- und Stützgewebe (Textus connectivus)	43
6	Muskelgewebe (Textus muscularis)	57
7	Nervengewebe (Textus nervosus)	65
8	Kreislaufsystem (Systema cardiovasculare et lymphaticum)	75
9	Blut und Knochenmark (Sanguis et Medulla ossium)	83
10	Lymphatische Organe (Organa lymphopoetica)	95
11	Endokrines System (Systema endocrinum)	105
12	Verdauungsapparat (Systema digestorium)	115
13	Atmungsapparat (Systema respiratorium)	141
14	Harnsystem (Systema urinarium)	151
15	Männliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia masculina)	161
16	Weibliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia feminina)	177
17	Haut und Anhangsorgane (Integumentum)	191
18	Sinnesorgane (Receptores sensorii et Organa sensuum)	207
19	Nervensystem (Systema nervosum)	231

7 Nervengewebe (Textus nervosus)

Das Nervensystem ist das wichtigste Koordinations- und Kontrollsystem im Körper. Es besteht aus Nervengewebe (Textus nervosus), bei dem die Fähigkeiten der Erregungsbildung, der Weiterleitung bioelektrischer Impulse (die im Prinzip auch bei vielen anderen Zelltypen vorhanden ist) und der Informationsverarbeitung besonders ausgeprägt ist. Das Nervengewebe vermittelt sensorische Wahrnehmungen, kontrolliert motorische Bewegungen und bildet die Grundlage für alle höheren geistigen Leistungen des Nervensystems der Haustiere.

7.1 Nervenzellen (Neurone)

Die Nervenzellen (Neurona, Neurocyti, Ganglienzellen) stammen vom embryonalen Ektoderm ab. Sie zeigen außerordentliche morphologische Vielfalt in ihrer Größe und Form. Bis auf wenige Ausnahmen besitzt jedes Neuron einen oder mehrere Fortsätze (► Abb. 7-1). Diese gehen vom Zytoplasma-Areal der Nervenzelle um den Zellkern aus, das als Perikaryon oder Soma bezeichnet wird. Die Größe der Perikaryen reicht von 4–150 µm. Das Perikaryon ist das

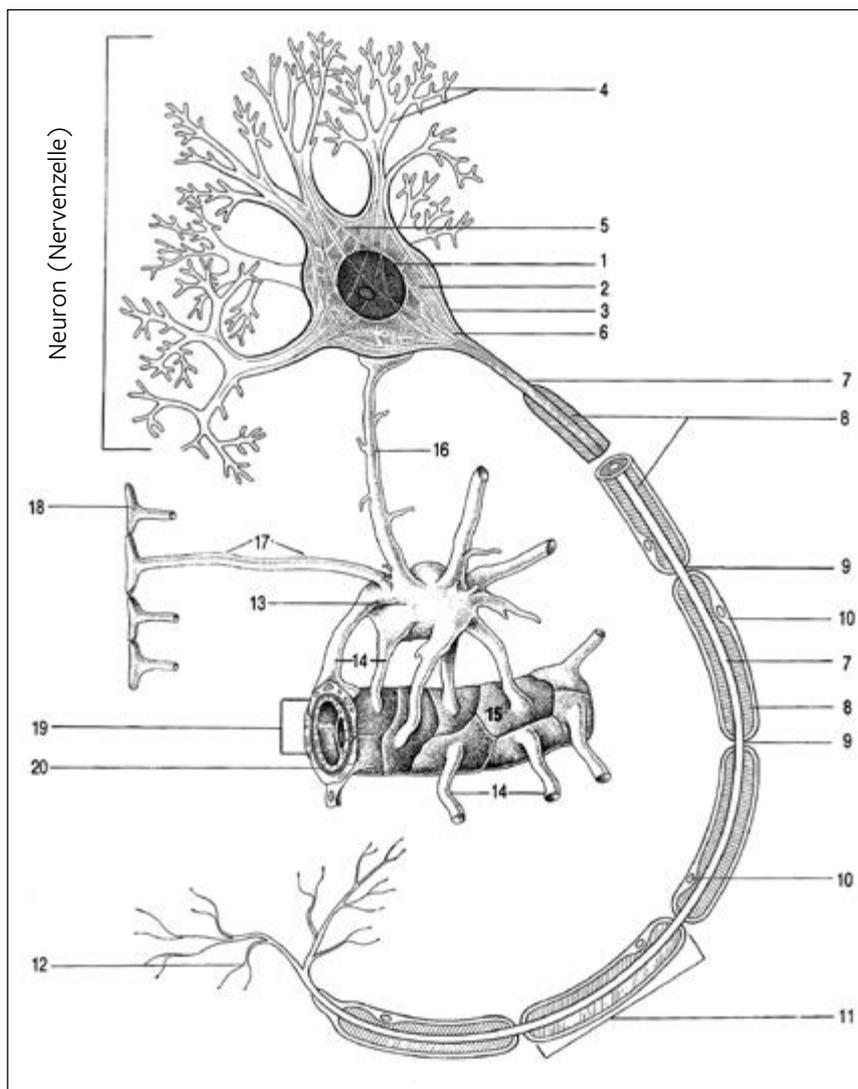


Abb. 7-1 Multipolare Nervenzelle und Astrozyten (Schemazeichnung).

1 Zellkern der Nervenzelle; 2 Perikaryon; 3 Zellmembran; 4 Dendriten; 5 Neurofibrillen; 6 Axonhügel (Ursprungskegel), 7 Axon; 8 Markscheide (Myelinschicht); 9 Ranvier-Schnürring; 10 Schwann-Zelle; 11 Internodium; 12 Endausbreitung des Axons; 13 Astrozyt; 14 Astrozytenfortsätze, die zu Blutgefäßen ziehen; 15 Plattenförmig verbreiterte Enden der Astrozytenfortsätze bilden die Membrana limitans gliae perivascularis; 16 Astrozytenfortsätze, die eine Nervenzelle berühren; 17 Astrozytenfortsätze, die zur Oberfläche des ZNS ziehen; 18 Die plattenförmigen Enden der Astrozytenfortsätze bilden an der Oberfläche des ZNS (unterhalb der Pia mater) die Membrana limitans glialis superficialis; 19 Kapillare; 20 Basallamina

Stoffwechselzentrum der Nervenzelle und enthält neben Mitochondrien, zahlreiche Zisternen des rauen endoplasmatischen Retikulums (lichtmikroskopisch: Nissl-Schollen) häufig auch ausgedehnte Golgi-Felder sowie Zellpigmente (Lipofuszin, Melanin).

Die Gestalt der Nervenzellen wird sehr stark durch Anzahl und Form ihrer Fortsätze bestimmt (► Abb. 7-2). Man kann dabei einen oder mehrere afferente (zentripetal), d.h. zum Perikaryon der Nervenzelle hinleitende Fortsätze, die Dendriten, und einen, vom Perikaryon efferent (zentrifugal) leitenden Fortsatz, der als Neurit oder Axon bezeichnet wird, unterscheiden. Nach der Zahl der Nervenzellfortsätze kann man eine Einteilung in apolare (keine Fortsätze, embryonal), unipolare (z.B. Stäbchen- und Zapfenzellen der Netzhaut), pseudounipolare (z.B. Spinalganglien, Nervenzellen von Hirnnerven), bipolare (z.B. 2. Neuron der Netzhaut, Ganglion spirale und Ganglion vestibulare des Innenohrs) und multipolare (die meisten Nervenzellen, z.B. Nervenzellen der Großhirn- und Kleinhirnrinde) Nervenzellen vornehmen.

7.1.1 Dendrit (Dendritum)

Dendriten sind bäumchenartig verzweigte Fortsätze, die vom Perikaryon der meisten Nervenzellen ausgehen. Die

Membran der meisten Dendriten von erregenden Nervenzellen wird durch sogenannte „Dornen“, kleinen Membranausstülpungen, vergrößert, die an der Bildung von Dornensynapsen beteiligt sind. Dendriten besitzen keine Myelinscheide und leiten nervale Impulse, die sie über ihre zahlreichen Synapsen erreichen, zum Perikaryon (zentripetale Leitung). Der innere Aufbau der Dendriten ändert sich mit der Entfernung vom Perikaryon. Proximal sind noch, wie auch im Perikaryon der Nervenzelle selbst, viele Mikrotubuli und Mikrofilamente vorhanden. Ihre Zahl nimmt in der Peripherie des Dendritenbaums ab. Darüber hinaus enthalten die Dendriten Organellen zur Proteinsynthese, wie Ribosomen und raues endoplasmatisches Retikulum.

7.1.2 Axon

Jede Nervenzelle besitzt einen zentrifugal (d.h. vom Perikaryon wegleitenden) Fortsatz, das Axon. Die Axone enthalten Neurotubuli und Neurofilamente. Ihre Zellmembran wird als Axolemm bezeichnet. Am Abgang des Axons vom Perikaryon fehlen die Nissl-Schollen (Zisternen des rauen endoplasmatischen Retikulums). Damit kann man schon lichtmikroskopisch die Axone von Dendriten unterscheiden. Axone werden entweder im peripheren Nervensystem in eine Schwann-Zelle (Neurolemnocyty) eingelagert und

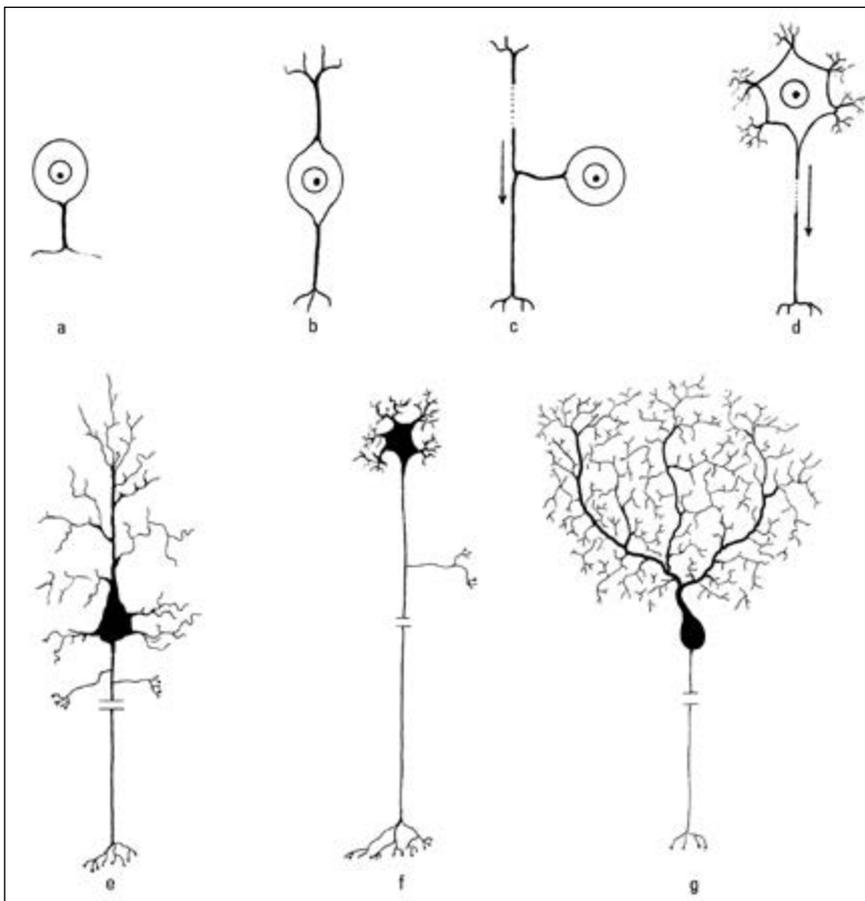


Abb. 7-2 Nervenzellformen.
 a) Unipolare Nervenzelle mit Verzweigung des Axons; b) Bipolare Nervenzelle; c) Pseudounipolare Nervenzelle (der Pfeil bezeichnet die Ausbreitungsrichtung des bioelektrischen Impulses; d-g) Multipolare Nervenzellen; d) Schema einer multipolaren Nervenzellen; e) Pyramidenzelle aus der Großhirnrinde; f) Ganglienzellen des sympathischen Systems; g) Purkinjezelle aus der Kleinhirnrinde

bilden dann eine marklose Nervenfasern (Neurofibra non-myelinata) oder ein Axon wird von einer unterschiedlich stark entwickelten Myelinscheide umzogen. Sie werden dann als markhaltige Nervenfasern (Neurofibra myelinata) bezeichnet. Im Zentralnervensystem werden jeweils mehrere Axone von speziellen Gliazellen, den Oligodendrozyten umschlossen. In ihrem Verlauf entlassen Axone rückläufige Äste, die als Kollateralen bezeichnet werden.

Die Leitungsgeschwindigkeit markhaltiger Axone hängt von der Dicke der Myelinschicht, der Länge der Internodien und vom Durchmesser des Axons ab. Am schnellsten leiten myelinreiche, dicke Axone mit langen Internodien. Das Ende des Axons zweigt sich bäumchenartig auf und bildet zu anderen Zellen (Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen) Synapsen aus.

7.1.3 Synapse (Synapsis)

Synapsen sind Kontaktstellen zwischen Nervenzellen zur Überleitung chemischer Signale oder elektrischer Impulse. Elektrische Synapsen bewirken als Nexus die elektrische Kopplung benachbarter Zellen. Die elektrische Erregung kann in beiden Richtungen verzögerungsfrei von einer Zelle auf die andere übergehen. Bei chemischen Synapsen (► Abb. 7-3) erfolgt die Erregungsübertragung mittels chemischer Transmittersubstanzen. Sie haben eine Ventilfunktion, d.h. die Erregungsübertragung erfolgt nur in einer Richtung.

Eine chemische Synapse (meist nur als „Synapse“ bezeichnet) zeigt folgenden Aufbau: Am Ende des Axons findet sich eine kleine Auftreibung („Endknöpfchen“), das die Transmittersubstanzen enthält, die bei Erregung in den synaptischen Spalt, der prä- und postsynaptische Membran trennt und der mit elektronendichtem Material gefüllt ist, freigesetzt werden. Synapsen besitzen einen großen Formenreichtum, der allerdings nur elektronenmikroskopisch erkennbar ist: Einfache, invaginierte, verzweigte, verzahnte oder cristaeformige Synapsen, polysynaptische Komplexe und En-passant-Synapsen. Nach den an einer Synapse beteiligten Anteilen der Nervenzellen kann man axodendritische, axosomatische, axoaxonische und somatosomatische Synapsen unterscheiden. Synapsen zwischen Axonen und Skelettmuskelzellen werden als Motorische Endplatten, Synapsen zwischen Axonen und Drüsenzellen als neuroglanduläre Synapsen bezeichnet.

7.1.4 Nerven (Nervi)

Nerven setzen sich aus Nervenfaserbündeln zusammen. Durch lockeres Bindegewebe werden sie zu größeren Einheiten zusammengefasst. Das Endoneurium umgibt als zartes Bindegewebe die einzelnen Nervenfasern und ihre Basalmembran. Basalmembran und Endoneurium zusammen bilden die Endoneuralscheide. Unterschiedlich viele (ca. 10 bis 100) von einem Endoneurium umgebene Nervenfasern

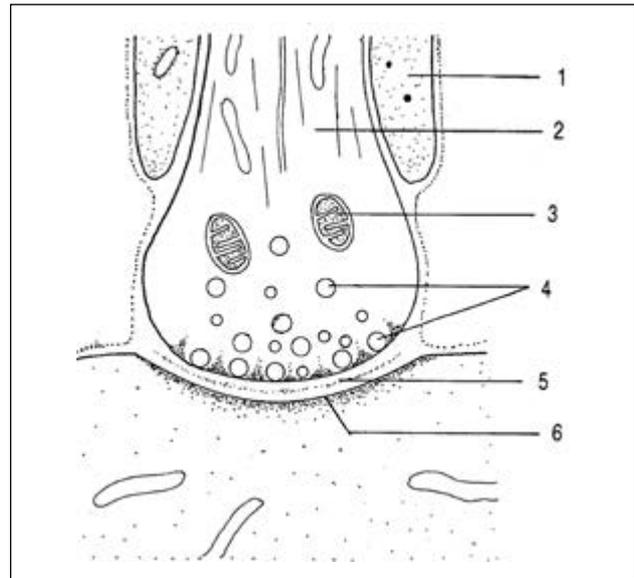


Abb. 7-3 Synapse zwischen zwei Nervenzellen (Interneurone Synapse).

1 Myelinscheide; 2 Axoplasma; 3 Mitochondrium im Endknöpfchen; 4 Synaptische Bläschen, zum Teil der präsynaptischen Membran angelagert; 5 Synaptischer Spalt; 6 Postsynaptische Membran

werden vom Perineurium zusammengefasst. Dieses besteht aus einer Pars epitheloidea (innen gelegen) und einer äußeren Pars fibrosa. Die Pars epitheloidea ist aus wenigen abgeflachten fibroblastenähnlichen Zellen aufgebaut, die über Zonulae occludentes verbunden sind. Das Perineural-epithel bildet damit eine Barriere, die Perineuralscheide, die den Durchtritt von größeren Molekülen und Toxinen in den Endoneuralraum unterbindet. Die Pars fibrosa ist aus straffem Bindegewebe aufgebaut, das auch in größerer Zahl elastische Fasern enthalten kann. Das Epineurium (fasriges Bindegewebe) fasst eine unterschiedliche Zahl von Primärbündeln zu einem peripheren Nerven zusammen und bildet auch dessen Hülle. Es ist gefäßführend.

7.2 Gliazellen (Neuroglia, Gliocyti)

Im Nervensystem kommen im Vergleich zu Nervenzellen etwa zehnmal mehr Gliazellen vor. Sie sind aber meistens kleiner als Nervenzellen und im Unterschied zu diesen behalten sie ihre Fähigkeit zur mitotischen Teilung auch postnatal bei. Gliazellen tragen zur Ernährung der Nervenzellen bei, gewährleisten ihre Erregbarkeit und unterstützen die synaptische Übertragung (z.B. durch Aufnahme von Glutamat aus dem synaptischen Spalt). Sie sind weiter wichtig für die Bildung der Markscheiden, für die Etablierung der Blut-Hirn-Schranke und als Abwehrzellen (Mikrogliazellen). Gliazellen ähneln durch ihre Zytoplasmfortsätze morphologisch dem Aussehen der Nervenzellen, sie besitzen jedoch nicht die funktionellen Eigenschaften der Dendriten und Axone.

7.2.1 Gliazellen des Zentralen Nervensystems (ZNS)

Im ZNS sind Nerven- und Gliazellen sehr dicht gelagert. Zwischen den einzelnen Gliazellen (Gliocyti) und den Nervenzellen befinden sich nur schmale Interzellularräume (ca. 20 nm). Die Neuroglia füllt die Räume zwischen den Nervenzellen weitgehend aus und hat neben ihrer Stütz- und Ernährungsfunktion für die Nervenzellen auch wichtige Funktionen bei pathologischen Veränderungen im ZNS (Phagozytose von Material aus zugrunde gegangenen Neuronen, Ausgleich von Gewebedefekten durch Narbenbildung).

Bei den Gliazellen des ZNS kann man Astrozyten, Oligodendrogliazellen, Mesogliazellen (Hortega-Glia, Mikrogliazellen) und Ependymzellen unterscheiden (► Abb. 7-4).

Astrozyten (Astrocyti) sind sternförmig verzweigte Zellen. Sie bilden ein dreidimensionales Gerüstwerk und umhüllen mit ihren Fortsätzen Kapillaren. Dies ist ein zentraler Bestandteil der Blut-Hirn-Schranke (Membrana limitans glialis perivascularis). Weiter grenzen sie das ZNS gegen die Hirnhäute ab (Membrana limitans glialis superficialis). Man unterscheidet protoplasmatische Astrozyten (Kurzstrahler, Astrocytus protoplasmaticus, vorwiegend in der grauen Substanz) von faserigen Astrozyten (Langstrahler, Astrocytus fibrosus, vorwiegend in der weißen Substanz) sowie flügelartige Astrozyten im Kleinhirn.

Oligodendrogliazellen (Oligodendrocyti) haben nur wenige, kaum verzweigte Fortsätze und ähneln in ihrer Zellform einer Zitrone. Die Größe ihres Zellkörpers beträgt 6–8 µm. Sie bilden die Myelinscheiden im ZNS. Ein Oligodendrozyt kann dabei 10 bis 50 internodale Abschnitte verschiedener Axone mit einer Myelinscheide umgeben.

Mesogliazellen (Hortega-Zellen, Mikrogliazellen, Mikrogliaocyti) sind vielgestaltige, amöboid bewegliche Zellen mit unterschiedlich geformten Fortsätzen. Sie liegen meist neben Gefäßen. Bei Schäden im ZNS können sie mobil werden und werden chemotaktisch in Richtung des Defektes geleitet. Sie können Zelldetritus phagozytieren und diese mittels ihrer lysosomalen Enzyme abbauen.

Ependymzellen (Ependymocyti) gehen aus den verbleibenden innersten Zellen des Neuralrohrs nach Bildung des ZNS hervor. Sie formen als einschichtige Lage hochprismatischer Zellen die epitheliale Auskleidung der Liquorräume des ZNS (Gehirnventrikel, Rückenmarkskanal). Ependymzellen können Liquor resorbieren und den Flüssigkeitsaustausch zwischen Ventrikellumen und Hirngewebe regulieren. Manche Ependymzellen berühren mit einem Fortsatz tiefer im ZNS liegende Kapillaren. Sie werden als Tanyzyten bezeichnet. Liquorkontaktneurone ragen zwischen den Ependymzellen in die Liquorräume hinein.

Radialglia und Pituizyten kommen im ZNS etwas weniger häufig vor. Die Radialgliazellen spielen bei der Entwicklung des Nervensystems eine wichtige Rolle. Sie erstrecken sich im Neuralrohr des Embryos von der ventrikulären Zone bis zur pialen Oberfläche. An ihnen klettern die jungen Neurone entlang, bis sie den Ort erreicht haben, an dem sie dann später zu liegen kommen. Die Müller-Zellen der Retina und die Bergmann-Glia des Kleinhirns sind Abkömmlinge der Radialglia. Pituizyten sind spezialisierte Gliazellen der Neurohypophyse. Sie nehmen Einfluss auf den Transport, die Speicherung und die Freisetzung von Hormonen aus der Neurohypophyse.

7.2.2 Gliazellen des Peripheren Nervensystems (PNS)

Schwann-Zellen (► Abb. 7-5) umhüllen die Axone peripherer Nerven. Marklose (nicht myelinisierte) Fasern senken sich in das Zytoplasma einer Schwann-Zelle ein und werden von ihm umhüllt. Diese marklosen Nervenfasern sind durch eine kontinuierliche Impulsleitung und geringe Leitungsgeschwindigkeit gekennzeichnet. Bei markhaltigen (myelinisierten) Fasern umhüllt die Schwann-Zelle nur ein einzelnes Axon. Bei der Bildung der Markscheiden lagert sich zunächst die Schwann-Zelle dem Axon einseitig an. Dann sinkt das Axon in die Zelle ein und wird bald völlig von ihr umhüllt. Dabei bildet sich eine Duplikatur der Schwann-Zellmembran, das Mesaxon. An mehreren Stellen verklebt jetzt die Axonmembran mit der Zellmembran

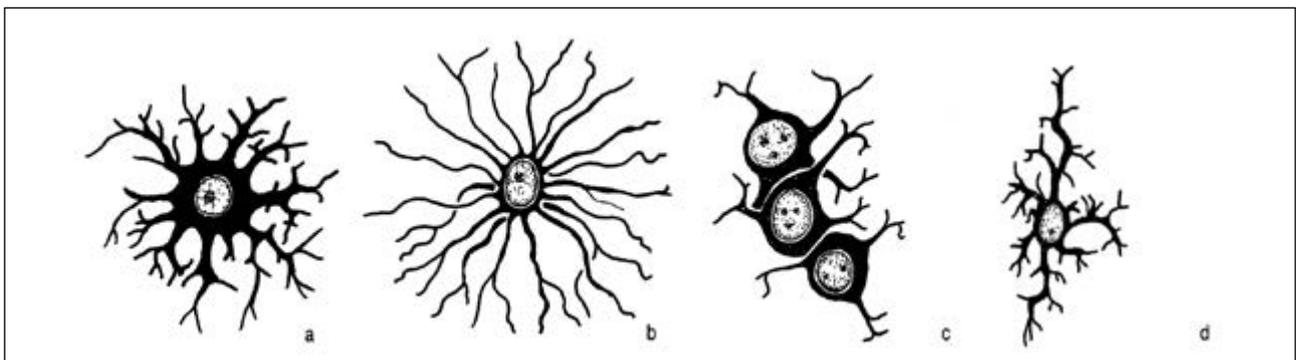


Abb. 7-4 Gliazellen im zentralen Nervensystem (Darstellung durch Metallimprägnation).

a) Protoplasmatischer Astrozyt; b) Fibrillärer Astrozyt; c) Oligodendrozyt; d) Mesogliazelle (Hortega-Zelle)

der Schwann-Zelle. Dann beginnt die Rotation des Axons um seine Längsachse. Dabei wickelt sich das Mesaxon um den Nervenzellfortsatz herum, bis dieser schließlich von einer größeren Zahl spiralig verlaufender Myelinlamellen umgeben ist. Je nach Länge des Axons sind teilweise sehr viele Schwann-Zellen an dessen Myelinisierung beteiligt. Jede Schwann-Zelle versorgt dabei nur eine Teilstrecke von 0,2–1,5 mm. Zwischen dem Ende der einen und dem Beginn der nächsten Schwann-Zelle ist die Myelinhülle unterbrochen. Diese Stellen erscheinen auch auf lichtmikroskopischen Längsschnitten durch Nerven aufgrund der Einschnürungen der Myelinschicht als Ranvier-Schnürringe oder Nodien. Der Abstand zweier Nodien wird als Inter-

nodium bezeichnet und entspricht also der Länge einer Schwann-Zelle. Myelin isoliert die Axone und ermöglicht eine saltatorische (scheinbar von Schnürring zu Schnürring) springende Erregungsleitung. Bei histologischen Routinefärbungen (z.B. Hämatoxylin-Eosin) werden die Lipide aus der Myelinschicht herausgelöst. Es bleibt nur das Proteingerüst der Markscheiden (Neurokeratingerüst) übrig.

Amphizyten (Mantelzellen, Satellitenzellen, Gliocyti ganglionares) umgeben als einschichtige Lage platter Zellen epithelartig die Zellkörper in den sensorischen und vegetativen Ganglienzellen. Sie sind spezialisierte Schwann-Zellen und dienen wahrscheinlich dem Schutz und der Ernährung der Nervenzellen.

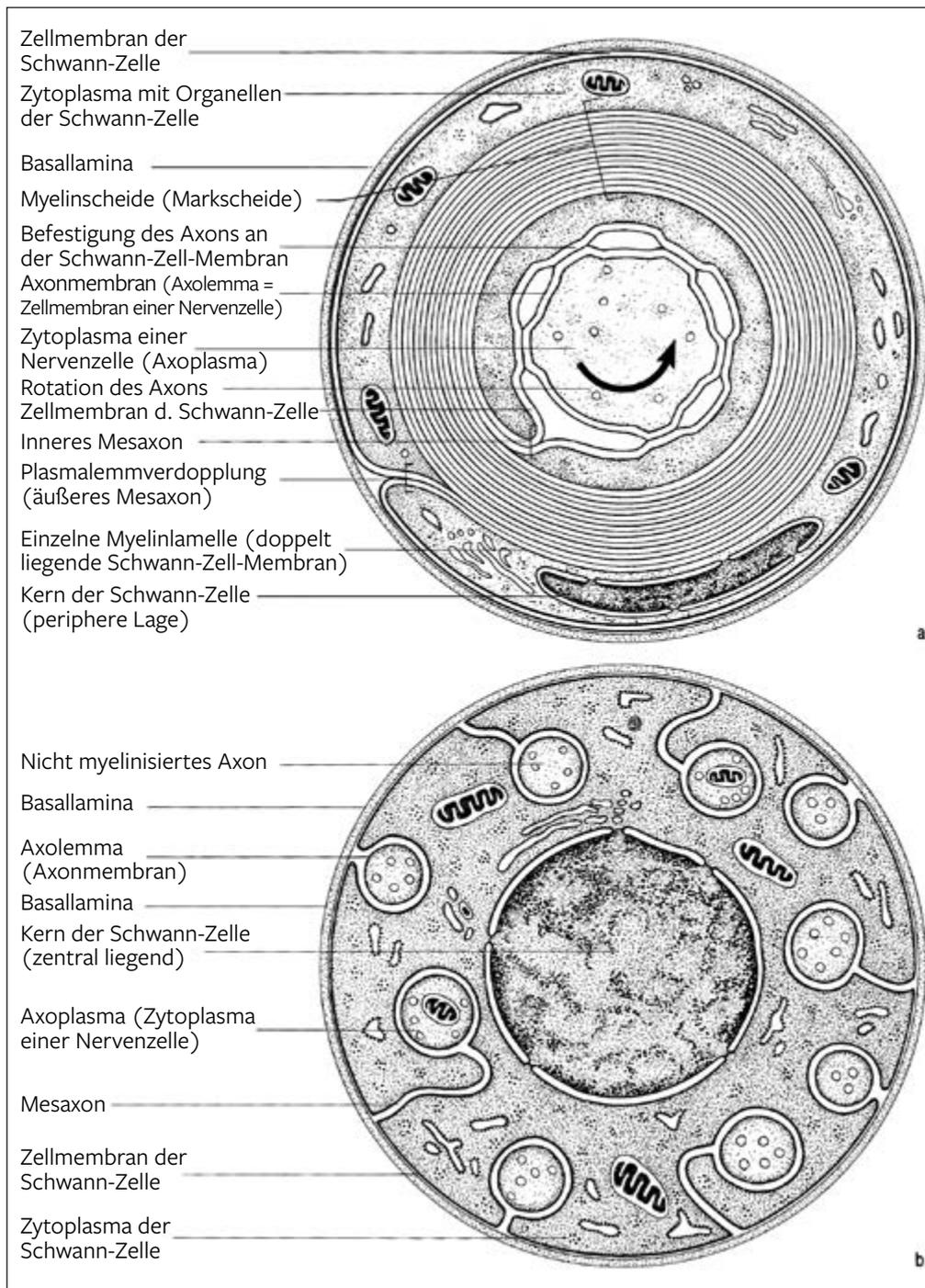


Abb. 7-5 Schwann-Zelle. a) Markhaltige Nervenfaser; b) Markarme Nervenfaser

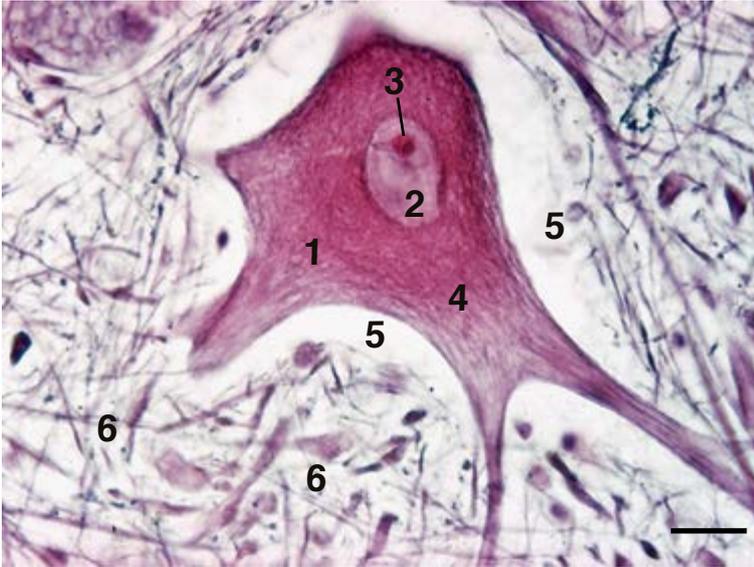


Abb. 7-6 Multipolare Nervenzelle, Rückenmark, Hund, Bodian-Färbung, SB 20 µm

Multipolare Nervenzellen sind die häufigsten Neurone des Nervengewebes. Sie besitzen mehrere Dendriten (zentripetal, afferent leitend) und ein Axon (zentrifugal, efferent leitend). Bei der Bodian-Färbung lassen sich Anteile des Zytoskeletts (Neurofilamente und Neurotubuli) erkennen. Um die Nervenzelle liegt ein dichtes Geflecht von Axonen und Dendriten, das man als Neuropil bezeichnet.

1 Multipolare Nervenzelle; 2 Kern der multipolaren Nervenzelle; 3 Nucleolus; 4 Zytoskelett; 5 Artifiziereller Spaltraum; 6 Neuropil

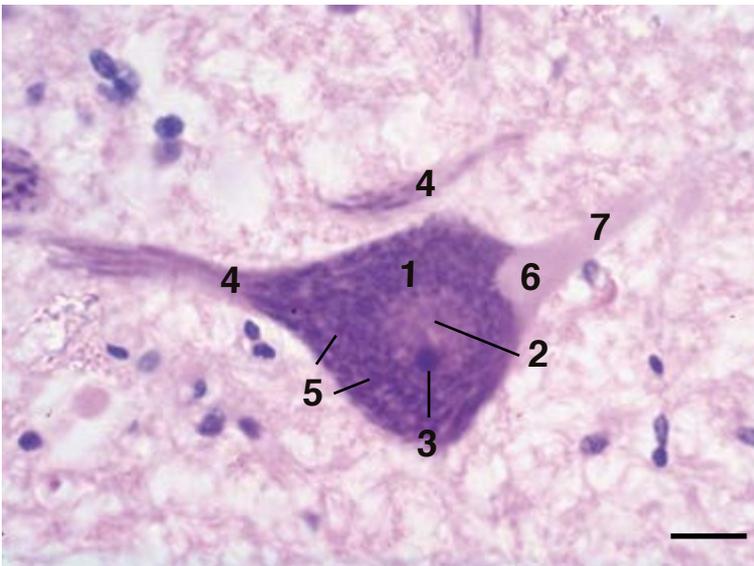


Abb. 7-7 Multipolare Nervenzelle, Rückenmark, Rind, Nissl-Färbung, SB 20 µm

Bei den multipolaren Nervenzellen lassen sich Golgi-Typ-1-Neurone (Beispiele: α -Motoneurone des Rückenmarks; Pyramidenzellen der Großhirnrinde; Purkinje-Zellen der Kleinhirnrinde) deren Axon zu weiter entfernt gelegenen Anteilen des ZNS bzw. zu Endorganen (Muskulatur) ziehen und Golgi-Typ-II-Neurone (Beispiel: die meisten Interneurone), deren Axon sich in unmittelbarer Nähe des Zellkörpers verzweigt, unterscheiden.

1 α -Motoneuron; 2 Zellkern; 3 Nucleolus; 4 Dendrit; 5 Nissl-Schollen (raues ER); 6 Axonhügel (Nissl-Schollen fehlen); 7 Axon

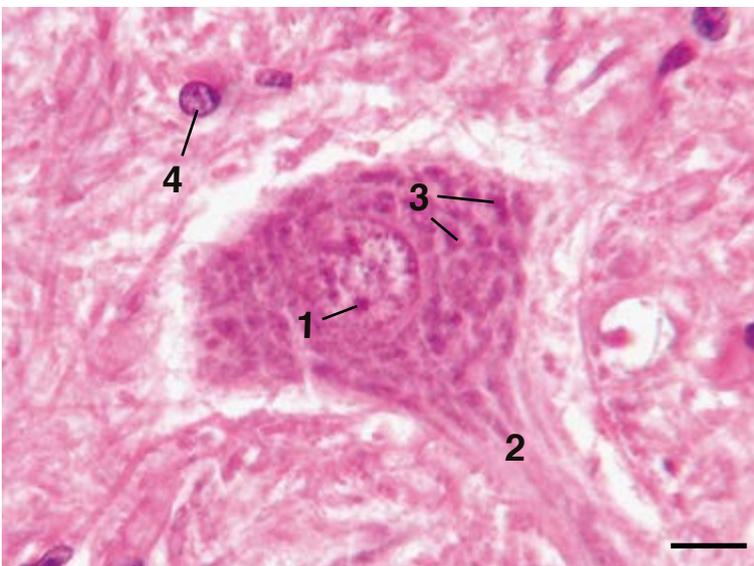


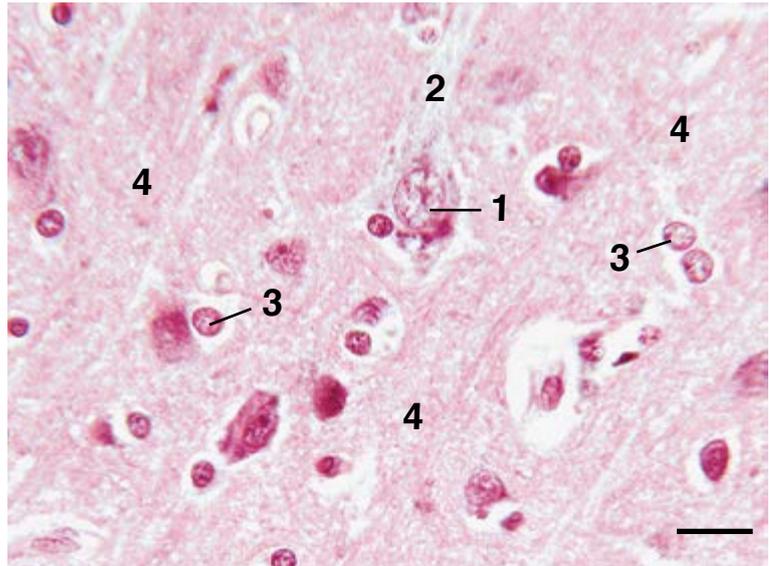
Abb. 7-8 Multipolare Nervenzelle, Rückenmark, Rind, Hämatoxylin-Eosin, SB 18 µm

Besonders nach Fixierung mit alkoholischem Fixierungsmittel findet man chromophile Schollen, die Nissl-Schollen, die aufgrund ihres streifigen Aussehens auch Tigroidschollen genannt wurden. Sie entsprechen den durch die Fixierung zusammen gelagerten Zisternen des rauen endoplasmatischen Retikulums.

1 Nucleolus im Zellkern; 2 Dendrit; 3 Nissl-Schollen; 4 Astrozyt

Abb. 7-9 Riesenpyramidenzelle, Großhirnrinde, Katze, Hämatoxylin-Eosin, SB 40 µm

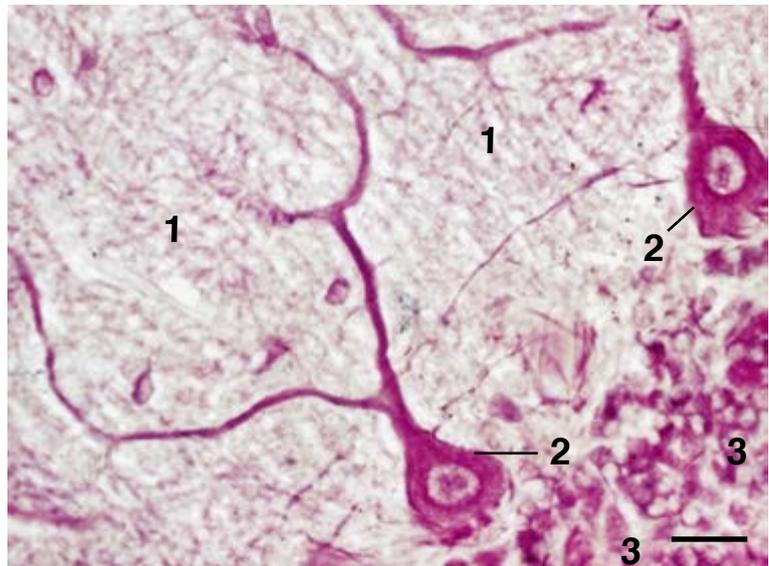
Die großen Pyramidenzellen (Betz-Riesenpyramidenzellen) sind ca. 80–120 µm groß und liegen vor allem in der inneren Pyramiden-schicht (Stratum neuronorum pyramidalium internum) der Großhirnrinde. Diese Schicht ist besonders in den motorischen Rindenbezirken ausgeprägt.



1 Zellkern der Riesenpyramidenzelle; 2 Spitzendendrit; 3 Gliazellen; 4 Neuropil

Abb. 7-10 Purkinje-Zellen, Kleinhirn, Katze, Bodian-Färbung, SB 18 µm

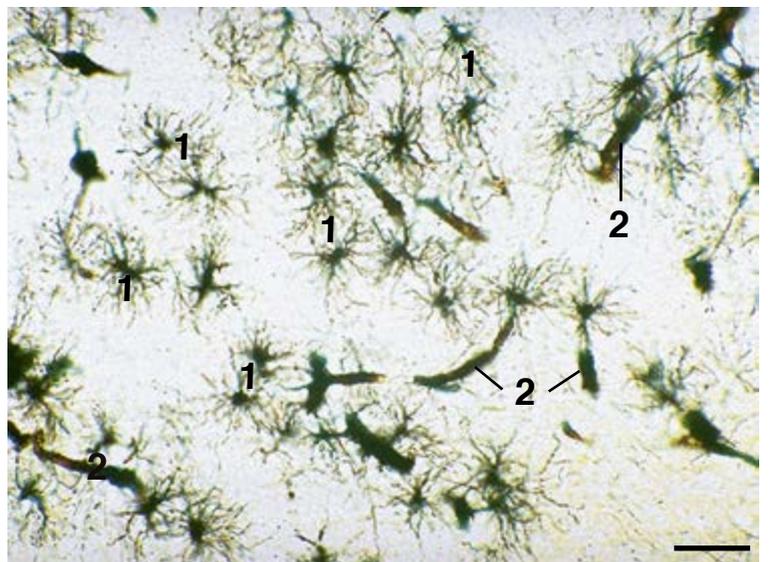
Im Stratum moleculare der Kleinhirnrinde befinden sich kleine Sternzellen und größere Korbzellen. Das Stratum ganglionare enthält multipolare Nervenzellen (Purkinje-Zellen) und dazwischen liegende Gliazellen (Bergmann-Stützzellen). Im Stratum granulosum liegen Körnerzellen, Golgi-Zellen und Horizontalzellen. Die Purkinje-Zellen fallen durch ihre Größe und die Birnenform ihres Zellkörpers auf. Zwei oder mehrere kräftige Dendriten verzweigen sich im Stratum moleculare.



1 Stratum moleculare; 2 Stratum ganglionare mit Purkinje-Zellen; 3 Stratum granulosum

Abb. 7-11 Protoplasmatische Astrozyten, Großhirn, Kalb, Bodian-Versilberung, SB 80 µm

Die Gliazellen werden in Astrozyten, Oligodendrogliazellen und Mesogliazellen (Hortega-Zellen) und Ependymzellen unterschieden. Die hier bevorzugt zu sehenden Zellen gehören zu den Astrozyten und werden aufgrund ihrer kurzen Fortsätze als „Kurzstrahler“ (protoplasmatische Astrozyten) bezeichnet. Sie kommen vorwiegend in der grauen Substanz des ZNS vor.



1 Protoplasmatische Astrozyten (Kurzstrahler); 2 Kapillaren

10 Lymphatische Organe (Organa lymphopoetica)

10.1 Immunsystem

Neben einem relativ einfachen und phylogenetisch alten, unspezifischen Abwehrsystem besitzen die Säugetiere und Vögel ein kompliziertes spezifisches Abwehrsystem, das auch als Immunsystem bezeichnet wird. Das unspezifische Abwehrsystem wird von Granulozyten, Monozyten und Gewebsmakrophagen gebildet.

Das spezifische Abwehrsystem (Immunsystem) beruht auf den spezifischen Aktionen von Lymphozyten, die aber mit Unterstützung von „akzessorischen Zellen“, den Antigen-präsentierenden Zellen, ablaufen. Mit Hilfe des Immunsystems kann der Organismus zwischen „selbst“ und „fremd“ unterscheiden und seine biologische Identität wahren. Substanzen, die eine spezifische Immunantwort auslösen können, werden als Antigene bezeichnet. Bei den meisten Antigenen handelt es sich um Makromoleküle, deren Molekulargewicht über 3000 Dalton liegt (z. B. körperfremde Proteine, Polysaccharide und Lipoproteine von Bakterien etc.). Niedermolekulare Verbindungen können durch Kopplung an ein Trägerprotein antigene Wirkung bekommen (Haptene). Neben körperfremdem Antigen kann unter bestimmten Umständen auch körpereigenes Material eine Immunantwort bewirken (Autoimmunkrankheiten).

10.1.1 Humorale Immunität

B-Lymphozyten sind Vorstufen der Plasmazellen, die Antikörper sezernieren. Plasmazellen sind die Endzellen der B-Lymphozyten-Reihe. Sie besitzen ein stark entwickeltes raues endoplasmatisches Retikulum und einen Zellkern, dessen Chromatin eine „radspeichenartige“ Anordnung aufweist. Die Plasmazellen produzieren spezifische Antikörper, die in Gewebe und Blut gelangen (humorale Immunität) und dort die Antigene in Form von Antigen-Antikörper-Komplexen binden und unschädlich machen. Diese Komplexe werden dann von phagozytierenden Zellen (Makrophagen; eosinophilen Granulozyten) abgebaut. Voraussetzung einer Aktivierung von B-Zellen ist eine Interaktion mit T-Helferzellen oder die Bindung von Wachstums- und Differenzierungsfaktoren aus T-Lymphozyten.

B-Zell-Areale: Die Immunreaktion der B-Lymphozyten erfolgt vorwiegend in den B-Zell-Arealen (Lymphfollikel

der Lymphknoten, Milzfollikel etc.) der peripheren lymphatischen Organe. Beim erstmaligen Kontakt mit einem Antigen werden die Lymphozyten zu B-Immunblasten transformiert. Sie machen eine klonale Proliferation durch und bilden dann als Plasmazellen Antikörper vom IgM-Typ (primäre Plasmazellreaktion). Auf diese erste Phase folgt eine Reaktion des Lymphfollikels, die zur Ausbildung eines Reaktionszentrums (Keimzentrums) führt. Diese erfolgt im konzertierten Zusammenwirken von B-Lymphozyten mit Retikulumzellen, Makrophagen und T-Helferzellen. Die B-Lymphozyten werden dabei zu großen blastischen Zellen, die im Keimzentrum liegen (Zentroblasten), transformiert. Durch klonale Proliferation entsteht aus dem Zentroblasten eine große Zahl kleiner Zentrozyten. Nach Verlassen des Keimzentrums übernehmen sie als determinierte Lymphozyten u. a. die Rolle von Gedächtniszellen. Beim erneuten Kontakt mit dem gleichen Antigen kommt es dann zur sekundären Immunreaktion des B-Zell-Systems (sekundäre Plasmazellreaktion). Sie führt zur Bildung der typischen Plasmazellen, die Antikörper vom IgG-Typ sezernieren.

10.1.2 Zellgebundene Immunität

Der Thymus nimmt wesentlichen Anteil bei der Ausbildung der zellulären Immunität. Die Lymphozyten bekommen dort eine spezifische Prägung. Sie verlassen das Organ als T-Lymphozyten, die dann bestimmte Bereiche der Lymphknoten (Paracortex) und der Milz (periarterielle lymphoretikuläre Scheiden, PALS) besiedeln.

Im Blut überwiegen die T-Lymphozyten gegenüber den B-Lymphozyten bei Weitem. Im Unterschied zu den B-Lymphozyten sind die T-Lymphozyten in ständiger Bewegung und zirkulieren zwischen dem Blut und den lymphatischen Organen bzw. dem Bindegewebe. Durch Kontakt mit dem Antigen, das entweder von Makrophagen präsentiert wird oder als Gewebstransplantat oder Tumor vorliegt, wird die zelluläre Immunreaktion ausgelöst.

Dabei übernehmen verschiedene Subpopulationen von T-Lymphozyten bestimmte Aufgaben.

Die zytotoxischen T-Lymphozyten sind die Effektorzellen der zellulären Immunantwort. Sie können Zielzellen (z. B. Zellen eines Transplantates, Tumorzellen), die für sie spezifische Antigene besitzen, auflösen.

Die T-Helferzellen stimulieren B-Lymphozyten in den Reaktionszentren zur Proliferation und fördern deren Differenzierung zu Antikörper-bildenden Plasmazellen. Die humorale Immunantwort auf die meisten Antigene hängt von dieser Unterstützung durch T-Helferzellen ab. Durch direkten Kontakt und die Bildung von löslichen Faktoren, den Lymphokinen, können T-Helferzellen die B-Zelldifferenzierung fördern.

T-Suppressorzellen unterdrücken eine überschießende Immunreaktion. Die suppressive Wirkung dieser Lymphozyten richtet sich sowohl gegen die B-Zellen als auch auf andere Populationen von T-Lymphozyten, wie T-Helferzellen und zytotoxische Effektorzellen.

Ein Teil der T-Zellklone fungiert als Gedächtniszellen (T-Memory Cells). Sie können auch noch nach langer Zeit das auslösende Antigen wiedererkennen und mit ihm reagieren. Die Reaktion erfolgt, verglichen mit den B-Gedächtniszellen, mit einiger Verzögerung.

10.2 Lymphatische Organe

Die lymphatischen Organe lassen sich in primäre (zentrale) und sekundäre (periphere) unterteilen. Ihre Grundstruktur wird von lymphoretikulärem Bindegewebe gebildet, das Retikulumzellen und Retikulinfasern enthält (Ausnahme Thymus: epitheliale Retikulumzellen, keine Retikulinfasern). Zu den primären lymphatischen Organen zählen der Thymus und bei den Vögeln die Bursa fabricii, die im dorsalen Bereich der Kloake gelegen ist. Die Funktion der Bursa (Prägung der B-Zellen) wird beim Säuger wahrscheinlich von lymphatischem Gewebe im Knochenmark und beim Rind von den Peyer-Platten im Dünndarm übernommen. In den primären lymphatischen Organen erfolgt eine genetisch festgelegte Prägung der Lymphozyten in T-Lymphozyten (im Thymus) bzw. B-Lymphozyten (in der Bursa, bzw. im Knochenmark).

Als Lymphfollikel (Folliculi lymphatici) bezeichnet man kugelförmige Ansammlung von lymphatischem Gewebe in den Schleimhäuten, den Lymphknoten, der Milz, im Magen-Darm-Trakt, im Atmungstrakt etc.

Bei Primärfollikeln sind Lymphozyten gleichförmig verteilt. Sekundärfollikel entstehen aus Primärfollikeln als Reaktion auf einen Antigenkontakt. Sie besitzen ein helles Zentrum (Reaktions- oder Keimzentrum), das außen von einem dichten Lymphozytenwall umgeben wird. Das hellere Zentrum wird als morphologisches Anzeichen für eine Abwehrreaktion gegen ein Antigen gedeutet. Da in diesem zentralen Bereich eine lebhafte Bildung von Lymphozyten stattfindet, wird er auch „Keimzentrum“ genannt. Im Reaktions- oder Keimzentrum liegen neben großen basophilen Lymphoblasten, die eine rege mitotische Aktivität erkennen lassen, des Weiteren noch Makrophagen und Vorstufen von Plasmazellen. Da die Zellen locker gepackt vorliegen, sind die dendritischen Retikulumzellen hier deutlicher zu erkennen als im dunklen Lymphozytenwall.

Das lymphatische Gewebe von Schleimhäuten (Muko-assoziiertes lymphatisches Gewebe (mucosa associated lymphoid tissue, MALT) wird folgendermaßen unterteilt:

Das lymphatische Gewebe in den Schleimhäuten des Verdauungstraktes (GALT = gut associated lymphoid tissues, wie die Peyer-Platten im Ileum), des Respirationstraktes (BALT = bronchus associated lymphoid tissue) und des Urogenitaltraktes (UTALT = urinary associated lymphoid tissue). Die Lymphfollikel kommen dabei in zwei Formen vor, nämlich als Einzellymphfollikel (Folliculi lymphatici solitarii) und als aggregierte Lymphfollikel (Folliculi lymphatici aggregati).

10.2.1 Thymus (Bries)

Der Thymus, der eine zentrale Stellung beim Aufbau des Immunsystems einnimmt, ist nur bis zur Pubertät voll ausgebildet. Unter dem Einfluss der Geschlechtshormone erfolgt die Rückbildung des Thymusparenchyms zum retrosternalen Fettkörper.

Der Thymus weist eine dünne Bindegewebskapsel auf, von der zahlreiche Trabekel und Septen nach innen ziehen. Am histologischen Schnitt ist ein Pseudo-Läppchenbau erkennbar, bei dem sich eine lymphozytenreichere und daher dunkle Rinde von dem lymphozytenärmeren Mark deutlich abhebt.

Das Grundgerüst des Thymus wird von netzartig miteinander in Verbindung stehenden Retikulumzellen gebildet, die einen hellen, großen, rundovalen Kern aufweisen. Da die Retikulumzellen des Thymus vom Entoderm der 3. und 4. Schlundtasche während der Embryonalentwicklung hervorgehen, werden sie auch als „epitheliale Retikulumzellen“ bezeichnet. Im Unterschied zu Lymphknoten und Milz fehlen im Thymus daher auch die Retikulinfasern.

Im dreidimensionalen Maschenwerk der Retikulumzellen liegen viele kleine Lymphozyten (Thymozyten) und eine kleinere Zahl von Makrophagen, eosinophilen Granulozyten und Plasmazellen. Die kleinen Lymphozyten sind, wie schon erwähnt, besonders dicht in der dadurch dunkel erscheinenden Rinde gelagert. Im Unterschied zu Lymphknoten und Milz werden im Thymus keine Lymphfollikel ausgebildet. Der Thymus besitzt keine zuführenden Lymphgefäße. Sie fehlen auch im Parenchym. Ableitende Lymphgefäße ziehen in den bindegewebigen Septen zur Organkapsel und entleeren sich in die Lymphknoten des Mediastinums.

Wie bereits erwähnt enthält das Mark deutlich weniger Lymphozyten als die Rinde. Dadurch sind die Retikulumzellen und ihre Ausläufer wesentlich besser erkennbar. Die Markanteile aller Läppchen stehen über schmale Brücken in Verbindung. Im Mark treten charakteristisch aufgebaute Körperchen, die sog. Hassall-Körperchen auf. Sie bestehen aus abgeflachten, scheibenförmig zusammengelagerten Retikulumzellen.

Blut-Thymus-Schranke: Von der Kapsel ziehen kleine Arterien und Arteriolen über bindegewebige Septen in die

Läppchen und entsenden Kapillaren in das Rindenparenchym. Diese bilden dort ein vielfältiges Geflecht und wenden sich in Richtung Mark. Die Kapillaren des Marks vereinigen zu postkapillären Venolen, deren kubisches Epithel von Lymphozyten gut passiert werden kann. Die Kapillaren und Venolen weisen ein ungefenstertes Endothel auf. An ihre dicke Basalmembran legt sich eine Schicht von Retikulumzellen an. Im Bereich der Thymusrinde sind die Gefäße für Antigene praktisch unpassierbar. Man spricht daher von einer Blut-Thymus-Schranke. Sie soll wahrscheinlich das Aufeinandertreffen von sich teilenden und reifenden Lymphozyten mit Antigenen unterbinden. Das Endothel der Blutgefäße im Thymusmark ist dagegen für Makromoleküle und Zellen durchlässig. Antigene können dort mit den Thymozyten in Kontakt treten.

10.2.2 Mandeln (Tonsillae)

Die wichtigste Funktion der Tonsillen liegt in der immunologischen Abwehr von Infektionen im Bereich des Nasenrachenraums. Nach ihrer Lage unterscheidet man Gaumenmandeln (Tonsillae palatinae), Rachenmandeln (Tonsillae pharyngeae), Zungenmandeln (Tonsillae linguales) sowie Tuben- und Choanenmandeln. Prinzipiell zeigen sie einen gleichartigen Aufbau: Unter Einsenkungen des Epithels liegen Lymphknötchen (Noduli lymphatici) und dazwischen diffuses lymphoretikuläres Gewebe. Zahlreiche Lymphozyten wandern in großer Zahl in das darüber gelegene Epithel. Mandeln besitzen nur ableitende (efferente) Lymphgefäße. Gegenüber ihrer Umgebung sind die Tonsillen durch eine bindegewebige Kapsel abgegrenzt und teilweise durch sie untergliedert. In der Nachbarschaft der Mandeln finden sich muköse Drüsen (Fleischfresser: seromuköse Drüsen).

10.2.3 Lymphknoten (Nodus lymphaticus)

Lymphknoten sind bohnenförmige Organe von unterschiedlicher Größe (einige mm bis mehrere cm groß). Im Lymphknoten wird die Lymphe gefiltert und mit Lymphozyten angereichert. Die Filtrations- und Abwehrtätigkeit der Lymphknoten führt bei Infektionskrankheiten und Tumorerkrankungen zu ihrer Vergrößerung. Die Beurteilung der Größe und der Konsistenz der Lymphknoten ist ein wichtiger Bestandteil des klinischen Untersuchungsganges.

Außen wird der Lymphknoten von einer bindegewebigen Kapsel umgeben. Bindegewebstrabekel (Trabeculae) strahlen von dort in das Parenchym des Lymphknotens ein.

Das **Grundgewebe** des Lymphknotens wird von retikulärem Bindegewebe gebildet, in dessen Maschen zahlreiche Lymphozyten, Plasmazellen und auch Makrophagen liegen. An einem Schnitt durch einen Lymphknoten (► Abb. 10-1) lassen sich eine peripher gelegene Rinde (Cortex), in der Primär- und Sekundärknötchen (Primär- und Sekundärfollikel) liegen, und ein zentral gelegenes Mark (Medulla)

unterscheiden. Dazwischen erstreckt sich diffuses lymphatisches Gewebe, der Paracortex.

Der **Hilus** ist die Ein- und Austrittspforte der Blutgefäße. Dort verlässt auch das efferente Lymphgefäß (Vas lymphaticum efferens) den Lymphknoten. Die afferenten Lymphgefäße (Vasa lymphatica afferentia) treten entlang der nahezu gesamten Zirkumferenz in den Lymphknoten ein.

Die **Lymphfollikel** der Rinde sind kugelige Ansammlungen lymphatischen Gewebes. Bei den meisten dieser Follikel handelt es sich um Sekundärfollikel, die in ihrer Gesamtheit das B-Zell-Kompartiment des Lymphknotens bilden. Im Bereich der Keimzentren der Sekundärfollikel sind auch besondere Retikulumzellen (dendritische Retikulumzellen) zu finden. Diese besitzen lange Fortsätze, die mit den benachbarten Retikulumzellen mittels Desmosomen verknüpft sind.

Im **Paracortex** liegen vorwiegend T-Lymphozyten. Die Retikulumzellen des Paracortex sind fingerartig miteinander verzahnt und werden daher „interdigitierende Retikulumzellen“ genannt.

Das **Mark** des Lymphknotens setzt sich aus vielfach verzweigten Marksträngen zusammen, die durch ausgedehnte Lymphsinus getrennt werden. Die Retikulumzellen der Markstränge beherbergen neben kleinen Lymphozyten zahlreiche reife Plasmazellen und Makrophagen.

Sinussystem des Lymphknotens: Die zahlreichen zuführende Lymphgefäße (Vasa afferentia) durchbrechen die Kapsel an der konvexen Seite des Lymphknotens und münden in den zwischen Kapsel und Rinde gelegenen Randsinus (Marginalsinus, Sinus subcapsularis). Aus dem Randsinus wird die Lymphe über die Intermediärsinus (Sinus corticales perinodulares) durch das Rindengebiet zu den weiten und reichlich verzweigten Marksinus (Sinus medullaris) geleitet. Die in den Sinus des Hilusgebietes gesammelte Lymphe verlässt über ein oder mehrere abführende Lymphgefäße (Vasa efferentia) den Lymphknoten. Die Auskleidung des Sinussystems besteht aus einem lockeren Verband von flachen Endothelzellen. Die Sinuswand besitzt keine Basallamina, wird aber durch angelagerte Retikulumzellen und Retikulinfasern gestützt. Fortsätze der Retikulumzellen verlaufen quer durch die Lymphsinus und bilden eine Art von Reusensystem, das zur Filterwirkung des Lymphknotens („Biofilter“) beiträgt.

Lymphknoten des Schweines: Im Unterschied zu den meisten Säugerspezies zeigt der Lymphknoten des Schweines einen anderen Aufbau seines Parenchyms. Die meisten Lymphknötchen liegen mehr im Zentrum des Organs. Die afferenten Lymphgefäße erreichen über den Hilus den Lymphknoten und verlassen ihn peripher über seine konvexe Oberfläche. Das Schwein hat daher einen Lymphknoten vom „umgekehrten Typ“ (Typus inversus).

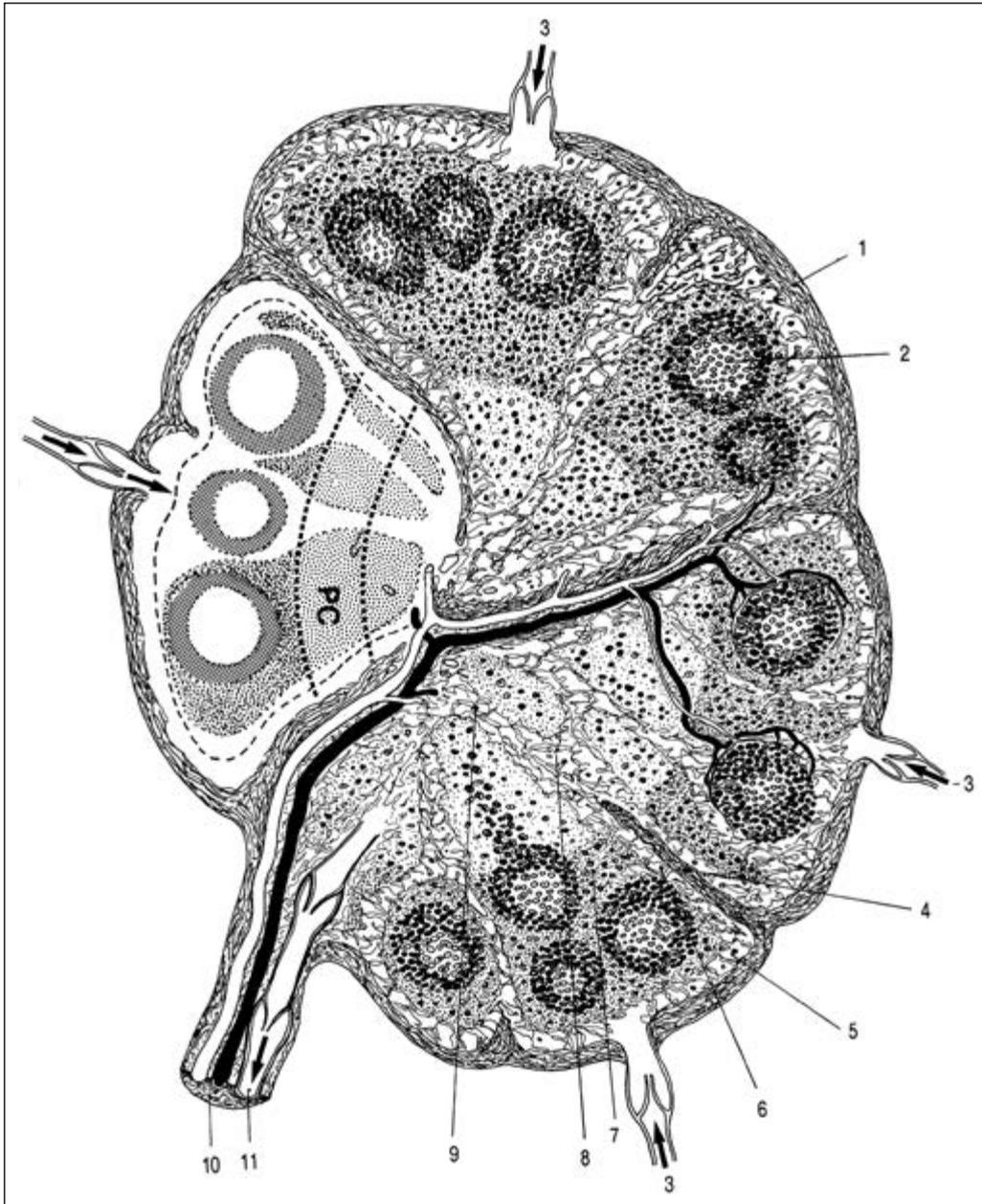


Abb. 10-1 Schematische Darstellung des mikroskopischen Aufbaus eines Lymphknotens.
 1 Bindegewebskapsel;
 2 Rinde mit Sekundärfollikeln; 3 Vas afferens;
 4 Trabekel; 5 Randsinus; 6 Intermediärsinus;
 7 Parakortikale Zone; 8 Mark; 9 Marksinus;
 10 Hilus; 11 Vas efferens; PC = Paracortex

10.2.4 Milz (Lien, Splen)

Die Milz ist ein lymphoretikuläres Organ, das in den Blutkreislauf eingeschaltet ist. Sie ist zeitlebens eine wichtige Bildungsstätte für Lymphozyten. Während der Fetalzeit (in der hepato-lienalen Phase) werden auch die übrigen Blutzellen in der Milz gebildet. Ferner dient die Milz dem Abbau alter Erythrozyten und Thrombozyten. Bei der intrazellulären Verdauung der phagozytierten roten Blutzellen durch die Makrophagen der roten Pulpa entstehen Bilirubin und Eisen. Bei einigen Tierarten (Hund, Katze, Pferd) dient die Milz auch als temporärer Blutspeicher („Speichermilz“). Die Milz ist kein unbedingt lebensnotwendiges Organ, da ihre Leistungen auch von anderen Organen übernommen werden können. So kann nach Unfällen, bei denen die Milz beschädigt wurde, diese operativ

entfernt werden. Allerdings führt die Milzexstirpation oft zu einer gesteigerten Infektanfälligkeit, da die Milz normalerweise eine wichtige Rolle im Immunhaushalt wahrnimmt.

Die Milz wird von einer dehnbaren, bindegewebigen Kapsel (Tunica fibrosa) umgeben, die eingelagerte elastische Fasern und glatte Muskelzellen enthält. Die äußere Begrenzung (mit Ausnahme des Milzhilus) wird von einem einschichtigen Peritonealepithel (Mesothel) gebildet. Vom Hilus aus ziehen kräftige Bindegewebsbalken (Trabekel) fächerartig in das Innere des Organs. Diese Trabekel, in denen zunächst die größeren Äste der Milzgefäße (A. und V. splenica) liegen, verzweigen sich und werden dabei immer dünner.

In das bindegewebige Gerüstwerk der Milz ist eine weiße Zellmasse, die Milzpulpa, eingelagert. An der Milzpulpa

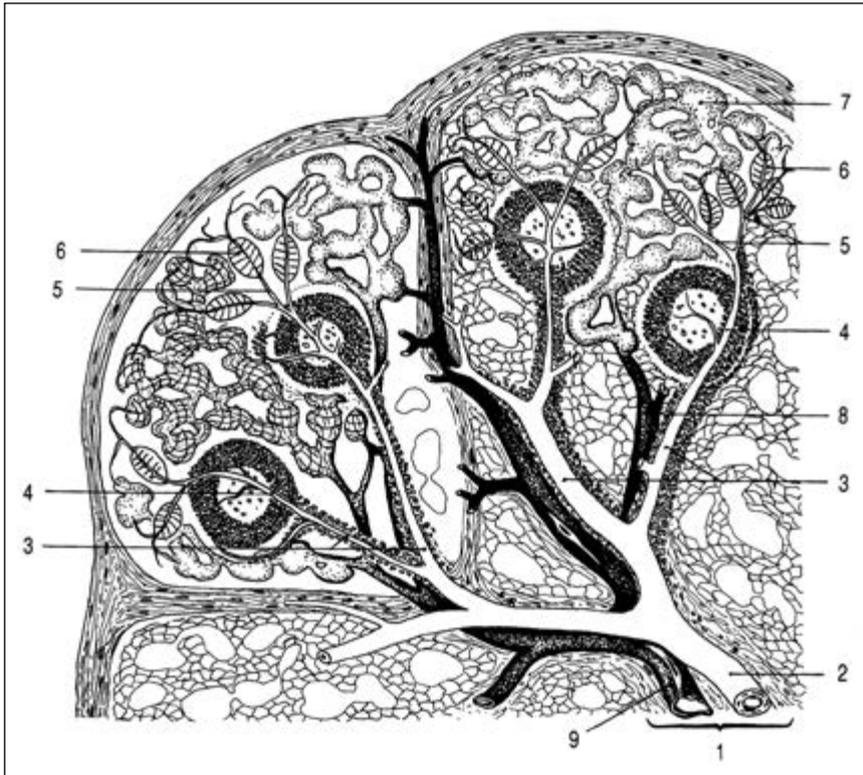


Abb. 10-2 Blutweg durch die Milz (Schema)

1 Trabekel mit Gefäßen; 2 Trabekelarterie; 3 Pulpaarterie mit periarterieller lymphoretikulärer Scheide; 4 Follikelarterie; 5 Pinselarteriolen; 6 Hülsenkapillaren; 7 Milzsinus; 8 Pulpavene; 9 Trabekelvene

kann man eine weiße (Pulpa alba) und eine rote Pulpa (Pulpa rubra) unterscheiden (► Abb. 10-2).

Die **weiße Pulpa** umfasst das lymphoretikuläre Gewebe der Milz. Sie besteht aus den Milzfollikeln (Folliculi lienales, Malpighi-Körperchen) und den strangförmigen, lymphatischen Mänteln um die Arterien (periarterielle lymphoretikuläre Scheide, PALS, Vaginae periarteriales lymphaticae) der Pulpa. Die Milzknötchen gleichen in ihrem Aufbau den Primär- bzw. Sekundärfollikeln anderer lymphatischer Organe und enthalten vorwiegend B-Lymphozyten. In den periarteriellen Scheiden um die Pulpaarterien kommen vor allem T-Lymphozyten vor.

Die **rote Pulpa** füllt die verbleibenden Räume zwischen den Trabekeln und der weißen Milzpulpa und macht etwa 80 % der Gesamtmasse der Milz aus. Sie besteht aus den Milzsinus und dem intersinuösen retikulären Maschenwerk mit den eingelagerten Zellen. Bei letzteren handelt es sich vor allem um Erythrozyten, welche die rote Farbe bedingen.

Blutgefäßsystem der Milz: Die Milz ist in den Blutstrom eingeschaltet. Schon vor dem Milzhilus zweigt sich die Milzarterie (Arteria lienalis) in mehrere große Äste auf, die dann in der Milz innerhalb von großen Bindegewebsbalken (Trabeculae splenicae) ziehen und deshalb auch als Trabekelarterien bezeichnet werden. Aus den Balken gelangen sie als Pulpaarterien in das Milzparenchym. Hier werden die Arterien von lymphatischem Gewebe, das strangförmig (periarterielle lymphatische Scheiden, PALS) oder follikulär (Lymphfollikel, Lymphonoduli splenici) angeordnet ist, umhüllt. Die Gefäßstrecke innerhalb des Milzfollikels heißt Follikelarterie. Die Follikelarterien werden manchmal auch

als Zentralarterien bezeichnet, obwohl sie eher selten durch die Mitte eines Follikels ziehen.

Am Rand des Follikels teilt sich die Follikelarterie pinselförmig in lange dünne Arterien (Pinselarterien, Arteriae penicillares) auf, die in der roten Pulpa verlaufen und unter weiterer Aufteilung in Kapillaren übergehen. Die Kapillaren enthalten eine dichte Hülle (Vagina pericapillaris macrophagiosa) aus Retikulumzellen und Makrophagen und werden deshalb als Hülsenkapillaren bezeichnet. Die Hülsenkapillaren münden entweder in das Maschenwerk der Retikulumzellen und dann erst in die Milzsinus (offener Kreislauf) oder seltener direkt in die Sinus (geschlossener Kreislauf). Die Milzsinus sind lange anastomosierende Kanäle in der roten Pulpa. Ihre Endothelien weisen größere Lücken auf und eine Basalmembran fehlt. Dies ermöglicht einen relativ freien Durchtritt von Blutzellen in beide Richtungen (vom Sinus in das retikuläre Bindegewebe und umgekehrt). Außen werden die Sinus bei verschiedenen Spezies, z. B. beim Rind, durch retikuläre Ringfasern stabilisiert. Der weitaus größte Teil des durch die Milz strömenden Blutes (90 %) fließt langsam über das ausgedehnte Milzretikulum in die Sinus (Sinus venulares). Dabei werden überalterte Erythrozyten und Thrombozyten aus dem Blut entfernt. Nur etwa 10 % des Blutes gelangt über das Kapillarbett direkt in die Sinus.



Abb. 10-3 Thymus, Katze, Übersicht, Hämatoxylin-Eosin, SB 825 µm

Der Thymus weist eine dünne Bindegewebskapsel auf, von der bindegewebige Trabekel und Septen nach innen ziehen. Der präpubertäre Thymus zeigt einen Pseudo-Läppchenbau, bei dem sich eine lymphozytenreiche Rinde von dem relativ lymphozytenärmeren Mark unterscheiden lässt.

1 Bindegewebsseptum; 2 Rindenzone; 3 Markzone

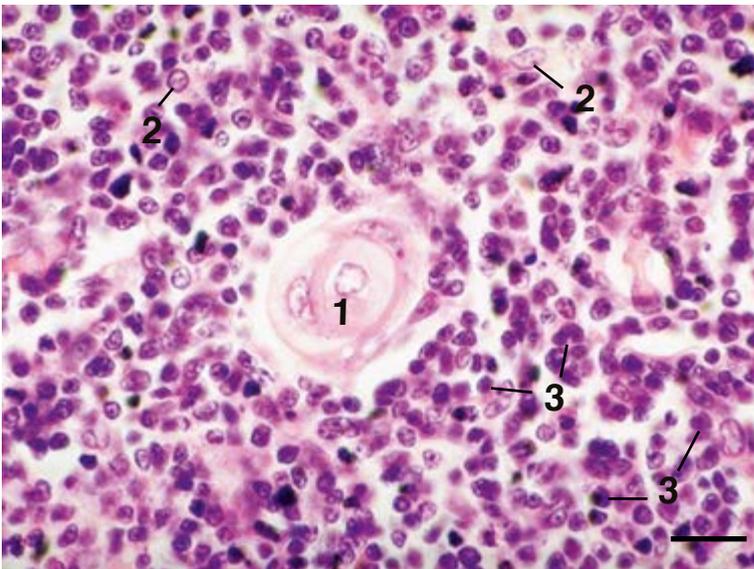


Abb. 10-4 Thymus, Katze, Hassall-Körperchen, Hämatoxylin-Eosin, SB 45 µm

Im Thymusmark befinden sich konzentrisch geschichtete Strukturen (Hassall-Körperchen), die aus veränderten und teilweise degenerierenden Retikulumzellen bestehen. Die Degeneration ist mit Karyolysis, Karyorrhexis, Keratinisierung oder Verkalkung verbunden. Die Funktion der Hassall-Körperchen ist nicht bekannt, doch könnten sie mit der Prägung der T-Lymphozyten in Verbindung stehen.

1 Hassall-Körperchen; 2 Retikulumzelle; 3 T-Lymphozyten



Abb. 10-5 Gaumenmandel, Hund, Hämatoxylin-Eosin, SB 825 µm

Die Tonsille ist durch eine lokale Verdickung der Schleimhaut und einer Vergrößerung der Schleimhautoberfläche durch Krypten gekennzeichnet. Zuführende Lymphgefäße fehlen. Das Tonsillarepithel ist häufig mit Lymphozyten dicht infiltriert. In der Nachbarschaft der Tonsille liegen die bei den meisten Haussäugetern mukösen, beim Hund seromukösen Drüsen.

1 Tonsillarepithel; 2 Lymphfollikel; 3 Bindegewebige Abgrenzung; 4 Seromuköse Drüsen

Abb. 10-6 Lymphknoten, Ziege, Übersicht,
Hämatoxylin-Eosin, SB 1000 µm

Am Lymphknoten lassen sich die unter der Kapsel gelegene Rinde, die parakortikale Zone und das Mark unterscheiden. Von der Kapsel ziehen Trabekel (Bindegewebssepten) nach zentral. Der Lymphknoten wird von einem Sinussystem durchzogen (Randsinus, Intermediärsinus, Marksinus), in dem die Lymphe von der Rinde zum Hilus fließt. Zwischen den Trabekeln liegt ein Maschenwerk aus Retikulumzellen und retikulären Fasern, in das Lymphozyten, Plasmazellen und Makrophagen eingelagert sind.

**1 Rinde; 2 Paracortex; 3 Mark; 4 Trabekel;
5 Kapsel; 6 Hilus**

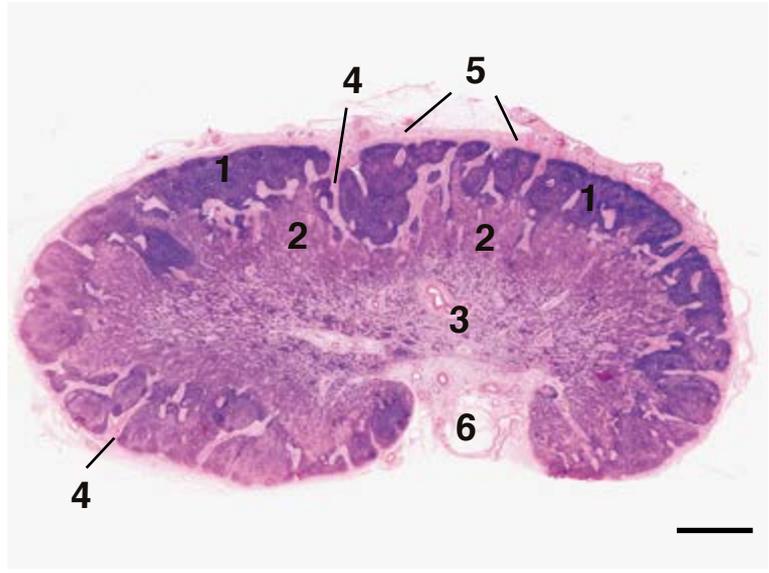


Abb. 10-7 Lymphknoten, Rinde, Ziege,
Hämatoxylin-Eosin, SB 80 µm

In der Rinde (Cortex) des Lymphknotens befinden sich die kugelig-lymphatischen Follikel (Noduli lymphatici), die das B-Lymphozytenareal darstellen. Sie werden von diffusem lymphatischem Gewebe unterlagert, dem Paracortex, der das T-Lymphozytenareal bildet und ohne deutliche Grenze in den Markbereich übergeht. Der Paracortex enthält postkapilläre Venolen mit einem isoprismatischen Epithel, durch das die Lymphozyten das Blutgefäßsystem verlassen können.

**1 Bindegewebskapsel; 2 Randsinus;
3 Sekundärfollikel mit Reaktionszentrum (4);
5 Paracortex**

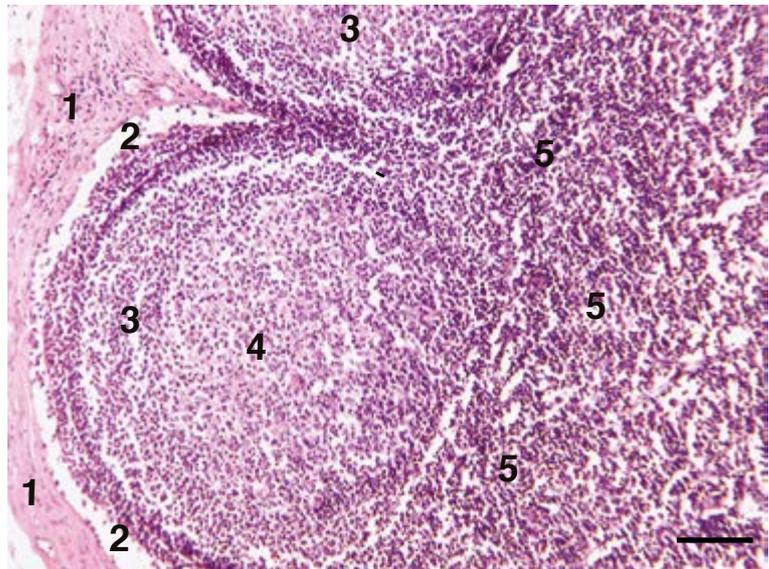


Abb. 10-8 Lymphknoten, Mark, Ziege,
Hämatoxylin-Eosin, SB 40 µm

Im Mark (Medulla) des Lymphknotens befinden sich verzweigte Marksinus (Sinus medullares), die zwischen den Chordae medullares liegen. Die Sinus besitzen eine spezielle Endothelauskleidung, die aus modifizierten Retikulumzellen besteht und offene Spalten aufweist. In den Lumina der Sinus findet sich als Filterfunktion für die Lymphe ein dichtes Maschenwerk aus Retikulumzellen, in das freie Makrophagen, Lymphozyten und Plasmazellen eingelagert sind.

**1 Marksinus; 2 Chordae medullares;
3 Lymphgefäß; 4 Vene**

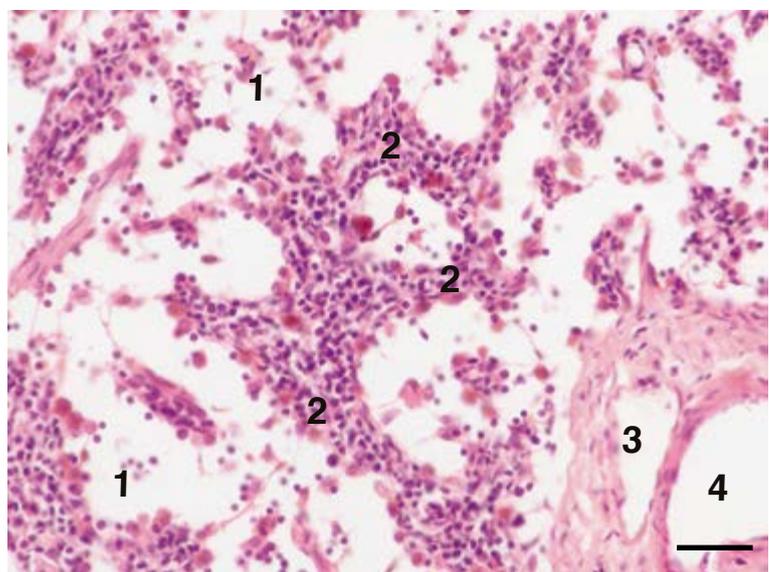




Abb. 10-9 Lymphknoten, Schwein, Hämatoxylin-Eosin, SB 1000 µm

Beim Schwein spricht man von einem umgekehrten Lymphknoten (Typus inversus) mit umgekehrtem Lymphfluss. Die Lymphfollikel befinden sich in der Tiefe des Organs, vergesellschaftet mit dem Paracortex. Im Bereich unter der Lymphknotenkapsel befinden sich Makrophagen und Plasmazellen. Afferente Lymphgefäße gelangen durch den Hilus in den Lymphknoten, die efferenten Lymphgefäße ziehen über die Randsinus nach außen.

1 Rindenzone mit Lymphfollikeln; 2 Markzone; 3 Hilus; 4 Kapsel

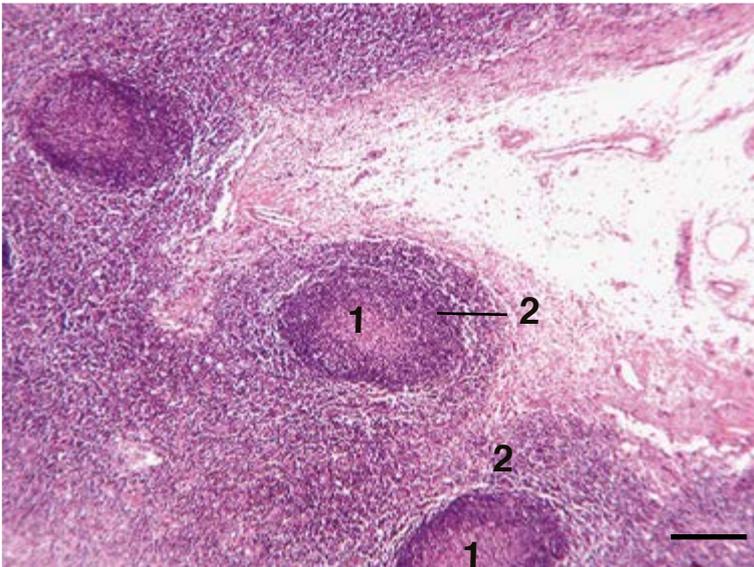


Abb. 10-10 Lymphknoten, Schwein, Hämatoxylin-Eosin, SB 185 µm

Das der Rinde anderer Haussäugerspezies entsprechende Areal, das die Lymphfollikel enthält, ist beim Schwein teilweise oder weitgehend in die Tiefe des Organs verlagert. Das dem Mark entsprechende Lymphknotenparenchym befindet sich dagegen in umschriebenen Bezirken oder ist vorzugsweise subkapsulär gelegen.

1 Reaktionszentrum und 2 Randwall eines sekundären Lymphfollikels

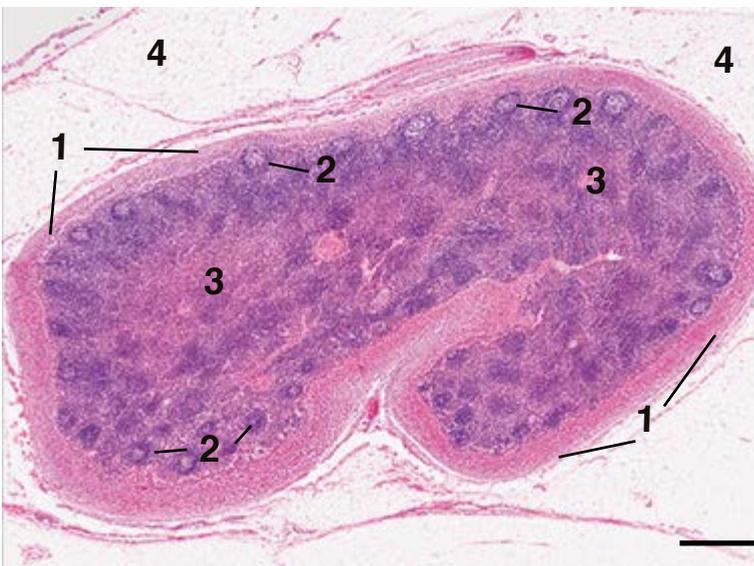


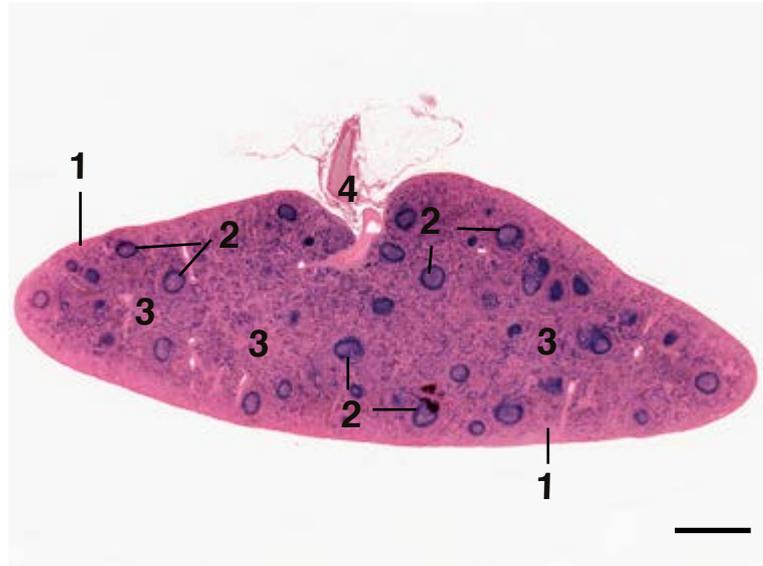
Abb. 10-11 Blutlymphknoten, Rind, Hämatoxylin-Eosin, SB 1000 µm

Blutlymphknoten (Splenoide Knoten, Hämolympfknoten) kommen bei Wiederkäuern vor. Sie treten als dunkelrote, teilweise bis bohnen große Gebilde in der Nähe von größeren Gefäßen des Brust- und Bauchraumes auf. Sie besitzen eine subkapsulär gelegene Rinde, ein zentral gelegenes Mark sowie ein Sinussystem. Es besteht eine offene Verbindung zwischen dem Sinussystem des Lymphknotens und dem Blutgefäßsystem, wodurch häufig Erythrozyten in den Sinus zu finden sind.

1 Bindegewebige Kapsel; 2 Lymphfollikel; 3 Mark; 4 Fettgewebe

Abb. 10-12 Milz, Übersicht, Katze,
Hämatoxylin-Eosin, SB 660 µm

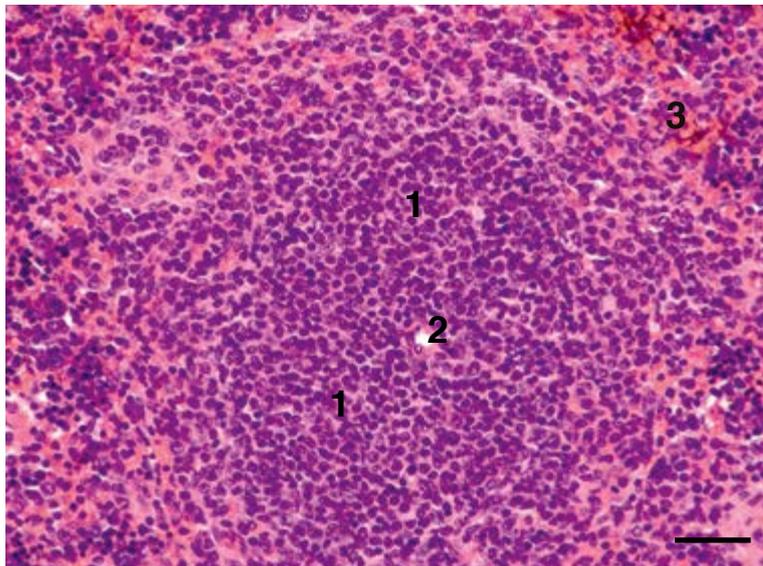
Das Parenchym der Milz ist nach außen von einer bindegewebigen Kapsel überzogen. Die weiße Milzpulpa umfasst das lymphoretikuläre Gewebe der Milz, das aus den Milzfollikeln und den PALS besteht. Die rote Milzpulpa umfasst die Milzsinus und das intersinusoidale retikuläre Maschenwerk, in das Blutzellen eingelagert sind. Es handelt sich vor allem um Erythrozyten, die hier abgebaut werden.



**1 Milzkapsel; 2 Weiße Milzpulpa;
3 Rote Milzpulpa; 4 Hilus**

Abb. 10-13 Milz, Weiße Pulpa, Hund,
Hämatoxylin-Eosin, SB 40 µm

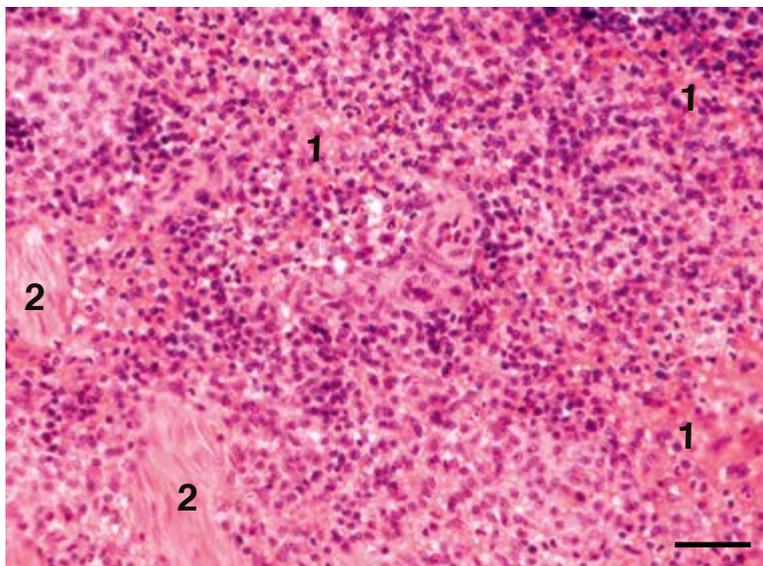
Die Milzfollikel (Malpighi-Körperchen) der weißen Pulpa (Pulpa alba) enthalten vorwiegend B-Lymphozyten. Sie werden von der Zentralarterie (Follikelarterie) durchzogen, die Knötchenkapillaren abgibt und sich nach Verlassen des Follikels in lange Arteriolen (Pinselarteriolen, Arteriola penicillares) aufspaltet. Diese teilen sich in Kapillaren (Hülsekapillaren) auf, die dann in die Milzsinus münden. Zur weißen Pulpa zählen auch die periarteriellen lymphoretikulären Scheiden (PALS) um die Pulpaarterien, die vorwiegend T-Lymphozyten aufweisen.



1 Milzfollikel; 2 Zentralarterie; 3 Rote Pulpa

Abb. 10-14 Milz, Rote Pulpa, Katze,
Hämatoxylin-Eosin, SB 40 µm

Die dunkelrote Farbe der roten Pulpa (Pulpa rubra) wird durch ihren hohen Blutgehalt bedingt. Hier finden sich auch zahlreiche, aus Monozyten hervorgegangene Makrophagen, die teilweise phagozytierte Blutzellen enthalten.



1 Rote Pulpa; 2 Trabekel

16 Weibliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia feminina)

16.1 Ovar (Ovarium)

Das Ovar (Eierstock) ist die weibliche Keimdrüse. In ihr läuft die Bildung von Eizellen und von weiblichen Geschlechtshormonen (Östrogenen, Progesteron) eng verknüpft ab.

An seiner Außenfläche trägt das Ovar einen Peritonealüberzug, ein einschichtiges, vorwiegend kubisches Epithel (Keimdrüsenepithel). Darunter liegt eine dünne Lamina propria serosae, gefolgt von einer mäßig ausgebildeten Bindegewebsschicht (Tunica albuginea).

Am Querschnitt durch das Ovar (► Abb. 16-1) kann man Mark (Medulla ovarii) und Rinde (Cortex ovarii) unterscheiden. Das Mark besteht aus spinozellulärem Bindegewebe. Darin eingebettet findet man zahlreiche Blut- und Lymphgefäße, Nervenfasern und Reste des Rete ovarii. In der Rinde des Ovars liegen Follikel verschiedener Entwicklungsstadien und Gelbkörper. Bei den Equiden ist die Rinde zum größten Teil vom Mark umschlossen. Nur im Bereich der Fossa ovarii (Ovulationsgrube), wo die Ovulationen erfolgen, bildet die Rinde die äußerste Schicht.

16.1.1 Merkmale der Follikelreifungsstadien (► Abb. 16-2)

Primordialfollikel: Zirka 30 µm, Eizelldurchmesser ca. 25–30 µm. Die Eizelle (Oozyte I. Ordnung, Ovocytyus primarius) ist klein, das Follikelepithel einschichtig und flach. Die Primordialfollikel liegen in der Rinde des Ovars, in der das Stroma arkadenförmig angeordnet ist. Nach außen wird dieses besondere Kompartiment durch die Tunica albuginea des Ovars begrenzt. Die Blutversorgung dieser Schicht ist spärlich. Nur wenige kleine Gefäße, Kapillaren und Arteriole sind hier vorhanden. In den Primordialfollikeln werden die Eizellen als primäre Oozyten über die gesamte fertile Lebenszeit gespeichert und können in diesem Ruhestadium über einen jahrzehntelangen Zeitraum aktivierungsfähig bleiben.

Primärfollikel: 40–50 µm, Eizelldurchmesser 30–40 µm. In jedem Zyklus werden mehrere der ruhenden Primordialfollikel aktiviert. Nach der Aktivierung beginnt die Eizelle zu wachsen. Auch die Follikelzellen nehmen an Größe zu. Das Follikelepithel wird kubisch bis hochprismatisch, bleibt aber noch einschichtig.

Sekundärfollikel: Es kommt zur weiteren Größenzunahme der Eizelle (je nach Tierart auf 50–100 µm) und des Follikels (100–200 µm). Mit der Aktivierung beginnt eine starke mitotische Tätigkeit der Follikelzellen. Die Proliferation setzt an zwei gegenüberliegenden Polen ein. Follikel und Eizelle wachsen, die Follikelwand wird mehrschichtig und damit zum rundlichen oder ovoiden Sekundärfollikel. Die Zahl der Schichten ist tierartlich verschieden. Bei Rind und Schaf können bis zu zehn Schichten entstehen. Bei der Katze sind es weniger. Der durch die Vielschichtigkeit gekennzeichnete Sekundärfollikel liegt noch in der Rindenschicht. In ihm vollzieht sich die Differenzierung der Eizelle. Im Sekundärfollikel erreicht das Ei nahezu seine endgültige Größe und erfährt dabei seine für jede Spezies charakteristische Zelldifferenzierung. Um die Eizelle kommt es zur Ausbildung der Zona pellucida. Die aus mehreren Glykoproteinen (Zona-pellucida[ZP]-Proteinen, ZP1 bis ZP4) bestehende Schicht lässt sich gut durch die PAS-Reaktion darstellen. Mit der zunehmenden Dicke der Zona kommt es zu einer Verlängerung der Mikrovilli der Eizelle und der Fortsätze der Follikelzellen, die beide in die Zona hinein- bzw. durch sie hindurchreichen. In der Folge treten im mehrschichtigen Follikelepithel vermehrt flüssigkeitsgefüllte Hohlräume auf.

Tertiärfollikel: Der Follikeldurchmesser variiert in Abhängigkeit von der Tierart und Entwicklungsstadium. Die sprungreifen Follikel (Graaf Follikel) haben einen Durchmesser von 250–50.000 µm (Pferd). Der Eizelldurchmesser variiert korrespondierend dazu zwischen 80–140 µm.

Die Hohlräume zwischen den Follikelepithelzellen des Sekundärfollikels fließen zu einer einheitlichen Follikelhöhle (Antrum) zusammen, die mit hormonhaltigem (Östrogene) Liquor folliculi gefüllt ist. Die Eizelle nimmt eine exzentrische Position im Follikel ein und wird vom Cumulus oophorus umschlossen. Die in ihm liegende Eizelle ist von Corona-radiata-Zellen und Intermediärzellen umgeben. Während der Antrumbildung verlagert sich der Tertiärfollikel aus der Rindenschicht in einen markwärts gelegenen, besser durchbluteten Ovarbereich. Die Follikelwand des Tertiärfollikels besteht aus dem mehrschichtigen Follikelepithel, das einer Basalmembran aufsitzt und einer bindegewebigen Theca folliculi (s. u.).

Am Follikelepithel (Stratum granulosum), das den Tertiär- bzw. den späteren Graaf-Follikel auskleidet, kann man von außen nach innen (zum Antrum hin) verschiedene Zellarten unterscheiden:

- **Basalzellen** stellen die äußerste Zellschicht des Follikels dar. Ihre Anordnung in ein hochprismatisches Epithel beginnt im reifen Sekundärfollikel. Ihre Differenzierung setzt sich im Tertiärfollikel fort. Sie bilden an ihrer Basis kurze Fortsätze aus. Die Basalzellen wandeln die von der Theca gebildete Androgene in Östrogene um.
- **Intermediärzellen** folgen lumenwärts den Basalzellen. Über sie werden Östrogene in die Follikelflüssigkeit und zur Eizelle oder umgekehrt in den Blutstrom

außerhalb des Follikels transportiert. Auch andere Stoffe, die das Ei zu seiner Differenzierung braucht, werden über die Intermediärzellen transportiert.

- **Follikelzellen** am Lumen kleiden die Follikelhöhle aus und produzieren den größten Teil des Liquor folliculi, einer eiweißreichen, hormonhaltigen Flüssigkeit.

Im Tertiärfollikel werden die **Theca interna** und die Theca externa ausgebildet. Dabei wandeln sich ehemalige Zellen des Ovarstromas zu den großen epitheloiden, Testosteron bildenden Theca-interna-Zellen um. Die **Theca externa** besteht aus Bindegewebe, das parallel zur Follikeloberfläche angeordnet ist und die Umhüllung des Follikels darstellt. In ihr verlaufen die Arteriolen, aus denen das Kapillarnetz

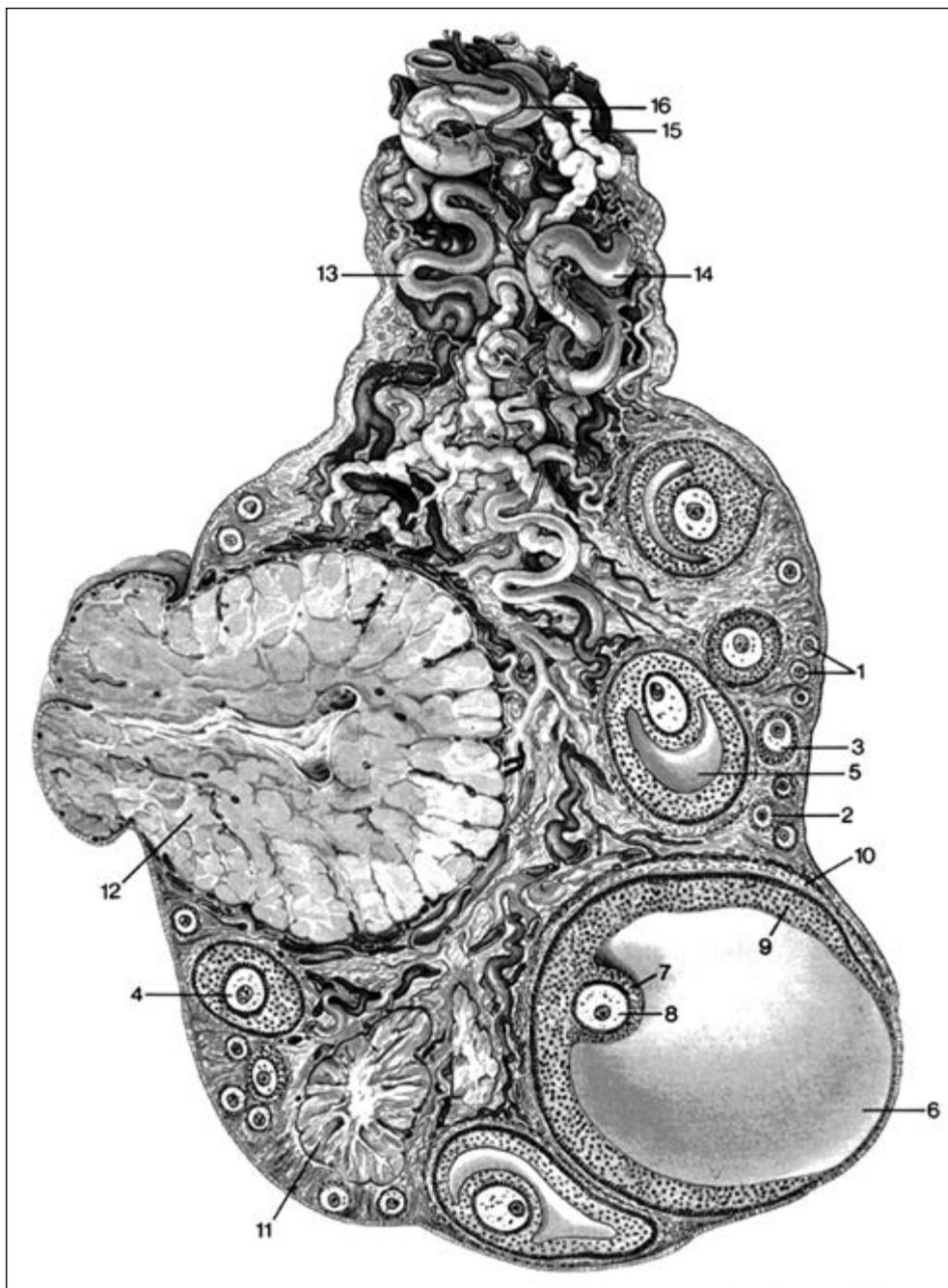


Abb. 16-1 Schematische Darstellung der Funktionsgebilde im Ovar des Rindes im Stadium des Diöstrus. 1 Primordialfollikel; 2 Primärfollikel; 3 Junger Sekundärfollikel; 4 Reifer Sekundärfollikel; 5 Antrumbildung im jungen Tertiärfollikel; 6 Großer Tertiärfollikel; 7 Cumulus oophorus; 8 Eizelle; 9 Follikelzellen; 10 Theca folliculis mit Theca interna und Theca externa; 11 Atrischer Follikel; 12 Corpus luteum im Blütestadium; 13 A. ovarica; 14 V. ovarica; 15 Lymphgefäße; 16 Nervenfasern des vegetativen Nervensystems

in der Theca interna gespeist wird. Die Theca externa hat hauptsächlich mechanische Funktionen und grenzt den Tertiärfollikel unscharf gegen das Ovarialstroma ab.

Graaf-Follikel (sprungreifer Follikel): Die Follikelhöhle vergrößert sich weiter. Durch seine Lage dicht unter der Oberfläche des Ovars wölbt sich der Graaf-Follikel deutlich über die Ovaroberfläche vor.

Die meisten Follikel gelangen nicht zur Sprungreife, sie werden atretisch. Atretische Follikel früher Entwicklungsstadien werden relativ schnell resorbiert. Bei Tertiärfollikeln ist der Umbau komplizierter und nimmt längere Zeit in Anspruch.

Nach der Ovulation kommt es zur Bildung eines Gelbkörpers, des Corpus luteum periodicum, oder, wenn eine Befruchtung der ovulierten Eizelle erfolgte, zur Bildung eines Corpus luteum graviditatis. Nach der Ovulation wird das Lumen des Graaf-Follikels zunächst mit Blut gefüllt (Corpus hämorrhagicum). Aus der Theca interna dringen Gefäße über das Stratum granulosum in die ehemalige Follikelhöhle ein. Mit ihnen gelangen Makrophagen und Fibroblasten in das Blutkoagulum. Die Follikelzellen der kollabierten Follikelwand wandeln sich in den nächsten Tagen schnell zu den Granulosa-Luteinzellen (große Luteinzellen, Granulosaluteocyti) um. Aus eindringenden Fibroblasten der Theca interna entstehen Theca-Luteinzellen (kleine Luteinzellen, Thecaluteocyti).

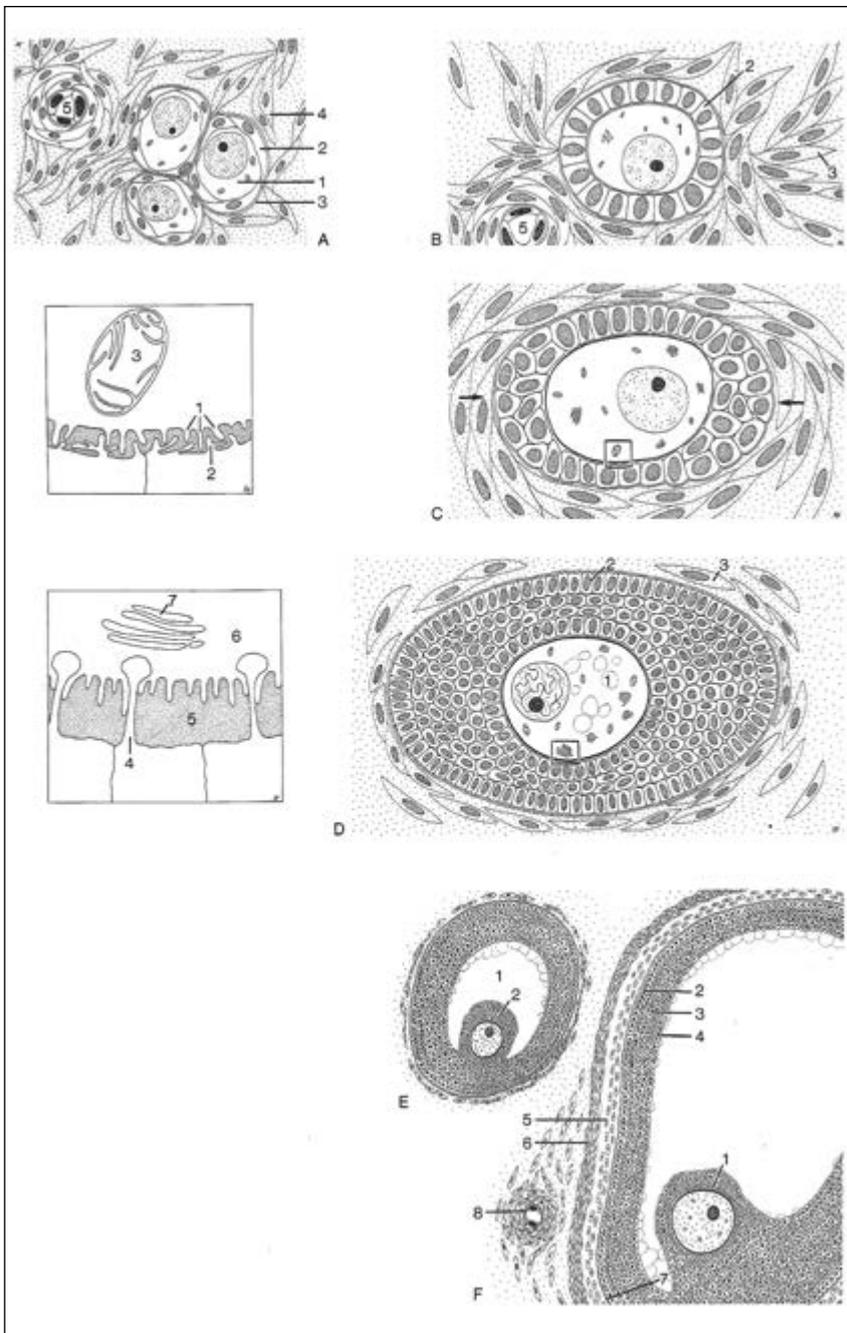


Abb. 16-2 Schematische Darstellung für die Entwicklung des Follikels und der Differenzierung der Eizelle beim Rind.

A Primordialfollikel (Ruhestadium).

Die primäre Oozyte (1) ist von flachen Follikelzellen (2) umgeben. Der Follikel wird durch eine Basalmembran (3) von den umgebenden Bindegewebszellen (4) abgegrenzt. 5 Arteriole

B Primärfollikel (aktivierter Follikel). Wachstums- und Differenzierungsbeginn der primären Oozyte (1).

Die Follikelzellen werden isoprismatisch. 3 Bindegewebszellen

C Proliferationsbeginn der Follikelzellen an zwei gegenüberliegenden Polen (Pfeile), deren Zellmembranen (Inset links: Ausschnitt aus dem Randbereich der Oozyte) Mikrovilli ausbildet. 3 Mitochondrium

D Mehrschichtiger Sekundärfollikel mit Eizelle (1) und beginnender Entwicklung der basalen Follikelzellschicht (2). Die Entwicklung der Theca folliculi (3) beginnt. Inset links: Ausschnitt aus dem Randbereich der Oozyte. Die Coronaradiata-Zellfortsätze (4) durchdringen die Zona pellucida (5) und verbinden sich mit der Zellmembran der primären Oozyte (6). 7 Golgi-Feld

E Kleiner Tertiärfollikel mit Antrum (1). Die Oozyte liegt exzentrisch im Cumulus oophorus (2).

F Großer Tertiärfollikel. Die Follikelzellen haben sich in unterschiedliche Populationen differenziert (2) Basalzellen, (3) Intermediärzellen und (4) das Lumen begrenzende Follikelzellen. Außen wird der Follikel von der Theca interna (5) und Theca externa (6) begrenzt. Zwischen der Theca interna und den Basalzellen liegt eine gut ausgebildete Basalmembran (7). 8 Blutgefäß

Beide Typen von Luteinzellen sezernieren Progesteron. Bindegewebig-narbige Reste eines zugrunde gegangenes Corpus luteum werden als Corpus albicans bezeichnet.

16.2 Eileiter (Tuba uterina, Salpinx)

Vom Infundibulum des Eileiters wird die ovulierte Eizelle aufgenommen und in der Ampulla von den durch die Kontraktionen der glatten Eileitermuskulatur hoch transportierten Spermien befruchtet. Über den Eileiter erreichen dann die frühen Embryonen (meist noch im Blastozystenstadium) nach der Befruchtung innerhalb weniger Tage (Rind fünf bis sechs Tage) den Uterus.

Nach morphologischen Gesichtspunkten können am Eileiter folgende Abschnitte unterschieden werden: Infundibulum, Ampulla, Isthmus und Pars uterina. Das trichterförmige Infundibulum besitzt an seinem freien Rand fächerartig angeordnete Fimbrien. Seine Öffnung kommuniziert frei mit der Bauchhöhle, wodurch gelegentlich eine befruchtete Eizelle retrograd in die freie Bauchhöhle fallen kann. Die Ampulla tubae ist der längste und dickste Abschnitt des Eileiters. Dort findet die Befruchtung der Eizelle statt. Der Isthmus tubae ist kurz und geschlängelt. Seine Wand, insbesondere seine glatte Muskulatur ist deutlich dicker als in den vorangegangenen Teilen. Die Pars uterina ist in die Wand der Uterushornspitze eingelagert. Sie hat das engste Lumen aller Eileiterabschnitte.

Die Wand des Eileiters ist dreischichtig. Von innen (Lumen) nach außen können folgende Schichten unterschieden werden:

- Tunica mucosa
- Tunica muscularis
- Tunica serosa

Die **Tunica mucosa** besteht aus einem einschichtigen hochprismatischen Epithel und einer Lamina propria mucosae aus lockerem, feinfaserigen Bindegewebe. Die Schleimhaut des Eileiters ist in Primär-, Sekundär- und Tertiärfalten gelegt, um die Oberfläche des Eileiters zu vergrößern. Das Epithel enthält kubische bis hochprismatische Flimmerzellen mit besonders langen Kinozilien und sezernierende Zellen (Drüsenzellen), die gegen das Lumen etwas vorgewölbt sein können. Wie auch im Uterus lassen sich im Eileiterepithel charakteristische zyklische Veränderungen feststellen.

Die **Tunica muscularis** nimmt uteruswärts an Stärke zu. Die glatten Muskelzellen sind in Spiralen angeordnet, die innen (lumenwärts) steiler und außen flacher verlaufen.

Die **Tunica serosa** weist die übliche Struktur des Peritoneums auf.

16.3 Gebärmutter (Uterus)

Im Unterschied zum Menschen mit einem Uterus simplex weisen alle Haustiere einen Uterus bicornis mit zwei Hörnern (Cornua uteris) auf.

Auf einem Schnitt durch die Uteruswand lässt sich der dreischichtige Aufbau des Organs erkennen:

- Endometrium (griech. metra: Gebärmutter): Schleimhaut mit Uterindrüsen
- Myometrium: Muskelschicht
- Perimetrium: Peritonealüberzug (Serosa) und subseröses Bindegewebe

Als Parametrien bezeichnet man die an den Uterus angrenzenden Bindegewebsräume.

Die im Ruhezustand gefaltet erscheinende **Gebärmatterschleimhaut (Endometrium, Tunica mucosa uteri)** ist besonders stark den zyklischen Veränderungen unterworfen. Sie besteht aus einem einschichtigen hochprismatischen Epithel und einer darunter gelegenen relativ breiten Lamina propria mucosae. Im Epithel finden sich Flimmerzellen mit gut ausgebildeten Kinozilien und sekretorische Zellen mit apikalen Mikrovilli. In der Regel überwiegen die sekretorischen Zellen deutlich, aber das Verhältnis der beiden Zelltypen wechselt in den einzelnen Zyklusphasen. Der dritte Zelltyp, die Stiftchenzellen sind degenerierte Epithelzellen, die abgestoßen werden.

Diese Lamina propria mucosae enthält die schlauchförmigen, bisweilen auch verzweigten Uterindrüsen, die während des Zyklus hormonbedingten Veränderungen unterworfen sind.

Das **Myometrium**, die Muskelschicht, bildet die Hauptmasse der Uteruswand. Es besteht aus zahlreichen, eng verflochtenen Bündeln glatter Muskelzellen. Zwischen den Muskelfaserbündeln befindet sich kollagen-elastisches Bindegewebe. Die Muskelbündel der Haltebänder des Uterus (Ligamentum ovarii proprium, Ligamentum teres uteri, Ligamentum latum) strahlen fächerförmig in das Myometrium ein. Die glatten Muskelzellen haben einen spiralförmigen Verlauf, die dem Uterus (zusammen mit der Hypertrophie der glatten Muskelzellen) während der Gravidität die rasche Größenzunahme und nach der Geburt das schnelle Zusammenziehen erlauben. Am histologischen Schnitt kann man eine stark entwickelte innere Schicht mit vorwiegend zirkulärer Anordnung der glatten Muskelzellen und eine schwächere longitudinale Schicht unterscheiden.

Der Uterus der Wiederkäuer ist durch das Vorkommen von Karunkeln (Carunculae) gekennzeichnet. Diese bilden bei einer Gravidität mit korrespondierenden Trophoblastarealen, den Kotyledonen, eine speziestypische Anzahl von Plazentomen. Wiederkäuer haben damit eine Placenta cotyledonaria (Placenta multiplex). Die Lamina propria mucosae ist im Bereich der Karunkel weitgehend drüsenfrei. Ihr retikuläres Bindegewebe ist sehr zellreich und weist zahlreiche Lymphozyten auf.

16.3.1 Gebärmutterhals (Cervix uteri)

Die **Tunica mucosa** zeigt zahlreiche, in das Lumen vorspringende Falten, die teilweise kleine Sekundärfalten und Tertiärfalten aufweisen. Das einschichtige, hochprismatische Epithel sezerniert den zähflüssigen Zervikalschleim, der außerhalb des Östrus für den völligen Verschluss des äußeren Muttermunds sorgt. Während der Brunst erfolgt die Bildung einer großen Menge dünnflüssigen Schleims. Die Zervix wird während dieser Zeit für die Spermien passierbar. Drüsen kommen in der Lamina propria mucosa der Zervix nur bei den Fleischfressern vor. Da die Zervix uteri dem Verschluss und der Öffnung des Uterus dient, ist sie durch eine besonders mächtige **Tunica muscularis** gekennzeichnet, in der auch eine große Zahl von kollagenen und elastischen Fasern vorkommt.

16.4 Scheide (Vagina)

Die **Tunica mucosa** besitzt ein hohes mehrschichtiges unverhorntes Plattenepithel, dessen Zellen einen hohen Glykogengehalt aufweisen. Das Epithel ist durch hohe Bindegewebspapillen mit der Lamina propria mucosae verbunden. Diese Schicht ist relativ breit, Drüsen fehlen. Auffällig sind deutlich ausgebildete Venengeflechte. Auch das Vaginalepithel unterliegt zyklusabhängigen Veränderungen, die beim Hund und den Labornagern durch die Abstrichdiagnostik erfasst werden können. Vor der Ovulation (durch die Östrogenwirkung) erreicht das Epithel in der Follikelphase seine größte Dicke. Im Abstrich überwiegen die großen, flach ausgebreiteten Superfizialzellen, die vorwiegend azidophil sind und kleine pyknotische Kerne besitzen. In der Sekretionsphase beginnt unter Progesteroneinfluss eine Rückbildung (Regression) des Epithels. Die Zellabstoßung (Desquamation) ist vermehrt, die Epithelhöhe nimmt deutlich ab, der Glykogengehalt ist geringer, die Leukozytenzahl ist vermehrt. Im Abstrich dominieren mittelgroße, vorwiegend basophile Zellen mit eingerollten Rändern und großen Kernen. Sie stammen aus der oberen Intermediärschicht.

Während der Gravidität ist eine Hyperplasie und Hypertrophie aller Gewebsbestandteile (Epithel, Bindegewebe, Muskulatur, Blut- und Lymphgefäße) festzustellen. Die Vagina wird so allmählich auf die starke Dehnungsbeanspruchung während der Geburt vorbereitet.

Die **Tunica muscularis** zeigt ein starkes Bindegewebsgerüst mit locker eingelagerten Bündeln von glatten Muskelzellen, die spiralig angeordnet sind. In der Innenschicht verlaufen die Muskelzellen zirkulär, in der Außenschicht mehr longitudinal, ohne dass man aber von einer deutlichen Ring- oder Längsmuskelschicht sprechen könnte.

16.4.1 Scheidenvorhof (Vestibulum vaginae) und Scham (Vulva)

Der Wandaufbau des Vestibulum vaginae entspricht weitgehend dem der Vagina. Allerdings zeigt das mehrschichtige Plattenepithel des Scheidenvorhofs kaum zyklusbedingte Unterschiede. Die **Lamina propria mucosae** enthält die kleine Vorhofdrüsen (Glandulae vestibulares minores). Bei Katze und den Wiederkäuern findet sich auch eine große paarige Vorhofdrüse (Glandula vestibularis major, Bartholin-Drüse). Die Vorhofdrüsen bilden ein schleimiges Sekret, das während der Paarung als Gleitmittel dient.

Das mehrschichtig unverhornte Plattenepithel des Scheidenvorhofs (Vestibulum vaginae) geht allmählich in die tierartlich unterschiedlich geformten Schamlippen (Labia vulvae) über. Diese sind von äußerer Haut bedeckt, die feine Haare und eine große Zahl von Talgdrüsen aufweist. Auch zahlreiche sensible und vegetative Nervenfasern lassen sich dort nachweisen. Quergestreifte Muskelfasern bilden den M. constrictor vulvae. Die Schamlippen sind reichlich mit Blut- und Lymphgefäßen versorgt. Die Klitoris (Kitzler) zeigt einen ähnlich Aufbau wie der Penis. Bei Hund und Pferd besitzt die Glans clitoridis einen echten Schwellkörper. Bei den übrigen Haussäugetieren ist nur gut vaskularisiertes Bindegewebe vorhanden.

16.5 Ovar der Vögel

Bei den meisten Vogelarten entwickelt sich nur das linke Ovar (und damit auch nur die linke Anlage des weiblichen Geschlechtssystems) als voll funktionsfähiges Organ. Das rechte Ovar ist zwar embryonal angelegt, wird aber schon während der Embryonalentwicklung wieder weitgehend zurückgebildet. Während der Fortpflanzungsperiode nimmt das Ovar stark an Größe zu und erscheint traubenartig ausgebildet. Die unterschiedlichen Stadien der Follikulogenese sind dabei in einem gut vaskularisierten gefäßreichen Stroma eingebettet. Bei den Follikeln lassen sich nach der Größe und dem Dottergehalt die kleinen weißen und die dotterhaltigen gelben Follikel unterscheiden. Bei den gelben Follikel lässt sich eine klare Hierarchie erkennen (F1- bis F5-Follikel). Das Follikelepithel bleibt, im Unterschied zum Säuger, stets einschichtig. Ein Antrum folliculi wird ebenfalls nicht ausgebildet, die Eizelle füllt in jedem Stadium den gesamten Follikel aus. Beim Huhn kommt während der Legeperiode im Abstand von ca. 24 Stunden jeweils ein großer F1-Follikel zur Ovulation (präovulatorischer Follikel). Dabei wird eine reife, polylecithale Oozyte, die noch von der perivitellinen Membran (sie entspricht der Zona pellucida der Säugetiere) umgeben wird ovuliert und vom Infundibulum des Eileiters aufgefangen. Ein Corpus luteum wird bei Vögeln nicht ausgebildet.

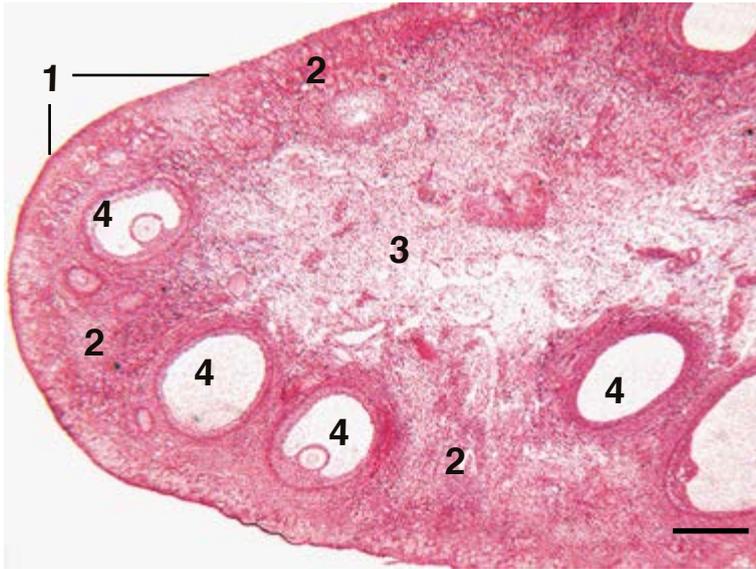


Abb. 16-3 Ovar, Übersicht, Katze, Hämatoxylin-Eosin, SB 312 µm

Das Ovar wird nach außen vom Keimdrüsenepithel abgegrenzt. Darunter ist die bindegewebige Tunica albuginea zu finden, deren Fasern ins Innere des Organs einstrahlen. Im Ovar können eine äußere Rindenzone (Cortex ovarii, Zona parenchymatosa) und eine innere Markzone (Medulla ovarii, Zona vasculosa) unterschieden werden. In der Rinde liegen Follikel und Gelbkörper (Corpora lutea) als Funktionsgebilde. Das Mark enthält hauptsächlich spinozelluläres Bindegewebe, Gefäße und Nerven.

1 Keimdrüsenepithel; 2 Rindenzone; 3 Markzone; 4 Tertiärfollikel

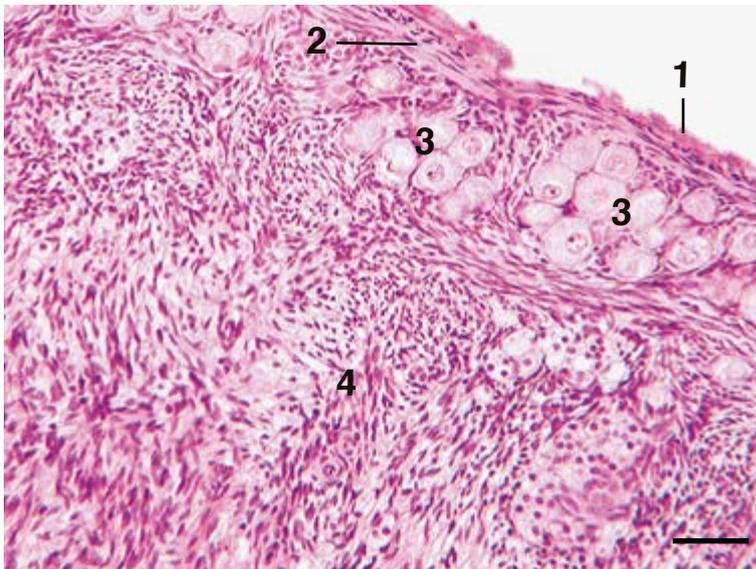


Abb. 16-4 Eierstocksrinde (Cortex ovarii), Primordialfollikel, Katze, Hämatoxylin-Eosin, SB 80 µm

In der Rinde des Ovars liegen die verschiedenen Follikelstadien sowie Gelbkörper. Im äußersten Randbereich des Ovars sind Ballen von Primordialfollikeln lokalisiert. Sie bestehen aus Oozyten (in der Prophase der Meiose I) und flachem Follikel­epithel. Das Stroma der Rinde besteht aus spinozellulärem, lockeren Bindegewebe, dessen fibrozytenartige Zellen multipotente Fähigkeiten wie Regeneration, Teilung, Phagozytose und Hormonbildung besitzen.

1 Keimdrüsenepithel; 2 Tunica albuginea; 3 Primordialfollikel; 4 Spinozelluläres Bindegewebe

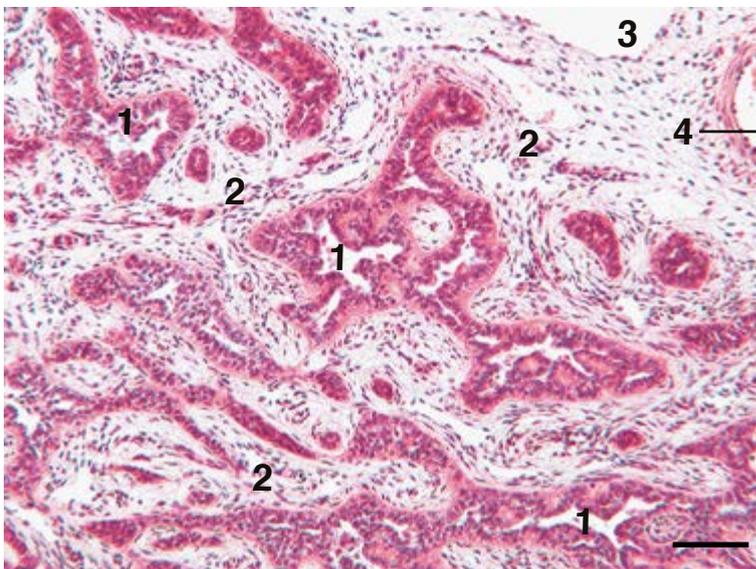


Abb. 16-5 Medulla ovarii mit Rete ovarii, Ovar, Rind, Hämatoxylin-Eosin, SB 80 µm

Das Mark des Ovars (Medulla ovarii) ist durch ein locker gefügtes Bindegewebe in dem zahlreiche Gefäße liegen (Zona vasculosa) gekennzeichnet. Im Übergangsbereich des Marks zum Mesovar findet sich das Rete ovarii. Es besteht aus anastomisierenden Kanälen, die von einem isoprismatischen bis hochprismatischen Epithel ausgekleidet werden.

1 Kanäle des Rete ovarii; 2 Bindegewebe des Marks; 3 Lymphgefäß; 4 Vene

Abb. 16-6 Primordialfollikel, Primärfollikel und Sekundärfollikel, Ovar, Kaninchen, Hämatoxylin-Eosin, SB 20 µm

Primordialfollikel befinden sich in der äußersten Rindenzone des Ovars. Sie bestehen aus der Oozyte I und einem einschichtigen Follikel­epithel aus flachen Follikelzellen. Primärfollikel sind durch Wachstum der Oozyte gekennzeichnet, sowie durch ihr iso- bis hochprismatisches Follikel­epithel mit basal stehendem, runden Zellkern. Im späten Primärfollikel ist bereits eine schmale Zona pellucida um die Oozyte sichtbar.

1 Primordialfollikel mit flachen Follikelzellen; 2 Primärfollikel mit isoprismatischen Follikelzellen; 3 Sekundärfollikel; 4 Tunica albuginea; 5 Spinozelluläres Bindegewebe

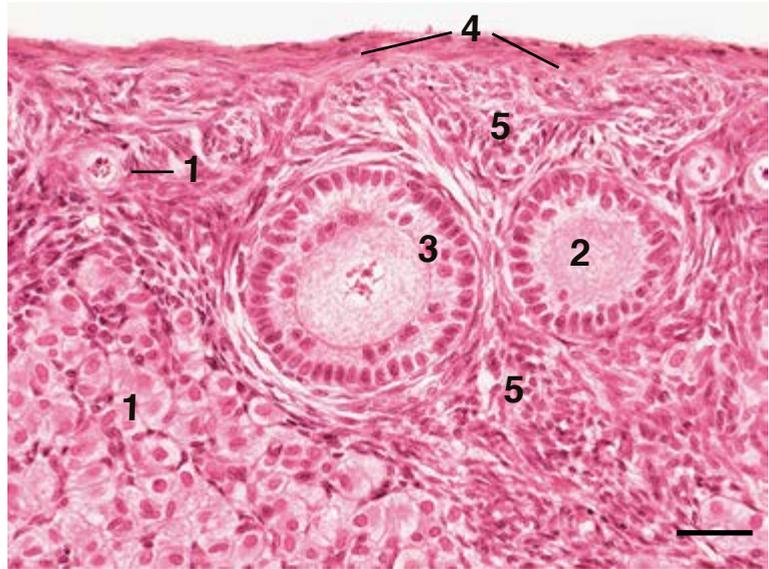


Abb. 16-7 Sekundärfollikel Ovar, Rind, Azan-Färbung, SB 40 µm

Der Sekundärfollikel ist durch eine starke Volumenzunahme der Oozyte gekennzeichnet. Das Follikel­epithel proliferiert und wird mehrschichtig. Zwischen Oozyte und Follikel­epithel bildet sich die Zona pellucida aus. Die die Follikel umgebenden Stromazellen differenzieren sich zur Theca folliculi. Sekundärfollikel verlagern sich in tiefere Schichten der Rinde, wo eine bessere Gefäßversorgung des wachsenden Follikels gewährleistet wird.

1 Oozyte I; 2 Kern der Oozyte; 3 Zona pellucida (blau); 4 Mehrschichtiges Follikel­epithel; 5 Theca folliculi; 6 Bindegewebe; 7 Lymphgefäß

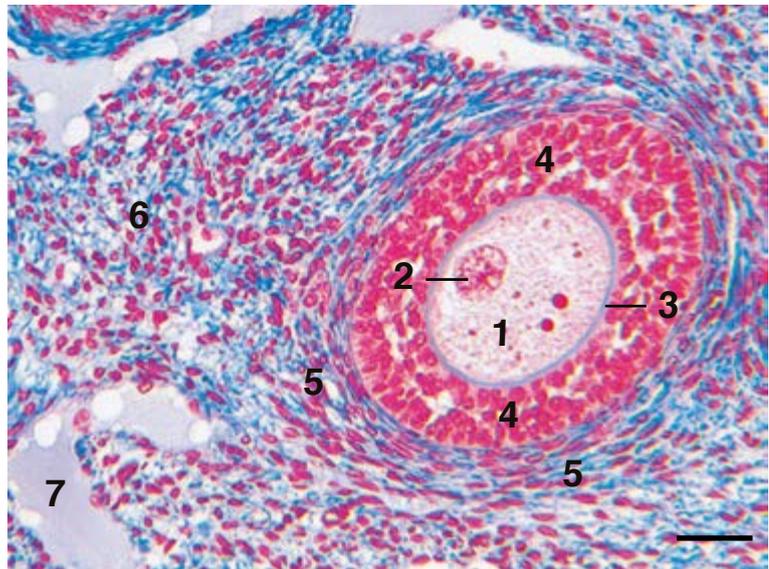
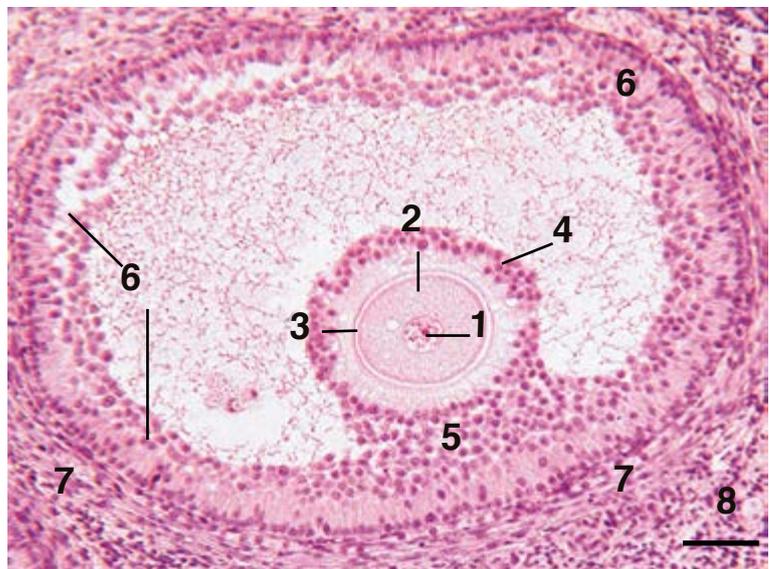


Abb. 16-8 Tertiärfollikel, Ovar, Katze, Hämatoxylin-Eosin, SB 80 µm

Beim Tertiärfollikel bilden die inneren Follikel­epithelschichten den Eihügel (Cumulus oophorus), in dem die Oozyte exzentrisch zu liegen kommt. Die der Oozyte direkt anliegenden Follikelzellen werden als Corona radiata bezeichnet. Die übrigen Follikelzellen umschließen das Antrum folliculi. Die Stromazellen haben sich zur zellreichen, androgenproduzierenden Theca interna und zur faserreichen Theca externa differenziert.

1 Kern der Oozyte I; 2 Oozyte I; 3 Zona pellucida; 4 Corona radiata; 5 Cumulus oophorus; 6 Follikelzellen; 7 Theca interna; 8 Theca externa



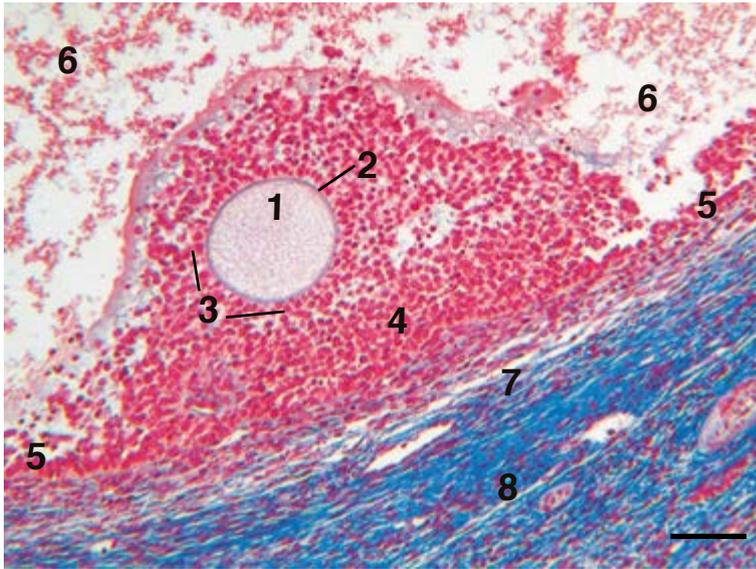


Abb. 16-9 Cumulus Oophorus, Ovar, Rind, Azan-Färbung, SB 80 µm

Der Eihügel (Cumulus oophorus) beherbergt die Oozyte I im Tertiär- und Graaf-Follikel. Die die Oozyte umgebenden Follikelzellen bilden die Corona radiata. Die übrigen Follikelzellen werden auch als Granulosaschicht bezeichnet. Von innen nach außen (vom Antrum folliculi ausgehend) kann man Apikalzellen, Intermediärzellen und Basalzellen unterscheiden.

1 Oozyte I; 2 Zona pellucida; 3 Corona radiata; 4 Cumulus oophorus; 5 Follikelzellen; 6 Antrum folliculi mit Follikelflüssigkeit; 7 Theca interna; 8 Theca externa



Abb. 16-10 Corpus luteum, Ovar, Rind, Azan-Färbung, SB 312 µm

Nach der Ovulation verbleibt der Restfollikel im Ovar und wandelt sich zu einer temporären Hormondrüse, dem Gelbkörper (Corpus luteum) um. Die eingewanderten Zellen der Granulosaschicht differenzieren sich zu großen Granulosa-Luteinzellen, die Zellen der ehemaligen Theca interna zu Theca-Luteinzellen. Beide Zelltypen produzieren Progesteron, um eine mögliche Implantation der befruchteten Oozyte im Uterus zu gewährleisten. Bindegewebige Septen aus der ehemaligen Theca externa gliedern die Drüse in Läppchen.

1 Keimdrüsenepithel; 2 Corpus luteum; 3 Stroma ovarii; 4 Gefäß

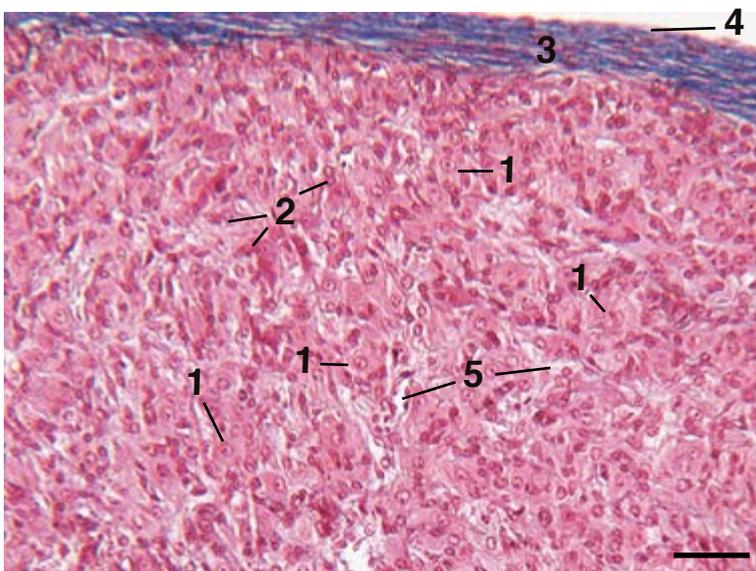


Abb. 16-11 Corpus luteum, Ovar, Rind, Azan-Färbung, SB 80 µm

Die Granulosa-Luteinzellen zeigen einen großen, ovalen Zellkern und präsentieren sich heller und größer als die Theca-Luteinzellen. Beide Zelltypen weisen Lipoeinschlüsse in ihrem Zytoplasma auf, was auf Steroidhormonsynthese hindeutet. Das Bindegewebe stellt sich in der Azanfärbung stets blau dar.

1 Granulosa-Luteinzellen (Große Luteinzelle); 2 Theca-Luteinzellen (Kleine Luteinzelle); 3 Tunica albuginea; 4 Keimdrüsenepithel; 5 Kapillaren

Abb. 16-12 Corpus albicans, Ovar, Rind, Hämatoxylin-Eosin, SB 300 µm

Bei der Rückbildung des Gelbkörpers (Corpus luteum) schwellen die Gefäßwände zunächst an und durch den Verschluss der Kapillaren unterliegen die Luteinzellen der fettigen Degeneration, Autolyse und Phagozytose. Kollagene und retikuläre Bindegewebsfasern vermehren sich über einen längeren Zeitraum. Wenn der gesamte ehemalige Gelbkörper durch Bindegewebsnarben durchsetzt ist, spricht man vom Corpus albicans.

1 Degenerationszone; 2 Gestautes Gefäß; 3 Bindegewebe

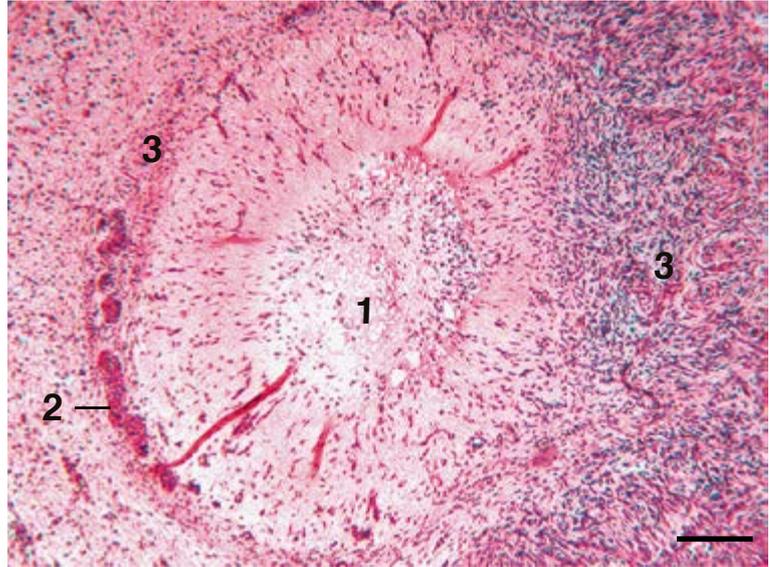


Abb. 16-13 Ovar, Wachtel, Hämatoxylin-Eosin, SB 825 µm

Die meisten Vogelarten bilden nur das linke Ovar aus. Vögel besitzen Primordialfollikel, prävitelline Follikel und vitelline Follikel. Alle Follikelstadien enthalten nur ein einschichtiges Follikel­epithel (Granulosazellen). Es wird keine Follikelhöhle mit Liquor folliculi gebildet. Die schnell wachsenden Oozyten lagern in großer Menge Dotter ein und sind lediglich von der Perivitellinmembran (dem aviären Äquivalent zur Zona pellucida der Säuger) und den Granulosazellen umgeben.

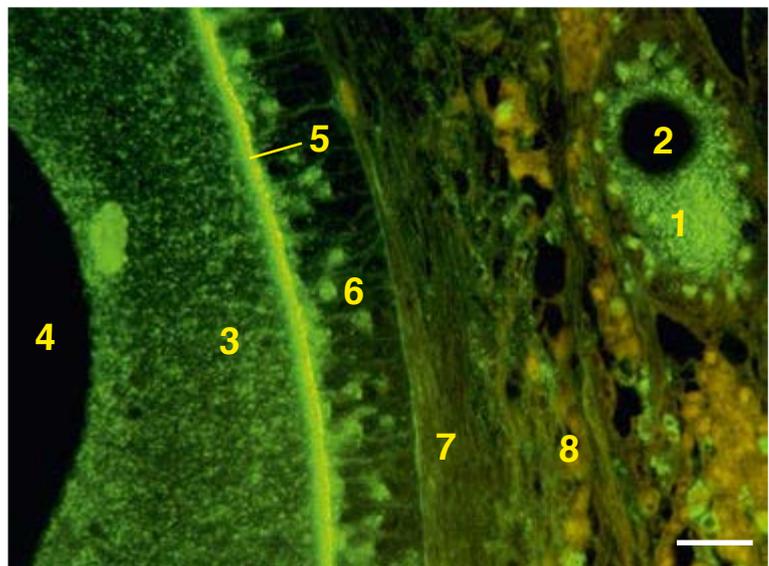
1 Primordialfollikel; 2 Prävitelline Follikel; 3 Vitelline Follikel; 4 Atretischer Follikel; 5 Markzone



Abb. 16-14 Perivitellinmembran, Ovar, Wachtel, Immunhistochemischer Nachweis von ZP3, SB 40 µm

Die 1–2 µm breite Perivitellinmembran ist das Äquivalent zur Zona pellucida der Säuger. Sie wird zwischen der Oozyte und den Granulosazellen eingebaut und spielt eine wichtige Rolle bei der Befruchtung (Spermienbindung, Einleitung der Akrosomenreaktion). Die fünf verschiedenen Glykoproteine, aus denen ihr Netzwerk besteht, werden in der Leber, den Granulosazellen und der Oozyte gebildet.

1 Oozyte eines kleinen prävitellinen Follikels mit Kern (2); 3 Oozyte eines großen prävitellinen Follikels mit Kern (4); 5 Perivitellinmembran; 6 Granulosazellen; 7 Theca interna; 8 Theca externa



Autoren



**Univ.-Prof. Dr. med. vet. Dr. med. univ. (Wien)
Dr. med. habil. (Regensburg)
Dr. h.c. (Cluj) Fred Sinowatz**

ist in Steyr in Oberösterreich geboren und hat Tiermedizin sowie Humanmedizin in Wien studiert. Er ist ehemaliger Inhaber des Lehrstuhls für Tieranatomie II, insbesondere Allgemeine Anatomie, Histologie und Embryologie und des Lehrstuhls für Anatomie, Histologie und Embryologie der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Er war als Visiting Professor an der University of Queensland, Brisbane, der University of Wisconsin, Madison, der University of Kuwait, der St. George's University of Grenada sowie der University of Ghent tätig. Als Autor hat er zahlreiche Publikationen in internationalen wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht sowie Standardlehrbücher der Tiermedizin und Humanmedizin verfasst, die in mehrere Sprachen übersetzt wurden. Er ist Editor-in-Chief von „Anatomia Histologia Embryologia“, der Zeitschrift der World Association of Veterinary Anatomy, sowie Mitglied des Editorial Board weiterer internationaler wissenschaftlicher Zeitschriften („Cells Tissues Organs“; „Folia Biologica: Journal of Cellular and Molecular Biology“). Seine Forschungsschwerpunkte sind die Immunhistochemie und Ultrastruktur der Reproduktionsorgane, die frühe Embryonalentwicklung der Haussäugetiere, die Mechanismen der Angiogenese und die experimentelle Krebsforschung.

✉ fred.sinowatz@lmu.de



PD Dr. med. vet. Daniela Rodler

ist in München geboren und hat Tiermedizin in München studiert. Sie ist Privatdozentin für Anatomie, Histologie und Embryologie an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München und Fachtierärztin für Anatomie und Embryologie. Als Visiting Professor war sie an der St. George's University of Grenada tätig. Sie ist Mitglied des Editorial Board von „Anatomia Histologia Embryologia“, der Zeitschrift der World Association of Veterinary Anatomy, und „Translational Research in Anatomy“. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die vergleichende Morphologie der Vögel sowie die Angiogenese im Ovar der Vögel und der Säugetiere.

✉ daniela.rodler@lmu.de

Sachverzeichnis

Fett gedruckte Seitenzahlen verweisen auf Abbildungen.

- 1. Reifeteilung 29, 163
- 2. Reifeteilung 29, 163
- α -Motoneuron **70**, 210, 238, 239, **244**
- γ -Motoneuron 209, 239

A

A-Streifen *siehe* Disci anisotropici
A-Zellen *siehe* Endocrinocyti alpha, Glucogenocyti
Abbildungssystem 14
Ableitende Harnwege **39**, 155
Adamantin 48, 117, 118, **131**
Adamantoblasten **131**
Adenohypophyse 77, 105, 106, **111**
Aderhaut *siehe* Chorioidea
Adiuretin, ADH 105, 107, 111, 154, 237, 247
Adrenalin 9, 109, **113**, **114**
Adrenokortikotropes Hormon, ACTH 106, 109
Adventitia *siehe* Tunica adventitia
Afferente Lymphgefäße *siehe* Vasa lymphatica afferentia
Agranulozyten, Agranulocyti 84
Akrosin 164
Akrosom, Acrosoma 164, 165
Aktinfilamente 21, 22, 58, 59, **62**, 209, 223
Akzessorische Geschlechtsdrüsen *siehe* Glandulae genitales accessoriae
Alcianblau-Färbung 5
Aldosteron 108, **113**, 154, 155
Allocortex 231, 232, 234
Altkleinhirn *siehe* Paläocerebellum
Alveoläre Endstücke/Drüsen *siehe* Alveoli glandulae
Alveolen 48, 118, 141, 144, 145, **148**, **149**, **174**, 197, **203–205**
Alveoli glandulae 35, 167, 196, 197, **199**, **205**, 218
Alveoli pulmones 143
Alveus 234
Amakrine Zellen *siehe* Neurocyti amacrini
Amboss *siehe* Incus
Ameloblasten, Ameloblasti *siehe* Anomaloblasti
Amitose 29

Ammonshorn *siehe* Cornu ammonis, Pes hippocampi
Amphizyten, Mantel-/Satellitenzellen *siehe* Gliocyti ganglionares
Ampulla 166, **173**, 180, **186**, 223
Ampulla ductus deferentis 161, 166, **173**
Ampulla membranacea 223
Analbeutel 124, 196
Analbeuteldrüsen *siehe* Glandulae sinus paranales
Analdrüsen *siehe* Glandulae anales
Analkanal *siehe* Canalis analis
Anaphase 28–**30**, 164
Anastomose 76, 123, 125, 167
Anomaloblasti 48
Angiotensin I 155
Angiotensin II 155
Angiotensinogen 155
Angulus iridocornealis 215
Anhangsorgane der Haut 193ff
Anleitung zum Zeichnen 15
Antrum folliculi 177–179, 181, **183–185**
Antrum mastoideum 220
Anulospirale Endigungen *siehe* Terminatio neuralis anulospiralis
Anulus tympanicus 220
Aortenkörperchen *siehe* Glomus aorticum
Apertur 13, 14
Apex pili 193, **199**
Apikaldendrit/Apikaler Dendrit 212, 233–235
Apokrine Drüsen 34, **41**, 196, 197, **199**, 220
Apokrine Sekretion 34, **41**, 196, 197, **199**, 218, 220
Aponeurose 45, 116, 219
Apoptose 28
Apparatus lacrimalis 213, 219
APUD-Zellen 142, 144
Äquivalentbild 3
Arachnoidea 217, 241
Arbeitsmuskelzellen 60
Arbeitsmuskulatur 59, 209, 210, 239
Arbor vitae 237, **245**
Archicerebellum 237
Archicortex 231, 232
Area centralis 217
Area centralis rotunda 217
Area striata 232–234, 236
Area gastricae 120

Arteria **52**, **73**, 75–77, **79**, **81**, 99, **169**, **189**, 218, **224**
Arteria hepatica 125, **139**
Arteria lienalis 99
Arteria interlobularis 125, **139**, 151, 153
Arteriae penicillares 99
Arterie *siehe* Arteria
Arterie vom muskulären Typ 76, **79**
Arteriola 76, **80**, **103**, **140**, **147**, **170**, **172**, **199**, **250**
Arteriola penicillares 99, **103**
Arteriole *siehe* Arteriola
Aryknorpel *siehe* Cartilagine aerytaenoidea
Assoziationsfasern 231, 236
Assoziationskerne 236
Assoziationszellen 215, 232, 240, 245
Astrocytus fibrosus 68, **72**, 107, 217
Astrocytus protoplasmaticus 68, **71**, 238, **246**
Astrozyten, Astrocyti 65, 68, **70–72**, **112**, 232, 238, **244**, **246**
Atmungsapparat *siehe* Systema respiratorium
Atretischer Follikel 178, 179, **185**
Atrialgranula 59
Atrioventrikularknoten 60
Auerbach-Plexus *siehe* Plexus myentericus
Auflösungsvermögen 13
Augapfel *siehe* Bulbus oculi
Auge *siehe* Oculus
Auge der Vögel 219
Augenhintergrund 214, 219
Augenhöhle *siehe* Orbita
Augenlid *siehe* Palpebra
Augenvordergrund **226**
Auricula 219
Auris externa 219
Auris interna 219–221, **230**
Auris media 219–221, **230**
Ausführungsgang *siehe* Ductus excretorius/secretorius
Außenglied *siehe* Segmenta externa
Außenkolben 208, **224**
Äußere Augenhaut, Sklera *siehe* Tunica externa/fibrosa bulbi
Äußere Gliagrenzmembran *siehe* Stratum limitans externum
Äußere Grundlamellen 47, **56**
Äußere Haut 115, 124, **128**, 141, 168, 181, 195–197, **200**, 218–220

Äußere Körnerschicht *siehe* Stratum nucleare/granulare externum
 Äußere plexiforme Schicht *siehe* Stratum plexiforme externum
 Äußere Pyramidenschicht *siehe* Stratum pyramidale externum
 Äußerer Gehörgang *siehe* Meatus acusticus externus
 Äußerer Tunnel *siehe* Cuniculus externus
 Äußeres Ohr *siehe* Auris externa
 Äußeres Schmelzepithel **131**
 Autolysosomen 25
 Axolemm(a) 66, 69
 Axon 66ff, **70, 72–74**, 208ff, **225**, 231ff, **244, 245, 247, 249**
 Axonema 27, 164, 165
 Axonhügel 65, **70**
 Axoplasma 67, 69, **111**
 Azan 5, **40, 63, 82**, 110, **111, 113, 130, 132, 169, 171, 183, 184, 228**
 Azetylcholin 242, 243
 Azidophile Zelle 106, **111**
 Azidophilie 5, 32
 Azinöse Endstücke/Drüsen 35

B

B-Immunoblasten 95
 B-Lymphozyten 44, 84, 88, 95, 96, 99, **103**
 B-Zellen *siehe* Endocrinocyti beta, Insulinocyti
 Backe **38**, 115, **128**
 Backendrüsen 117
 BALT 96
 Bandscheibe *siehe* Meniscus intercalaris
 Barr-Körperchen 20
 Bartholindrüse *siehe* Glandula vestibularis major
 Basaldendriten 232, 233, **246**
 Basalganglien 231, 234–236, 243, **248**
 Basalkörperchen 22, 23, 27, **172**, 217
 Basallamina 31, 32, 34, 65, 69, 77, 97, 143, 144, 153, 161, 163, 166, 214
 Basalmembran *siehe* Membrana basalis
 Basalzellen, Reservezellen *siehe* Epitheliocyti basales
 Basilarmembran *siehe* Membrana basilaris
 Basophile Zelle 106, **111**
 Basophiler Granulozyt 83, 84, 88–90, **92**
 Basophilie 5, 8
 Bauchspeicheldrüse *siehe* Pankreas, Pancreas
 Becherzellen 33, **38, 40**, 117ff, **137, 138**, 141–143, **146, 148, 250**
 Bedienung des Mikroskopes 14
 Befruchtung 164, 179, 180, **185, 186**
 Belegzelle 121, **135**
 Beleuchtungssystem 13, 14
 Bergmann-Glia, Bergmann-Zellen 68, **71**, 238
 Beschriftung 15
 Beugungsbild 14
 Bifurcatio tracheae 142

Bindegewebe *siehe* Textus connectivus
 Bindegewebige Wurzelscheide 193, 194, **199, 200**
 Bindegewebsbalken, -Trabekel *siehe* Trabeculae (splenicae)
 Bindegewebsfasern *siehe* Fibrae textus connectivi
 Bindegewebskapsel *siehe* Capsula fibrosa
 Bindegewebszellen **38**, 43, **51, 74**
 Bindehaut *siehe* Conjunctiva
 Bindehaut des Lids *siehe* Conjunctiva palpebrae
 Bindehautfalte *siehe* Plica semilunaris
 Binnenzellen 239, 240
 Biogene Amine 9, 107
 Bipolare Ganglienzelle 217, **228**
 Bipolare Nervenzelle 66, 212, 217, 223, **225**
 Bläschendrüse *siehe* Glandula vesicularis
 Blasenknorpel **56**
 Blättchenhorn **202**
 Blättermagen *siehe* Psalter, Omasum
 Blattformige Papille *siehe* Papilla foliata
 Bleizitrat 10
 Blinddarm *siehe* Zäkum
 Blinzknorpel 219, **228**
 Blut *siehe* Sanguis
 Blut-Hirn-Schranke 67, 68
 Blut-Hoden-Schranke 161, 162, **171**
 Blut-Liquor-Schranke 241
 Blut-Luft-Schranke *siehe* Claustum aërosanguineum
 Blut-Thymus-Schranke 96, 97
 Blutgefäß **55, 56, 72**, 75–77, **79–81**, 99, **101, 102, 111, 248**
 Blutgefäßsystem der Milz 99
 Blutgerinnung 45, 83, 84
 Blutkreislauf 75, 98, 105, 237, 242, **248**
 Blutlymphknoten *siehe* Splenoide Knoten, Hämolympfknoten
 Blutplättchen *siehe* Thrombozyten, Thrombocyti
 Blutsinus **93**, 195, **200**, 207
 Blutzellen der Vögel 88
 Blütendoldenförmige Endigungen *siehe* Flower-Spray-Endigungen
 Bodian-Färbung 6, **70, 71, 244, 245**
 Bogengänge *siehe* Canales semicirculares
 Borna-Virus 235
 Bouin-Lösung 3
 Bowman-Drüsen *siehe* Glandulae olfactoriae
 Bowman-Kapsel *siehe* Capsula glomeruli
 Bowman-Membran *siehe* Lamina limitans anterior
 Braunes Fettgewebe *siehe* Textus adiposus fuscus
 Brechungsindex 13
 Bries 96, 97, **100**
 Brodmann-Rindenfelder 234
 Bronchien 141ff, **148**
 Bronchiolus (respiratorius) **149**
 Bronchuli 144
 Bronchus 143, 145, **148, 149**

Bronchus lobaris 143
 Bronchus principalis 142, 143, 145
 Bronchus segmentales 143
 Bruch-Membran *siehe* Lamina vitrea
 Brücke *siehe* Pons
 Brunner-Drüsen 123, **137**
 Brustfell *siehe* Pleura
 Buccae 115
 Burdach-Strang *siehe* Fasciculus cuneatus
 Bürstensaum 32, 126, 143, 154
 Bürstensaumzellen *siehe* Epitheliocyti microvillosi
 Bulbus oculi 213, 219, **226, 227**
 Bulbus olfactorius 212, 234, 237, **247**
 Bulbus pili 193–195, **199, 200**
 Bursa nuclearis myocyti 209

C

C-Zellen 107, 108, 110, **112**
 Cajal-Zellen 232, **246**
 Calices renales 151, 155, 156
 Caliculi gustatorii 116, **130, 131**, 210, 211, **225**
 Camera anterior bulbi 213–215, **226**
 Camera posterior bulbi 213, 214, **226**
 Canales semicirculares 220–223
 Canaliculus bilifer 125
 Canalis analis 118, 124
 Canalis centralis 47, **56**, 239, 240, **244, 248**
 Canalis radialis dentis 118
 Capsula adiposa 45, 151
 Capsula fibrosa 96, 98, **100, 101**, 107, 108, **112**, 151, **157**
 Capsula glomeruli 152, **157, 158**
 Capsula lentis 218
 Caput 164, 165
 Caput epididymidis 166, **172**
 Cardia 120, **134, 135**
 Cartilagine aërytaenoidea 142
 Cartilagine tracheales 142, **147**
 Cartilago cricoidea 46, 142, **147**
 Cartilago elastica 44, 46, **54**, 142, 144, **147**
 Cartilago fibrosa 44, 46, **54**, 195
 Cartilago hyaline 44, 46, 48, **54**, 142, 144, **146–148, 229**
 Cartilago thyreoidea 46, 142, **147**
 Cartilago vomeronasalis 213
 Carunculae 180, **187**
 Cauda epididymidis 166, **172**
 Cavitas pulpae 48, 118
 Cavum medullare 48
 Cavum nasi 118, 141, **146**
 Cavum oris 115ff
 Cavum pharynges 118, **129**
 Cavum tympani 220, 221, **230**

- Cellula 19ff, **30**, 31ff, **36–40**, 43ff, **50–55**, 57ff, **61–63**, 65ff, **70–74**, 75–77, **79**, **80**, **82**, 83ff, **90–93**, 95ff, **100–103**, 105ff, **111–114**, 117ff, **130–132**, **134–140**, 141ff, **146**, **148**, **149**, 152ff, **158**, **159**, 161ff, **169–174**, 177ff, **182–186**, **188**, **189**, 191ff, **198–201**, **203–205**, 207ff, **224**, **225**, **227**, **228**, 231ff, **244–250**
- Cellula spermatogonica 161ff, **171**
- Cellulae iuxtaglomerulares 155, 156
- Cellulae reticuli 121, **134**
- Cementum 48, 49, 117, 118
- Centriolum 27, 164, 165
- Cerebellum **71**, **72**, 231, 237, 243, **245**, **248**
- Cerebrum **71**, 231, 243, **248**
- Cerumen 220
- Cervix dentis 48, 49, 117
- Cervix uteri 181, **188**
- Choanen 141
- Cholesterol 109
- Cholezystokinin/Pankreozymin 123
- Chondrale Ossifikation *siehe* Osteogenesis cartilaginea
- Chondroklasten 48, **56**
- Chondrone 46
- Chondrozyten, Chondrocyti 46, 48, **54**
- Chorioidea 213, 214, 218, **226**, **227**, **229**
- Chorionzotten **189**
- Chromaffine Zellen 109, 110, **113**, **114**
- Chromatin 20, **89**, **90**, **92**, 163, 164
- Chromophile Zelle 106, **111**
- Chromophobe Zelle 106, **111**
- Chromosomen 19, 20, 29, **30**, 163, 164
- Cilia 218, **228**
- Cisterna terminalis 58–60
- Clara-Zellen 142–144
- Claudius-Zellen 222
- Clastrum aerosanguineum 143, 144
- Cochlea 220–222, **230**
- Cohnheim-Feldung 58, **62**
- Collum 164, 165
- Columna dorsalis 239
- Columna lateralis 239
- Columna ventralis 239, 240
- Columnae renales 151
- Commissura alba 240
- Complexus dictyosomaticus 19ff, 32–34, 43, 44, 86, 87, 125, 126, 164, 213, 216
- Complexus iuxtaglomerularis 155, 156
- Conchae nasals **146**
- Conjunctiva 213, 218, 219 **228**
- Conjunctiva palpebrae 219
- Conus medullaris 238
- Cor 59, **63**, 75, 77, **79**,
- Corium **39**, **128**, 191ff, **198–202**, **224**
- Cornea 213ff, **226**, **229**
- Cornu ammonis, Pes hippocampi 234, 235, **246**
- Cornu dorsale 239, 240, **244**
- Cornu ventrale 233, 239, **244**
- Cornua 196
- Cornua uteris 180
- Corona dentis 48, 49, 117
- Corona radiate 164, 177, 179, **183**, **184**
- Corpus albicans 180, **185**
- Corpus cavernosum 167, 168, **175**
- Corpus ciliare 213–215, **226**, **227**
- Corpus epididymis 166
- Corpus luteum 177–**182**, **184**, **185**
- Corpus mammillare 237
- Corpus medullare 231
- Corpus pineale 107, **112**
- Corpus prostatae 167, **174**
- Corpus rubrum **80**
- Corpus spongiosum 167, 168, **175**
- Corpus vitreum 213, 218, 219, **226**, **229**
- Corpuscula lamellose 193, 208, **224**
- Corpuscula sensorium noncapsulata 208
- Corpusculum renale 151–**159**
- Cortex cerebelli **70**, **71**, 237, 238, 243, **245**, **248**
- Cortex cerebri **70**, **71**, 231ff, **246**, **248**
- Cortex glandulae suprarenalis 108, 109, **113**
- Cortex ovarii 177, **182**, **183**
- Cortex renis 151, **157**
- Corti-Organ *siehe* Organum spirale
- Corticalis *siehe* Substantia compacta
- Cowper-Drüsen 167
- Crista ampullaris 223
- Cristae reticuli 121, **134**
- Crusta 32, **39**, 155, **159**
- Cumulus oophorus 177–179, **183**, **184**
- Cuniculus externus 222
- Cuniculus internus 222, 223
- Cuticula gastrica 127, **136**
- Cuticula vaginalis 194
- Cutis **39**, **41**, 115, 124, **128**, 191ff, **198–205**, 218–220
- Cytoplasma 24ff, **30**, 31, 34, **36**, **38–40**, 43–45, **52**, 57, 60, **63**, 65, 68, 69, **74**, 83ff, **89–93**, 108, 109, **111**, 117, 121, 122, **132**, **140**, 161–163, **173**, **184**, 192, **198**, **201**, 242, **249**
- Cytoskeleton 21, 22, 27, **70**, 161
- D**
- D-Zellen *siehe* Endocrinocyti delta
- Dämmerungssehen 215
- Darmepithel 33, 122, 123
- Darmschleimhaut 44, 122
- Darmzotten 123, 124, **138**
- Deckglas 7, 13–15
- Deckzellen 32, **39**, 144, **149**, **189**
- Dehydrierung 3
- Deiter-Stützzellen 222
- Dendrit, Dendritum 66, 67, **70**, **71**, **73**, 232ff, **244**, **245**, **249**
- Dendrocyti 33, 191, 192
- Dens 48, 49, 117, 118, **131**
- Dentin, Zahnbein *siehe* Dentinum, Substantia eburnea
- Dentinoblasti 48, 49, 117, **131**
- Dentinum 44, 48, 49, 117, 118, **131**
- Depotfett 45, 193
- Dermis **39**, **128**, 191ff, **198–202**, **224**
- Descemet-Membran *siehe* Lamina limitans posterior
- Desmale (direkte) Ossifikation 48, **55**
- Desmosom *siehe* Macula adhaerens
- Diakinese 29, 163, 164
- Diaphyse 48, **56**
- Dickdarm *siehe* Intestinum crassum
- Dictyosomen 25
- Diencephalon **112**, 231, 236, 243
- Diff-Quick-Färbung 6, **89–91**
- Diöstrus 178
- Diplosomen 27
- Diplotän 163, 164
- Disci anisotropici 58
- Disci intercalares 59, 60, **63**, 75
- Disci isotropici 58
- Discus nervi optici 213, 215
- Disse-Raum *siehe* Spatium perisinusoideum
- Disseminiertes endokrines System 110
- Distaler Tubulus 154–156, **157–159**
- Dogiel-Körperchen 208
- Dopamin 9, 235, 242
- Dornensynapsen 66, 232, 233, 235, **245**
- Dorsalhorn *siehe* Cornu dorsale
- Dorsalsäule *siehe* Columna dorsalis
- Dorsalstrangbahnen 240
- Dorsalwurzel 242, **244**, **249**
- Double-Bouquet-Zellen 232
- Drittes Augenlid, Nickhaut *siehe* Palpebra tertia
- Drüsenendstück 33, 34, **40**, 117, **132**, **140**, **174**, 196, 197, **203–205**
- Drüsenepithel *siehe* Epithelium glandulare
- Drüsengänge **203**, **204**
- Drüsenmagen *siehe* Proventriculus, Pars glandularis
- Drüsenmagen der Vögel 127
- Ductuli efferentes 166, 168, **172**
- Ductus alveolaris/alveolares 144, **149**
- Ductus alveolaris lactiferi 197
- Ductus bilifer interlobularis 125
- Ductus choledochus 32, 125, **139**
- Ductus cochlearis 220–223, **230**
- Ductus cysticus 125
- Ductus deferens 166, **173**
- Ductus epididymidis 166, **172**
- Ductus excretorius 32–34, **37**, **40**, **41**, 115ff, **128**, **129**, **131–133**, **140**, 142, 144, **146**, 166, **174**, 196, 197, **203**
- Ductus hepaticus 125
- Ductus intercalati 34, **40**, 117, 126, **132**, **140**
- Ductus interlobares 117
- Ductus interlobularis 32, 125, **139**
- Ductus lactiferi colligentes 197, **204**
- Ductus lactiferi interlobulares 197
- Ductus papillares 153, 154, **157**, **158**
- Ductus papillaris 197, **204**, **205**
- Ductus perilymphaticus 220
- Ductus secretorius 32–34, **37**, **40**, **41**, 115ff, **128**, **129**, **131–133**, **140**, 142, 144, **146**, 166, **174**, 196, 197, **203**
- Ductus striati 34, **40**, 117, 126, **132**, **140**
- Ductus thoracicus 78, **82**

- Duftdrüsen 34, 124, 193
 Dunkle Hauptzellen *siehe* Endocrinocyti principales densi
 Dünndarm *siehe* Intestinum tenue
 Duodenum 122ff, **137, 140**
 Dura mater 45, 217, 241
 Dynamik der Zellmembran 21
- E**
- Effektorhormone 105, 107, **111**
 Effektorzelle 85, 95, 96
 Efferente Lymphgefäße *siehe* Vasa (lymphatica) efferentia
 Eichel *siehe* Glans penis
 Eierstock, Ovar *siehe* Ovarium
 Eierstocksmark *siehe* Medulla ovarii, Zona vasculosa
 Eierstocksrinde *siehe* Cortex ovarii, Zona parenchymatosa
 Eigendrüsen, Fundusdrüsen *siehe* Glandulae gastricae propriae
 Eigenschicht der Hornhaut *siehe* Substantia propria corneae
 Eihügel *siehe* Cumulus oophorus
 Eileiter *siehe* Tuba uterina, Salpinx
 Eileiterepithel 22, 180, **186**
 Einbettung 3
 Eingeweidesensibilität *siehe* Viszerorezeptoren
 Einhölig einfacher Magen 120
 Einhölig zusammengesetzter Magen 120
 Einschichtiges hochprismatisches (zylindrisches) Epithel *siehe* Epithelium simplex columnare
 Einschichtiges isoprismatisches (kubisches) Epithel *siehe* Epithelium simplex cuboideum
 Einschichtiges Plattenepithel *siehe* Epithelium simplex squamosum
 Einschluss histologischer Präparate 7
 Einzellige Drüsen **40**
 Eisenhämatoxylin-Färbung 6
 Eisenhämatoxylin-Pikrinsäure **202**
 Eizelle, Oozyte I, primäre Oozyte *siehe* Ovocytyus primarius
 Ekkrine (Merokrine) Sekretion 33, 34, **41, 128, 196, 197, 201**
 Elastica-Färbung **50, 54, 79, 81, 147**
 Elastische Bänder 44, 45
 Elastische Fasern 44–46, **50, 52–54, 75, 76, 79, 81, 142–144, 148, 149, 161, 165–167, 170, 173, 174, 181, 188**
 Elastischer Knorpel *siehe* Cartilago elastica
 Elektronenmikroskopie 9, 10
 Elongierte Spermatozoen **170, 171**
 Embryonales Bindegewebe 44
 Enameloblasten 118
 Enamelum dentis 48, 117, 118, **131**
 Enchondrale Ossifikation 48
 Enddarm 118
 Endhirn, Großhirn *siehe* Telencephalon, Cerebrum
 Endkörperchen (Eingekapselte Nervenendigungen) *siehe* Corpuscula sensorium noncapsulata
 Endocardium 60, **63, 75**
 Endocrinocyti alpha 109, 110, **114, 140**
 Endocrinocyti beta 95, 96, 110, **114, 140**
 Endocrinocyti delta 110, **114, 123, 140**
 Endocrinocyti interstitials 24, 25, 161, 168, **169–171**
 Endocrinocyti oxyphilici 108, **112**
 Endocrinocyti principales 108
 Endocrinocyti principales densi 108
 Endocrinocyti principales lucidi 108
 Endoepitheliale Drüsen *siehe* Glandulae exocrinae intraepithelialis
 Endokard *siehe* Endocardium
 Endokrine Drüsen *siehe* Glandulae endocrinae
 Endokrine Zellen 109, 123, **136**
 Endokrines System *siehe* Systema endocrinum
 Endolymph 221–223
 Endometrium 180, **187**
 Endomitose 29
 Endomysium 59, **62, 63**
 Endoneurium 67, **73, 74**
 Endoplasmatisches Retikulum *siehe* Reticulum endoplasmaticum
 Endost 47, 48
 Endothel 75–78, **80–82**
 Endotheliocyti fenestrati 77, 107, 109
 Endotheliocyti nonfenestrati 77, 85, **93**
 Endothelzelle **74, 77, 80, 82, 93**
 Endozytose 19, 21, 34
 Endstück 33–35, **37, 40, 117, 126, 128, 132, 164, 165, 167, 171**
 Enterisches (intramurales) Nervensystem 243
 Entero-chromaffine Zellen, EC-Zellen 110, 123
 Enteroendokrines System 110
 Enterozyten **137, 138**
 Enzyme 8, 21, 24ff, 121, 124, 126, **140**
 Eosin 5, 6
 Eosinophile Metamyelozyten **51, 93**
 Eosinophiler Granulozyt *siehe* Granulocyti eosinophilici
 Ependym **112, 234, 241, 248, 249**
 Ependymzellen, Ependymocyti 68, **71, 112, 239**
 Epicardium 75
 Epidermis **128, 191ff, 198–200, 202, 204, 224, 228**
 Epididymale Spermienreifung 166
 Epididymis **37, 166, 172**
 Epiglottis **54, 142, 147**
 Epikard *siehe* Epicardium
 Epimysium 59
 Epineurium 67, **73, 242**
 Epipharynx 118
 Epiphyse, Zirbeldrüse *siehe* Corpus pineale
 Epithalamus 236
 Epithelgewebe *siehe* Textus epithelialis
 Epitheliale Wurzelscheide 194, **199, 200**
 Epitheliocyti basales **37–39, 121, 130, 131, 142, 143, 146, 166, 167, 172–174, 178, 179, 184, 189, 211–213, 225**
 Epitheliocyti columnares villi 122
 Epitheliocyti microvilloosi 142, 143
 Epitheliocyti neurosensorii baciliferi 66, 214–217, 219, **227–229**
 Epitheliocyti neurosensorii conifer 66, 215–217, 219, **227, 228**
 Epitheliocyti neurosensorii olfactorii **146, 212, 213, 225, 247**
 Epitheliocyti sensori pilosi 222, 223
 Epitheliocyti sustentantes **146, 210–213, 222, 223, 225, 228**
 Epitheliocyti tactilis 191, 192, 207
 Epitheliocyti anterius (corneae) 213, **226**
 Epitheliocyti glandulare 32, **40, 41, 112, 121, 122, 167, 173, 174, 203**
 Epithelium lentis 218
 Epithelium mucosae 122
 Epithelium posterius (corneae) 214, **226**
 Epithelium pseudostratificatum columnare 32, 34, **38, 156, 212**
 Epithelium pseudostratificatum columnare ciliatum 116, 118, 141–144, 221
 Epithelium simplex columnare 32, **37, 117ff, 134–138, 140, 142, 143, 146, 154, 158, 166, 167, 173, 174, 177ff, 182, 183, 186–188, 197, 203, 219ff**
 Epithelium simplex cuboideum 32, **36, 37, 40, 101, 107, 112, 117, 125, 126, 139, 154, 158, 171, 182, 197, 199, 203, 204, 218, 223**
 Epithelium simplex squamosum 31, **36, 75, 76, 119, 149, 214**
 Epithelium stratificatum squamosum cornificatum 32, **38, 39, 115ff, 128–131, 133, 134, 188, 197, 198, 201**
 Epithelium stratificatum squamosum noncornificatum 32, **38, 115ff, 133, 141, 142, 213, 226**
 Epithelium superficiale 31, 33, 121, 124, **137, 138, 186**
 Epithelium transitionale 32, **39, 155, 156, 158, 159, 174, 175**
 Epithelkörperchen, Nebenschilddrüse *siehe* Glandulae parathyreoideae
 Epitheloide juxtaglomeruläre Zelle *siehe* luxtaglomerulocyti, Cellulae iuxtaglomerulares
 Epithelzellen 31, 32, 34, **37, 122, 126, 136, 140, 142, 146, 191, 193, 214, 220**
 Eröffnungszone 48, **56**
 Ersatzknochen 48
 Erythroblast 85, 87, **93**
 Erythroblastennester **51**
 Erythropoese, Erythrocytopoiesis **51, 85, 93, 151**
 Erythrozyten, Erythrocyti **80, 83, 85, 88, 89–92, 98, 99, 102, 103, 248**
 Euchromatin, Euchromatinum 20
 Euter *siehe* Glandula mammaria

Exoepitheliale Drüsen *siehe* Glandulae exocrinae extraepithelialis
 Exokrine Drüsen *siehe* Glandulae exocrinae
 Exozytose 19, 21, 25, 33, 34, **41**, 106, 192
 Extraglomeruläre Mesangiumzelle, Goormaghtigh-Zelle, Lacis-Zelle *siehe* Insulae iuxta vasculares
 Extrahepatische Gallenwege 125
 Extrapiramidale Bahn 240

F

F-Zellen 110, **114**, 123
 Fadenförmige Papille *siehe* Papilla filiformis
 Fakultatives Heterochromatin 20
 Färben 5
 Färbungen 5–7
 Fascia dentata 232, 234, 235, **246**
 Fasciculus cuneatus 240
 Fasciculus gracilis 240
 Faseriger Astrozyt, Langstrahler *siehe* Astrocytus fibrosus
 Faserknochen/Geflechtknochen *siehe* Os membranaceum reticulofibrosum
 Faserknorpel/kollagenfaseriger Knorpel *siehe* Cartilago fibrosa
 Feintrieb 14, 15
 Felsenbein 221, **230**
 Fenestra rotunda 220, 221
 Fenestra vestibuli 220, 221
 Fenestriertes Endothel *siehe* Endotheliocyti fenestrati
 Fettgewebe *siehe* Textus adiposus
 Fettkapsel *siehe* Capsula adiposa
 Fettkörper *siehe* Textus adiposus
 Fettmark 85, **93**
 Fettzellen 45, **52**, **63**, **73**, **82**, 87, **93**, **200**, **203**
 Feulgen-Reaktion 6
 Fibrae lentis 218
 Fibrae textus connectivi 43–45, **51**, **73**, **113**, **185**
 Fibrae zonulares 214, 218, **226**, **227**
 Fibrillärer Astrozyt 68, **72**
 Fibroblast **37**, 43–45, **52**, 57, **61**, **63**, **80**, 197, **205**
 Fibrozyten 43–45, **50**, **53**, 143
 Filum olfactorium 247
 Filum terminale 238, 241
 Fissurae 231, 243, **248**
 Fixierung 3
 Flagellum 164, 165
 Flimmerepithel *siehe* Epithelium pseudostratificatum columnare ciliatum
 Flimmerzellen 142–144, 166, **172**, 180
 Flotzmaul *siehe* Planum nasolabiale
 Flotzmaul drüsen **128**, 196
 Flower-Spray-Endigungen 209
 Flügelzellen 45, **53**
 Flüssig-Mosaik-Modell 21
 Folliculi lienales 95, 99, **103**
 Folliculi lymphatici 95ff, **102**, 120, 123, 124, **134**, **137**

Folliculi lymphatici aggregati 96, 124, **137**, 219
 Folliculi lymphatici solitarii 96
 Folliculus ovaricus primordialis 177–179, **182**, **183**, **185**
 Follikelarterie 99, **103**
 Follikelflüssigkeit 178, **184**
 Follikelhöhle *siehe* Antrum folliculi
 Follikelzellen 177–179, **183**, **184**
 Fontana-Räume *siehe* Spatia anguli iridocornealis
 Formaldehyd 3, 9
 Formatio reticularis 236, 237, 240
 Formol 3, 9
 Foveolae gastricae 120, 121, **136**
 Freie (mobile) Bindegewebszellen 43
 Freie Nervenendigung *siehe* Terminations nervales liberae
 Fruktose 167
 Fundus 120, 121, **135**
 Fundusdrüsen *siehe* Glandulae gastricae propriae
 Funiculi 240
 Funiculus dorsalis 240
 Funiculus lateralis 240
 Funiculus ventralis 240, **244**
 Funktionsstörungen des Mikroskopes 15
 Furchen *siehe* Fissurae
 Fusus neuromuscularis 208–210, 239
 Fusus neurotendineus 210

G

G-Zellen 123, **136**
 G1-Phase 28
 G2-Phase 28
 GABA 235
 Gallenblase *siehe* Vesica biliaris/fellae
 Gallenblasengang *siehe* Ductus cysticus
 Gallengang *siehe* Ductus interlobularis/choledochus
 Gallenkanälchen *siehe* Canaliculus bilifer
 Gallenkapillaren 125
 Gallertiges Bindegewebe 44, **51**
 GALT 96
 Gamma-Innervation 209
 Ganglienzellen 65ff, **70**, **71**, **73**, 106ff, **114**, 208ff, **224**, **225**, **227**, **228**, 231ff, **244–250**
 Ganglienzellschicht *siehe* Stratum ganglionare
 Ganglion coeliacum 240, 242
 Ganglion mesentericum caudale 240, 242
 Ganglion mesentericum craniale 240, 242
 Ganglion spinale 66, **73**, 242, **249**
 Ganglion spirale cochleae 223
 Ganglion stellatum **73**, **249**
 Ganglion vestibulare 66, 221, 223
 Gap Junction 22–24, 32, 59, 60, 67, 215
 Gasaustausch 76, 141, 144, 145, **149**
 Gasaustauschendes System 144
 Gaster 120–123, **134**, **135**
 Gastrin 110, **114**, 121, 123
 Gaumen *siehe* Palatum
 Gaumendrüsen 117
 Gaumenmandel 97, **100**
 Gaumensegel 115, **129**
 Gebärmutter *siehe* Uterus
 Gebärmutterhals, Zervix *siehe* Cervix uteri
 Gebärmuttererschleimhaut *siehe* Endometrium, Tunica mucosa uteri
 Gedächtniszelle 95, 96
 Gefäßhaut *siehe* Tunica media/vasculosa bulbi
 Gefäßpol 151, 152, 154, 155
 Geflechtartiges/straffes Bindegewebe 45, 53
 Geflechtknochen *siehe* Os membranaceum reticulofibrosum
 Geflechtsschicht *siehe* Stratum reticulare
 Gefriermikrotom 5
 Gefriertrocknung 5
 Gehirn *siehe* Cerebrum
 Gehirn der Vögel 243
 Gehirnhaut/Hirnhaut 208, 231
 Gehörknöchelchen *siehe* Ossicula auditus
 Gekröse **36**
 Gelbkörper *siehe* Corpus luteum
 Gelenknorpel 46, 48, **200**
 Gemischte Drüse **40**, 115, 117, **132**, **228**
 Gemischte Endstücke 35, **40**, 117
 Gemischter Nerv **73**, **74**
 Genitalnervkörperchen *siehe* Dogiel-Körperchen
 GEP-Zellen 110
 Geruchsorgan *siehe* Organum olfactus
 Geruchssinn 141, 211, 236
 Gesamtvergrößerung 14
 Gesäuge *siehe* Glandula mammaria
 Geschlechtshormone 96, 109, **114**, 161, 177
 Geschmacksknospen *siehe* Caliculi gustatorii
 Geschmackorgan *siehe* Organum gustus
 Geschmackspapillen *siehe* Papillae gustatoriae
 Gezackte Grenzlinie *siehe* Ora serrata
 Gianuzzi-Halbmonde *siehe* Semilunae serosae
 Giemsa-Färbung 6, **51**
 Glandula bulbourethralis 167, **174**
 Glandula mammaria 196, 197, **203–205**
 Glandula mandibularis 33, **40**, 117, **132**
 Glandula parotis 33, 34, **37**, **40**, 117, 126, **132**
 Glandula pituitaria 105, 106, 109, **111**, 237
 Glandula profunda palpebrae tertiae 219, **228**
 Glandula prostatica 167, **173**, **174**
 Glandula sublingualis maior 117, **132**
 Glandula sublingualis monostomatica 117
 Glandula sublingualis polystomatica 117
 Glandula superficialis palpebrae tertiae 219, **228**
 Glandula tarsalis 218, 219, **228**

- Glandula thyreoidea **36**, 107, 108, **112**, **147**
- Glandula vesicularis 167, **173**
- Glandula vestibularis major 181
- Glandulae anales 124, 196
- Glandulae bronchiales 144
- Glandulae cardiacae 120, **134**, **135**
- Glandulae ceruminosae 34, **41**, 124, **128**, 194, 196, **198–200**, 218, 220, **228**
- Glandulae circumanales 124, 196
- Glandulae cutis 196
- Glandulae endocrinae 33, **36**
- Glandulae exocrinae 33, 124
- Glandulae exocrinae extraepithelialis 33
- Glandulae exocrinae intraepithelialis 33, **40**, 141
- Glandulae gastricae 120, 121, **134**
- Glandulae gastricae propriae 120, 121
- Glandulae genitales accessoriae 166, **173**, **174**
- Glandulae intestinales 122–124, **137**, **138**
- Glandulae labiales 115, 117
- Glandulae lacrimales 219
- Glandulae linguales **131**
- Glandulae nasales 141
- Glandulae oesophageales (propriae) 120, 133
- Glandulae olfactoriae **146**, 213
- Glandulae palatinae 115, **129**
- Glandulae parathyreoideae 108, **112**
- Glandulae pelvis renalis 155
- Glandulae profundae palpebrae tertiae 219, **228**
- Glandulae proventriculares 127
- Glandulae proventriculares profundae 127
- Glandulae proventriculares superficiales 127
- Glandulae pyloricae 120, 121, **136**
- Glandulae salivariae 116, 117, **132**
- Glandulae salivariae majores 117
- Glandulae salivariae minores 117
- Glandulae sebaceae 34, **41**, 124, **128**, 194, 196, **198–200**, 218, 220, **228**
- Glandulae sinus paranales 124
- Glandulae sublinguales 117, **132**
- Glandulae sublinguales minores 132
- Glandulae superficiales palpebrae tertiae 219, **228**
- Glandulae suprarenales 108, **113**
- Glandulae tracheales 142
- Glandulae uretericae 156, **159**
- Glandulae vestibularis 181
- Glans penis 167, 168, **175**
- Glanzstreifen *siehe* Disci intercalares
- Glaskörper *siehe* Corpus vitreum
- Glasobjektträger 5
- Glatte Muskelzellen *siehe* Myocyti leves
- Glatte Muskelschicht/Muskulatur *siehe* Textus muscularis nonstriatus
- Glattes endoplasmatisches Retikulum *siehe* Reticulum endoplasmaticum leve
- Glattes Muskelgewebe *siehe* Textus muscularis nonstriatus
- Glaukom 214, 218
- Gleichgewichts- und Hörorgan *siehe* Organum vestibulocochleare
- Gleichgewichtsorgan *siehe* Labyrinthus vestibularis
- Gliazellen, Gliocyti *siehe* Neuroglia
- Gliocyti ganglionares 69, **73**, 242, **249**
- Gliocyti radiales 68, 217, **228**
- Glisson-Trias, Lebertrias *siehe* Trias hepatica
- Globus pallidus 235, 236
- Glomerula cerebelli 238
- Glomerulum 152–155, **157**, **158**
- Glomerulum olfactorium 212, **247**
- Glomus aorticum 210
- Glomus caroticum 210
- Glucogenocyti 109, 110, **114**, **140**
- Glukagon 110, **114**, **140**
- Glukokortikoide 109, **113**
- Glukoneogenese 109, 110
- Glutaraldehyd 3, 9
- Glykogen 6, 7, 60, **63**, 161, **173**
- Glykogenolyse 110
- Glykokalix 21
- Glykosaminoglykane 5, 6, 45, 48, 192
- Goldner-Färbung 5, 7
- Golgi-Apparat *siehe* Complexus dictyosomaticus
- Golgi-Imprägnation 6, **72**, **245**
- Golgi-Mazzoni-Körperchen 208
- Golgi-Sehnorgan 210
- Golgi-Typ-I-Neurone/Nervenzellen **70**, 231
- Golgi-Typ-II-Neurone/Nervenzellen **70**, 231
- Goll-Strang *siehe* Fasciculus gracilis
- Goormaghtigh-Zelle *siehe* Insulae iuxtavasculares
- Graaf-Follikel, sprungreifer Follikel *siehe* Tertiärfollikel
- Granulationes arachnoideales 241
- Granulocyti eosinophilici 83, 86, 88, **89**, **90**, 92
- Granulopoese, Granulocytopoese 85, **93**
- Granulomer 84
- Granulosa-Luteinzellen, große Luteinzellen *siehe* Granulosaluteocyti
- Granulosaluteocyti 179, **184**
- Granulosazellen **185**
- Granulozyten, Granulocyti 43, **51**, **52**, **80**, 83–88, **89–92**, **205**
- Graue Substanz *siehe* Substantia grisea
- Grenzstrang *siehe* Truncus sympathicus
- Grids 10
- Grimmdarm *siehe* Kolon
- Große Luteinzelle *siehe* Granulosaluteocyti
- Große Lymphozyten 84, 88, **89**, **91**
- Große Speicheldrüsen *siehe* Glandulae salivariae majores
- Großhirn *siehe* Telencephalon, Cerebrum
- Großhirnhälfte *siehe* Hemisphäre
- Großhirnmark *siehe* Corpus medullare
- Großhirnrinde *siehe* Cortex cerebri
- Grundplasma *siehe* Hyaloplasma, Zytosol
- Grundsubstanz *siehe* Matrix extracellularis textus connectivi
- Gyri 231, 234, 238, 243, **248**
- Gyrus dentatus *siehe* Fascia dentata
- Gyrus postcruciatatus 232, 233, 236
- Gyrus praecruciatatus 232, 233
- ## H
- H-Zone 58
- Haarbalg 57, 195, **199**, 207, 218
- Haare *siehe* Pili
- Haarfollikel 194
- Haarpapille *siehe* Papilla pili
- Haarschaft *siehe* Scapus pili
- Haarspitze *siehe* Apex pili
- Haarwurzel *siehe* Radix pili
- Haarzellen *siehe* Epitheliocyti sensorii pilosi
- Haarzwiebel *siehe* Bulbus pili
- Haftplatten 57
- Hämalaun-Eosin 6, **73**, **82**
- Hämalaun-Orcein 6, 44, 46, **54**, **147**
- Hämalaun-Phloxin **51**
- Hämatoxylin 5, 6, 20
- Hämatoxylin-Eosin (HE) 6
- Hammer *siehe* Malleus
- Hämolympfknoten **102**
- Hämopoese 85
- Hämoretikuläres Bindegewebe **93**
- Hämoretikuläres Gewebe **51**
- Hämozytoblast 85, 88
- Harder-Drüse *siehe* Glandulae profundae palpebrae tertiae
- Harnblase *siehe* Vesica urinaria
- Harnleiter *siehe* Ureter
- Harnröhre *siehe* Urethra
- Harnröhrenzwiebeldrüse *siehe* Glandula bulbourethralis
- Harnsystem *siehe* Systema urinarium
- Harte Hirnhaut *siehe* Dura mater, Pachymeninx
- Harter Gaumen *siehe* Palatum durum
- Hassal-Körperchen 15, 96, **100**
- Haube, Netzmagen *siehe* Reticulum
- Haubenleisten *siehe* Cristae reticuli
- Haubenzellen *siehe* Cellulae reticuli
- Hauptbronchus *siehe* Bronchus principalis
- Hauptstück, proximaler Tubulus *siehe* Tubulus proximalis
- Hauptzellen **37**, 108, **112**, 121, **135**, 166, 167, **172–174**
- Haut *siehe* Integumentum, Cutis
- Haut und Anhangsorgane 191ff
- Hautdrüsen *siehe* Glandulae cutis
- Häutiges Labyrinth 221, 222
- Hautsinne 207, **224**
- Havers-Kanal *siehe* Canalis centralis
- Helle Hauptzellen *siehe* Endocrinocyti principales lucidi
- Hemisphäre 231, 237, **248**
- Henle-Schleife 154, 156, **157**, **159**
- Hensen-Zellen 222
- Hensen-Zone 58

Hepar **50**, 124–126, **139**
 Heparin 5, 44, 45, 83, 88–**90**, 166
 Hepatozyten, Hepatocyti 24, **50**, 125, **139**
 Herring-Körper **247**
 Herz *siehe* Cor
 Herzmuskelzelle *siehe* Myocytii cardiaci
 Herzmuskulatur *siehe* Textus muscularis striatus cardiacus
 Heterochromatin, Heterochromatinum 20, **89**
 Heterokrine Drüsen 33
 Heterolysosomen 25, 26
 Heterophiler Granulozyt 88, **92**
 Hilus 97, 98, **101**, **102**, **103**, 145
 Hintere Augenkammer *siehe* Camera posterior bulbi
 Hintere Grenzmembran *siehe* Lamina limitans posterior
 Hinteres Hornhautepithel *siehe* Epithelium posterius (corneae)
 Hinterhirn *siehe* Metencephalon
 Hinterlappen 106, **111**, 237
 Hinterstrang *siehe* Funiculus dorsalis
 Hippocampus 232, 235, 237
 Hippocampusformation 234
 Hirnanhangdrüse *siehe* Glandula pituitaria
 Hirnhaut/Gehirnhaut 45, 68, 208, 231, 241
 His-Bündel 60
 Histamin 44, 45, 83, 84, 88–**90**, 207
 Histochemie 7
 Histochemischer Nachweis von
 – biogenen Aminen 9
 – Enzymen 8
 – Ionen 7
 – Kohlenhydraten 7
 – Lipiden 8
 – Nukleinsäuren 8
 Histologische Technik 3ff
 Histon 20
 Hochprismatisches Epithel 31, 32, **37**, 117ff, **134–138**, **140**, 142, 143, **146**, 154, **158**, 166, 167, **172–174**, 177, 178, 180, 181, **182**, **183**, **186–188**, 197, **203**, 219, 221, 223
 Hoden *siehe* Testis
 Hoden der Vögel 168
 Holokrine Sekretion 34, **41**, 196, **199**
 Homokrine Drüsen 33
 Homöostase 85, 105, 237, 242
 Horizontalzellen *siehe* Neurocyti horizontales
 Hormone 105–110, **112–114**, 123, 237
 Hörner *siehe* Cornua
 Hornhaut, Kornea *siehe* Cornea
 Hornpapille **130**
 Hornschicht *siehe* Stratum corneum
 Hörorgan 219
 Hortega-Zellen *siehe* Mesogliazellen
 Howship-Lakunen 47, **55**
 Huf *siehe* Ungula
 Hufbein **202**
 Huflederhaut 195, **201**, **202**

Hüft Darm *siehe* Ileum
 Huhn 9, **72**, 88, **92**, 126, 133, **136**, 145, **159**, 181
 Hüllen von Gehirn und Rückenmark *siehe* Meningen
 Hülsenkapillaren 99, **103**
 Humorale Immunität 95
 Hund 1, 26, 28, **36**, **40**, **50**, **52**, **54–57**, **62**, **63**, **70**, **74**, **79**, **81**, 83, 84, **90**, 98, **100**, **103**, **112**, **114**, 120, 124, **130**, **132–141**, **147–149**, 151, **157**, **158**, 166, 167, **170**, **174**, **175**, 181, **187**, 195–197, **200**, **205**, 207, 214, 215, 219, 231, **244**, **245**, **247**, **249**
 Hyaliner Knorpel *siehe* Cartilago hyalina
 Hyalomer 84
 Hyaloplasma 24
 Hydroxylapatitkristalle 47, 48
 Hypopharynx 118
 Hypophyse, Hirnanhangdrüse *siehe* Glandula pituitaria
 Hypophysenhinterlappen 106, **111**, 237
 Hypophysenhöhle 105, **111**
 Hypophysenstiel *siehe* Infundibulum
 Hypophysenvorderlappen 105, 106, 109, **111**, 237
 Hypothalamus 105–107, 110, **111**, 231, 236, 237, 242, **247**
 Hypothalamus-Hypophysen-System 105

I
 I-Streifen *siehe* Disci isotropici
 Ileum **61**, 118, 121, 122, 124, **137**
 Immersionsobjektiv 13
 Immersionsöl 13
 Immunantwort 95, 96
 Immunhistochemischer Nachweis 9, **114**, **185**
 Immunsystem 95, 96, 192
 Impulsleitungssystem, ILS 60
 Incus 220, **230**
 Indirekte Kernteilung *siehe* Mitose, Mitosis
 Infundibulum 105, 106, **111**, 180, 181
 Inkret 105
 Innenglied *siehe* Segmenta interna
 Innenkolben 208, **224**
 Innenohr *siehe* Auris interna
 Innere Augenhaut, Netzhaut, Retina *siehe* Tunica interna bulbi
 Innere Gliagrenzmembran *siehe* Stratum limitans internum
 Innere Grundlamellen 47, 48, **56**
 Innere Körnerschicht *siehe* Stratum nucleare/granulare internum
 Innere plexiforme Schicht *siehe* Stratum plexiforme internum
 Innere Pyramidenschicht *siehe* Stratum pyramidale internum
 Innere zirkuläre Muskelschicht 119ff, **134**, **136**, 180, 181, **250**
 Innerer Tunnel *siehe* Cuniculus internus
 Inneres Schmelzepithel 118, **131**
 Inselapparat **114**

Inselorgan des Pankreas, Langerhans-Inseln *siehe* Insulae pancreaticae
 Insulae iuxta vasculares 155, 156, **158**
 Insulae pancreaticae 109, 110, **114**, 126, **140**
 Insulin 110, **114**, **140**
 Insulinocyti 95, 96, 110, 114, 140
 Integumentum **39**, **41**, 115, 124, **128**, 191ff, **198–205**, 218–220
 Integumentum commune 191
 Interlobulärer Gallengang *siehe* Ductus bilifer interlobularis
 Intermediärer Tubulus 154
 Intermediärfilamente 22, 25, 27
 Intermediärsinus *siehe* Sinus corticales perinodulares
 Intermediärzellen **39**, 177–179, **184**, **189**
 Intermedien 3, 109
 Interneuron *siehe* Intrinsisches Neuron
 Internodium 65, 69
 Interphase 28–**30**
 Interterritorrialsubstanz 46
 Intertubuläre Areale 161, **169**, **170**
 Interzellulärschicht 6, 31, 43, 47, 48, **54**
 Intestinum crassum 124, **138**, **250**
 Intestinum tenue 122, **250**
 Intrafusale Fasern *siehe* Myocytii intrafusales
 Intraglomeruläre Mesangiumzelle 153
 Intratestikuläre Samenleitende Wege 165
 Intrinsisches Neuron **70**, 210, 232, 240, 243, **244**
 Intumescencia cervicalis 238
 Intumescencia lumbosacralis 238
 Involution **204**
 Iris *siehe* Pars iridica uvulae
 Irisblende 14
 Iriswurzel 215, **226**
 Isocortex 231, 232, 234, 237, 243
 Isoprismatisches Epithel 31, 32, **36**, **37**, **40**, **101**, 107, **112**, 117, 125, 126, **139**, 154, **158**, **171**, **182**, 197, **199**, **203**, **204**, 218, 223
 Isthmus 121, 127, 180, **186**
 Iuxtaglomerulocyti 155, 156

J
 Jacobson Organ *siehe* Organum vomeronasale
 Jejunum 118, 122–124, **137**
 Joest-Degen-Einschlusskörperchen 235
 Junctional complexes 122, 212
 Juxtaglomerulärer Apparat *siehe* Complexus iuxtaglomerularis

K
 Kalb **51**, **53**, **71**, **93**, **131**, **146**, **148**, **203**, **204**
 Kälterezeptoren 208
 Kalzitinin 107, 108, **112**, 154
 Kammerwasser 214, 215, **226**, **227**
 Kammerwinkel *siehe* Angulus iridocornealis

- Kandelabierzellen 232
 Kaninchen 9, 116, **131, 183, 225**
 Kapillaren *siehe* Vasa haemocapillaria
 Kapillarknäuel *siehe* Glomerulum
 Kapillartyp 77
 Kardia *siehe* Cardia
 Kardiadrüsen *siehe* Glandulae cardiaca
 Karunkel *siehe* Carunculae
 Karyolymphe 20
 Karyoplasma 20
 Karyotheca 19, 20, 26, **30**
 Kastanie **202**
 Katalase 25
 Katze **38, 41, 56, 71, 72**, 77, 84, **91, 98, 100, 103, 114**, 116, 120, **130, 137**, 151, **170**, 177, 181–**183**, 195–197, **199, 201, 205**, 207, 219, 220, **224, 228, 245, 249**
 Kegelförmige Papillen *siehe* Papillae conicae
 Kehldeckel *siehe* Epiglottis
 Kehlkopf *siehe* Larynx
 Kehlkopfnorpel 142, **147**
 Keimdrüsenepithel 168, 177, **182, 184**
 Keimepithel 161ff, **170, 171**
 Keimzelle *siehe* Cellula spermatogonica
 Keimzentrum 95, 96
 Keratinfilamente 32
 Keratinoidschicht *siehe* Cuticula gastrica
 Keratinozyten, Keratinocyti 33, **39**, 191, 192, **198**
 Kernhülle *siehe* Tegmentum nucleare, Karyotheca
 Kernkettenfaser, Nuclear chain fibres *siehe* Vinculum nucleare myocyti
 Kernkörperchen *siehe* Nucleolus
 Kernpore 19, 20, 27
 Kernraum *siehe* Nucleoplasma, Karyoplasma
 Kernsackfaser, Nuclear bag fibres *siehe* Bursa nuclearis myocyti
 Kinozilien, Kinocilium 21–23, 27, 31, 32, **38**, 141–143, **146**, 164, 166, **172**, 180, **186, 188**, 221, 223
 Kinozilien-tragende Zellen **38**, 141, **146, 172, 186, 188**
 Klaue *siehe* Ungula
 Klauenbein **202**
 Kleine Luteinzelle *siehe* Thecaluteocyt
 Kleine Lymphozyten 84, 85, 88, **89, 91, 92**, 96, 97
 Kleine Speicheldrüsen *siehe* Glandulae salivariae minores
 Kleinhirn *siehe* Cerebellum
 Kleinhirnhemisphären 238
 Kleinhirnerne *siehe* Nuclei cerebellares
 Kleinhirnrinde *siehe* Cortex cerebelli
 Knochen 44, 46–48, **55, 56, 78, 82**
 Knochenbildung *siehe* Osteohistogenesis
 Knochengewebe *siehe* Textus osseus
 Knochenhaut *siehe* Periost
 Knochenlakunen *siehe* Lacunae osteocyt
 Knochenmark *siehe* Medulla ossium
 Knöchernes Labyrinth *siehe* Labyrinth osseus
- Knorpel (gewebe) *siehe* Textus cartilagineus
 Knorpelhaut 45
 Knorpelhof **54**
 Knorpelspangen 46, **148**
 Knorpelzelle *siehe* Chondrocyt
 Köhlersche Beleuchtung 14
 Kollagen Typ I 44, **50, 54**
 Kollagen Typ II 44, **54**
 Kollagen Typ III 44, **50**
 Kollagen Typ IV 31, 44, 153
 Kollagene Fasern, Kollagenfasern 44–47, **50–54**, 181, **185, 188**, 193, 195, 197, **201**, 208, 210, 213, 214, 218, 220, **227, 228**
 Kollagenfaseriger Knorpel *siehe* Cartilago fibrosa
 Kollagenfibrillen 44, 48, 117, 118, 143, **226**
 Kolloid **36**, 107, **112**
 Kolon **40**, 118, 124, **138**
 Kommissurenfasern/zellen 231, 240
 Kondensor 13, 14
 Kondensorblende 14
 Kondensorfrontlinse 14, 15
 Konnexon 24
 Konstitutives Heterochromatin 20
 Kopfdarm 118
 Korbzellen *siehe* Neuron corbiferum
 Korium *siehe* Corium
 Kornea *siehe* Cornea
 Körnerschicht *siehe* Stratum granulare/granulosum
 Körnerzelle *siehe* Neuron granuliforme
 Kortisol 109
 Kotletonen 180, **187**
 Krallen *siehe* Unguicula
 Krallenbein 196, **200**
 Krallenepidermis 196, **200**
 Krallenhaut **224**
 Krause-Endkolben 192, 207, 208
 Kreislaufsystem *siehe* Systema cardiovasculare et lymphaticum
 Kronsegment 195, 196, **201, 202**
 Kubisches Epithel 32, 97, 144, 145, 154, 166, 177, 180, 215, 220
 Kunstprodukt 14
 Kupffer-Sternzellen 77, 84, 125
 Kurzstrahler *siehe* Astrocytus protoplasmaticus
- L**
 Labia oris 115, **128**
 Labia vulvae 181
 Labmagen 120, 122
 Labyrinth osseus 221, 222, **230**
 Labyrinth vestibularis 223
 Lacis-Zelle *siehe* Insulae iuxtavasculares
 Lacunae osteocyt 46
 Laktierende Milchdrüse *siehe* Mamma lactans
 Lamellae osseae 47, **56**
- Lamellenknochen *siehe* Os membranaceum lamellosum
 Lamellenkörperchen 193, 196, **201, 208, 224**
 Lamina alba 237, **245**
 Lamina chorioideocapillaris 214
 Lamina elastica externa 76
 Lamina elastica interna 76, **79, 81, 82**
 Lamina epithelialis mucosae 118–121, **133–135, 137**
 Lamina limitans anterior 152, **157, 158, 214, 226**
 Lamina limitans posterior 214, **226**
 Lamina muscularis mucosae 118–122, 124, 127, **133–138, 159**
 Lamina propria mucosae **38**, 115ff, **129, 133–138, 140**, 141–144, **146–148**, 155, 156, **159**, 166, 167, **173, 174**, 180, 181, **186–189**, 208, 212, 213, 219–221, 223, **250**
 Lamina spiralis ossea 221, **230**
 Lamina suprachorioidea 214, **229**
 Lamina vasculosa 214
 Lamina vitrea 214, 215
 Langerhans-Insel *siehe* Insulae pancreaticae
 Langerhans-Zellen *siehe* Dendrocyti
 Längsmuskelschicht, Longitudinale Muskelschicht *siehe* Stratum longitudinale
 Längsmuskelwülste 109, 114
 Langstrahler *siehe* Astrocytus fibrosus
 Larynx 118, 141, 142, **147**
 Leber *siehe* Hepar
 Leberläppchen *siehe* Lobuli hepatici (classici)
 Lebersinusoide *siehe* Vasa sinusoidea
 Lebertrias *siehe* Trias hepatica
 Leberzellen *siehe* Hepatocyt
 Lederhaut *siehe* Dermis, Corium
 Leerdarm *siehe* Jejunum
 Lektine 8
 Lemnozyten 208
 Lens 13–15, 213, 214, 218, **226, 227, 229**
 Leptomeninx 241
 Leptotän 29, 163
 Leuchtfeldblende 14
 Leukozyten, Leucocyt 83, 84, 88
 Leydig-Zelle, Leydig-Zwischenzelle *siehe* Endocrinocyt interstitiales
 Liberine 105
 Lichtempfindlicher Teil der Netzhaut *siehe* Pars optica retinae
 Lichtmikroskop 13
 Lichtunempfindlicher Teil der Netzhaut *siehe* Pars caeca retinae
 Lieberkühn-Krypten *siehe* Glandulae intestinales
 Lien 98, 99, **103**
 Ligamentum nuchae 44, **53**
 Ligamentum pectinatum *siehe* Spongium anguli iridocornealis
 Linea anocutanea 124
 Lingua **62**, 116, **130, 131**

- Linse *siehe* Lens
 Linsenepithel *siehe* Epithelium lentis
 Linsenfasern *siehe* Fibrae lentis
 Linsenkapsel *siehe* Capsula lentis
 Linsenkern *siehe* Nucleus lentiformis
 Lipidhormon 105
 Lipofuszin 28, 66, 109
 Lippe *siehe* Labia oris
 Lippendrüsen *siehe* Glandulae labiales
 Liquor cerebrospinalis 222, 239, 241, **249**
 Liquor folliculi 177, 178, **185**
 Lobi glandulae mammae 197
 Lobuli hepatici (classici) 125, **139**
 Lobus flocculonodularis 237
 Lobus olfactorius accessorius **225**
 Lockeres Bindegewebe *siehe* Textus connectivus collagenosus laxus
 Longitudinale Muskelfaserschicht *siehe* Stratum longitudinale
 Luftröhre *siehe* Trachea
 Luftsäcke 145
 Lumen 34, 35, **40**, 76, 78, **79–82**, 117ff, **132**, **133**, **136**, **138**, **140**, 143–145, **149**, 153–156, **158**, **159**, 161ff, **172–175**, 178–181, **186–188**, 197, **205**
 Lunge *siehe* Pulmo
 Lunge der Vögel 145
 Lungenarterie 75, **79**
 Lungenbläschen *siehe* Alveoli pulmones
 Luteinisierendes Hormon, LH 106, **111**, 161
 Lymphatische Organe *siehe* Organa lymphopoetica
 Lymphfollikel *siehe* Folliculi lymphatici
 Lymphgefäße *siehe* Vasa lymphatica
 Lymphkapillaren *siehe* Vasa lymphocapillaria
 Lymphknoten *siehe* Nodus lymphaticus
 Lymphknoten des Schweines 97, **102**
 Lymphoretikuläres Gewebe **51**, 96–99, **103**, **187**
 Lymphozyten, Lymphocyti 43–45, **51**, **52**, 83–85, 88, **89–92**, 95–99, **100**, **101**, **103**, **172**, 180, **186**, 192, 197, **204**, **205**
 Lymphscheiden, PALS 95, 99, 103
 Lysosom, Lysosoma 8, 24, 25, 44, 83, 84, 88
 Lyssa 116, **130**
- M**
 M-Linie 58
 M-Streifen 59, 60
 M-Zellen 122, 123
 M. ciliaris 214
 M. dilatator pupillae 215, **227**
 M. levator palpebrae 218, 219
 M. orbicularis oculi 218
 M. orbicularis oris 115, **128**
 M. retractor penis **175**
 M. sphincter papillae **205**
 M. sphincter pupillae 215, **227**
 M. tarsalis 218
- Macula adhaerens 19, 22, 23, 31, 32, 59, 97, 192
 Macula densa 152, 154, 155, 156, **158**
 Macula sacculi 223
 Macula utriculi 223
 Magen *siehe* Ventriculus, Gaster
 Magenausgang *siehe* Pylorus
 Magendrüsen *siehe* Glandulae gastricae
 Mageneingang, Kardia *siehe* Cardia, Pars cardiaca
 Magengrübchen *siehe* Foveolae gastricae
 Magenschleimhaut *siehe* Tunica mukosa gastrica
 Magenschleimhautfalten *siehe* Plicae gastricae
 Magnum **186**
 Makrophagen, Macrophagocyti 43, 45, 83, 84, 88, 95–99, **101–103**, **172**, **204**, **205**
 Malleus 220, **230**
 Malpighi-Körperchen *siehe* Folliculi lienales
 Mamma *siehe* Glandula mammaria
 Mamma lactans 197, **203**, **205**
 Mammalian type nephron 156, **159**
 Mammillarkörper 231
 Mandeln *siehe* Tonsillae
 Männliche Geschlechtsorgane *siehe* Organa genitalia masculina
 Männliches Glied *siehe* Penis
 Mantelzellen *siehe* Gliocyti ganglionares
 Marginalsinus *siehe* Sinus subcapsularis
 Markblättchen 237
 Markhaltige Nervenfasern *siehe* Neurofibra myelinata
 Markhöhle *siehe* Cavum medullare
 Markkörper *siehe* Substantia alba cerebelli
 Marklager 231, 233
 Marklamelle *siehe* Lamina alba
 Marklose Nervenfasern *siehe* Neurofibra nonmyelinata
 Markscheide 65, 67–69, **72**, **74**, 208, 211, 223
 Markscheidenfärbung 232
 Marksinus *siehe* Sinus medullaris
 Markstrahlen 151
 Markstränge 97
 Maschenwerk 85, **93**, 96, 99, **101**, **103**
 Mastdarm *siehe* Rektum
 Mastzellen, Mastocyti 5, 43–45, **52**, **93**, 107, **112**, 197, **205**
 Matrix extracellularis textus connective 43–48, **51**, **52**, **54**, 214, **226**
 Meatus acusticus externus 196, 219, 220
 Mechanische Papillen *siehe* Papillae mechanicae
 Mechanorezeptoren 207, 208, 210, 240
 Mediastinum testis 161, 166, 168, **169**, **171**
 Medulla glandulae suprarenalis 108, 109, **113**, **114**
 Medulla oblongata 231, 238, 240, 241, 243, **248**
 Medulla ossium **51**, **80**, **82**, 84ff, **93**, 96, 192
- Medulla ossium flava 84, 85, **93**
 Medulla ossium rubra 84, 85, **93**
 Medulla ovarii 177, **182**
 Medulla renalis 151, 155, **157**
 Medulla spinalis **70**, **72**, 231, 238–241, **244**
 Megakaryoblasten, Megakaryoblasti 88
 Megakaryozyten, Megakaryocyti **51**, **80**, 84, 85, 87, 88, **93**
 Mehrhöhliger zusammengesetzter Magen 120
 Mehrreihiges Epithel *siehe* Epithelium pseudostratificatum columnare
 Mehrreihiges, hochprismatisches Epithel **37**, 142, 143, **146**, 166, **172**
 Mehrreihiges hochprismatisches Fimmerepithel *siehe* Epithelium pseudostratificatum columnare ciliatum
 Mehrschichtiges Epithel 32, 34, **38**, **39**, **41**, 115ff, **128–135**, 141, 142, **147**, 168, **175**, 181, **188**, **189**, 191, 196, **198**, **201**, **203–205**, 210, 213, 219, 220, **226**
 Mehrschichtiges, unverhorntes Plattenepithel *siehe* Epithelium stratificatum squamosum noncornificatum
 Mehrschichtiges, verhorntes Plattenepithel *siehe* Epithelium stratificatum squamosum cornificatum
 Meibom-Drüse *siehe* Glandula tarsalis
 Meiose, Meiosis 29, 161ff, **169**, **182**
 Meissner-Plexus *siehe* Plexus submucosus
 Meißner-Tastkörperchen 192, 193, 207, 208
 Melanin **39**, 192, 195, 196, **198**
 Melanotropin, MSH 106
 Melanozyten 33, **39**, 191, 192, 195, **198**, 213, 215, **227**
 Melatonin 107, **112**
 Membrana basalis 31, 32, 34, **37**, **38**, 67, **74**, 76–78, **80**, **82**, **93**, 107, **112**, 141, 145, **146**, 162, 163, 165, **172**, 191, 195, **199–201**, 208, 212–214, **225**, **226**
 Membrana basilaris 222, 223, **230**
 Membrana cellularis 21ff, 33, 34, 58, 59, **62**, 65ff
 Membrana limitans gliae superficialis 65, 68, 231
 Membrana propria 161, 165, 168, **171**
 Membrana tectoria 222, 223, **230**
 Membrana tympani 220, **230**
 Membranbegrenzte Zellorganellen *siehe* Organella membranaria
 Meningen 241, **244**, **246**, **248**
 Meniscus intercalaris 46, **54**
 Mensch 211, 217, 223, 231, 234, 236, 237, **93**, 122, 180, **187**, 191
 Merkel-Tastscheibe, Merkel-Zellen *siehe* Epitheliocyti tactilis
 Merokrine Sekretion 33, 34, **41**, **128**, 196, 197, **201**
 Mesangium 153, 155
 Mesangiumzellen, Mesangiocyti 153, 155, 156, **158**
 Mesaxon 68, 69

- Mesencephalon 231, 235, 243
 Mesenchymzellen 44, 48, **51, 131**
 Mesogliazellen 68, **71, 72**
 Mesopharynx 118
 Mesophragma 59
 Mesothel **36**, 98, 145, 215
 Mesovar **182**
 Metachromasie 5, 44, 214
 Metamyelozyt **51, 85, 93**,
 Metaphase 28–**30**
 Metaplasma 24, 27
 Metencephalon 231, 243
 Mikrofibrillen 46, 218
 Mikrofilamente 25, 27, 66, 214
 Mikrogliazellen, Mikrogliaocyti 67, 68, **71, 72**, 84, 238
 Mikroskop 13–15
 Mikroskopieren 14, 15
 Mikroskoplampe 15
 Mikrotom 5
 Mikrotubuli 19, 22, 25, 27, 164, 165, 212, 216
 Mikrovilli, Microvilli 19, 21–23, 31, **37**, 118, 122, 126, **130, 140**, 142–144, 152, 154, **157**, 166, **172**, 177, 179, 180, 211–213, **225**
 Milchausschüttungsreflex 197
 Milchdrüse, Euter, Gesäuge, Mamma *siehe* Glandula mammaria
 Milchdrüsenlappen *siehe* Lobi glandulae mammariae
 Milchgang 197, **204, 205**
 Milchsteinchen **203**
 Milchzisterne *siehe* Sinus lactiferi
 Milz *siehe* Lien, Splen
 Milzarterie *siehe* Arteria lienalis
 Milzfollikel, Malphigi-Körperchen *siehe* Folliculi lienales
 Milzhilus 99, **103**
 Milzkapsel 98, **103**
 Milzsinus 99, **103**
 Mineralkortikoide 108, 109, **113**
 Mitochondrium, Mitochondrion 8, 19, 20, 22–25, 31, 34, **40**
 Mitochondrium vom Crista-Typ 19, 24, 28, 125
 Mitochondrium vom Tubulus-Typ 24, 25
 Mitose, Mitosis 28, 29, **30, 37, 38**, 163, 164, **201**
 Mitosechromosomen 20
 Mitralzellen 212, **247**
 Mitteldarm 118
 Mittelhirn *siehe* Mesencephalon
 Mittellappen 105, 106
 Mittellinie *siehe* Mesophragma
 Mittelohr *siehe* Auris media
 Mittelstück *siehe* Tubulus distalis
 Mittlere Augenhaut, Gefäßhaut, Uvea *siehe* Tunica media/vasculosa bulbi
 Modiolus 221, 223, **230**
 Modulkonzept 234
 Molekularschicht *siehe* Stratum moleculare
 Monozyten, Monocyti 83ff, **90–92**, 95, **103**
 Moosfasern 235, 238
 Morbus Parkinson 235
 Motoneurone *siehe* Neurona motorium somatica
 Motorische Endplatte 67, 239
 Muköse Drüsen **40**, 97, **100**, 115–120, 126, **129, 132, 133**, 142, **147, 159**
 Muköse Endstücke 34, 35, **40**, 117, **132**, 142
 Müller-Stützzellen *siehe* Gliocyti radiales
 Multipolare Ganglienzelle 65, 66, **73**, 216, 217, **228**, 239, 242, **249, 250**
 Multipolare Nervenzelle 65, 66, **70, 71, 73**, 235, 239, 242, **245, 249, 250**
 Mundhöhle *siehe* Cavum oris
 Mundrachen *siehe* Oropharynx, Pars oralis pharyngis
 Mundschleimhaut *siehe* Tunica mucosa oralis
 Muskelgewebe *siehe* Textus muscularis
 Muskelmagen *siehe* Ventriculus, Pars muscularis
 Muskelmagen der Vögel 127
 Muskelschicht *siehe* Tunica muscularis
 Muskelspindel *siehe* Fusus neuromuscularis
 Muskelzellen 5, 57, 59, **63**
 Muskulatur 57, 59, **70**, 115ff, **129, 138**, 238, 239, **250**
 Myelencephalon 243
 Myelinscheide 6, 66–69, **72, 74, 224**
 Myeloblast, Myeloblastus 85
 Myelopoese **51, 85**
 Myelozyten, Myelocyti 85, **93**
 Myocardium 75
 Myocyti cardiaci 25, 59, 60, **63, 75**
 Myocyti intrafusales 209
 Myocyti leves 57, **61**, 75–77, **79, 80, 82**, 118–126, **136**, 142, 144, 145, **148, 149**, 155, 156, **159**, 161, 166, 167, **172, 174**, 180, 181, **186, 204, 205**, 214, 215, 221
 Myocytus skeletalis 57, 58, 60, **62**, 67
 Myoepithelzellen, Myoepitheliocyti 34, **41**, 196, 197, **203**
 Myofibrillen 6, 57–60, **61, 62**
 Myofibroblasten 43, 165, **172**
 Myofilamente **63**, 155
 Myokard *siehe* Myocardium
 Myometrium 180, **187**
 Myosin 57
 Myosinfilamente 58, 59, **62**, 209, 216
 Myozyt 59
- N**
 NA-Zellen 109
 N. cochlearis 221–223, **230**
 N. facialis 211, 221, 240
 N. intermedius 221
 N. opticus 213, 215–219, **226–229**
 N. trigeminus **247**
 N. vagus 210, 211, 220, 240
 N. vestibulocochlearis 219, 221
 Nabelstrang 44, **51**
 Nachhirn *siehe* Myelencephalon
 Nackenband 45, **53**
 Nahakkommodation 214
 Nasenhöhle *siehe* Cavum nasi
 Nasen Nebenhöhlen *siehe* Sinus paranasales
 Nasenrachen *siehe* Nasopharynx, Pars nasalis pharyngis
 Nasenrachenraum 97, 141
 Nasenvorhof *siehe* Vestibulum nasi
 Nasopharynx 118, 141
 Nebenhoden *siehe* Epididymis
 Nebenhodenkanal *siehe* Ductus epididymidis
 Nebenhodenkopf *siehe* Caput epididymidis
 Nebenhodenkörper *siehe* Corpus epididymidis
 Nebenhodenschwanz *siehe* Cauda epididymidis
 Nebennieren *siehe* Glandulae suprarenales
 Nebennierenkapsel 108, **113**
 Nebennierenmark *siehe* Medulla glandulae suprarenalis
 Nebennierenrinde *siehe* Cortex glandulae suprarenalis
 Nebenschilddrüse *siehe* Glandula parathyreoidea
 Nebenzellen 121, **135**
 Negri-Körperchen 235
 Nekrose 28
 Neocerebellum 238
 Neocortex 231, 232, 234, 237, 243
 Nephron 152, 153, 156, **159**
 Nephron vom kortikalen Typ *siehe* Reptilian type
 Nephron vom medullären Typ *siehe* Mammalian type
 Nerv, Nervus **52**, 67–69, **73, 74, 75, 79**, 118ff, **133**, 161, **169, 182**, 210ff, **224, 227**, 240–242
 Nervenendkörperchen 168, 192, 193
 Nervenfasern 6, 67–69, **74**, 107, **111, 112, 146**, 193, 195, **200**, 207ff, **224, 225, 227, 228**, 231ff, **244, 245, 247, 248, 250**
 Nervengewebe *siehe* Textus nervosus
 Nervensystem *siehe* Systema nervosum
 Nervenzellen *siehe* Neurone, Neurocyti, Ganglienzellen
 Netzhaut *siehe* Tunica interna bulbi
 Netzmagen *siehe* Reticulum
 Neuhirnrinde *siehe* Neocortex, Isocortex
 Neuralleiste **39**, 107, 108, 109, 192
 Neurocyti amacrini 215–217, **228**
 Neurocyti horizontales 71, 215–217, **228**
 Neurofibra myelinata 6, 67–69, **74**, 208–211, 217, 231ff, **244, 250**
 Neurofibra nonmyelinata 67, 68, 74, 107, 111, 207ff, 217, 235, 238–240, **250**
 Neurofibrillen 6, 65
 Neurofilamente **66, 70**
 Neuroglanduläre Synapsen 67
 Neuroglia 67, 68, **71, 73**, 107, **111**, 208, 217, 232ff, **244–246, 249**
 Neurohypophyse 68, 105–107, **111**, 197, **247**
 Neurolemnocyti 65, 66, 68, 69, **72–74**, 208, 212, **224**

- Neuron corbiferum **71**, 196, **199**, 232, 235, 238, **245**, **246**
- Neuron granuliforme **71**, 232, 235, 238, **245**, **246**
- Neuron pirifome 66, **70**, **71**, 238, 243, **245**, **248**
- Neuron pyramidale 66, **70**, **71**, 232–235, **246**
- Neuron stellatum **71**, 232, 233, 238, **245**
- Neurona motorium somatica 238–240, **244**
- Neurone, Neurocyti 65ff, **70**, **71**, **73**, 106ff, **114**, 119, 124, **137**, 156, 208ff, **224**, **225**, **227**, **228**, 231ff, **244–250**
- Neuropil **70**, **71**, 231, 235, **244**, **246**
- Neurosekretion 105
- Neurotubuli 66, **70**
- Neutrophiler Granulozyt 83, 85, 86, 88, **89–92**
- Nexus *siehe* Gap Junction
- Nicht-membranbegrenzte Zellorganellen *siehe* Organella nonmembranaria
- Nichtfenestriertes Endothel *siehe* Endotheliocyti nonfenestrati
- Nickhaut *siehe* Palpebra tertia
- Nickhautdrüse 219, **228**
- Niere *siehe* Ren
- Niere der Vögel 156
- Nierenbecken *siehe* Pelvis renalis
- Nierenkapsel **52**, 151, 153, **157**
- Nierenkelche *siehe* Calices renales
- Nierenkörperchen *siehe* Corpusculum renale
- Nierenmark *siehe* Medulla renis
- Nierenpapillen *siehe* Papillae renales
- Nierenrinde *siehe* Cortex renis
- Nissl-Färbung **70**, 232, 233, **246**
- Nissl-Schollen 66, **70**, **244**
- Noduli lymphatici aggregati 96, 124, **137**, 219
- Noduli lymphatici solitarii 124
- Nodus lymphaticus **51**, 97, 98, **101**, **102**
- Noradrenalin 9, 109, **113**, **114**, 235, 242, 243
- Normoblast 85
- Nuclear bag fibres *siehe* Bursa nuclearis myocyti
- Nuclear chain fibres *siehe* Vinculum nucleare myocyti
- Nuclei cerebellares 237, 238, **245**
- Nucleolus 19, 20, **70**, 125, 161, **244**
- Nucleolus-Organisator-Regionen, NOR 20
- Nucleoplasma 20
- Nucleosom 20
- Nucleus 19ff, **30**, 32ff, **36–40**, 43ff, **50**, **52**, **53**, 57ff, **61–63**, 65, 69, **70–74**, 77, **80**, 83ff, **89–92**, 95, 96, 105ff, **112**, **113**, 117ff, **132**, **140**, 143, **146**, 154, 155, **158**, 161ff, **169**, **172**, 181, **183–186**, 192, **199**, **201**, 209ff, **225**, **228**, **244**, **248**, **249**
- Nucleus anterior hypothalami 237
- Nucleus caudatus 235
- Nucleus infundibularis 237
- Nucleus intermediolateralis 239
- Nucleus intermediomedialis 239
- Nucleus lentiformis 218, 235
- Nucleus niger *siehe* Substantia nigra
- Nucleus paraventricularis 105, 106, 237, **247**
- Nucleus posterior 237
- Nucleus praeopticus 237
- Nucleus ruber 235, 238, 240
- Nucleus subthalamicus 235
- Nucleus supraopticus 105, 106, 237, **247**
- Nuel-Raum 222, 223
- Numerische Apertur 13, 14
- O**
- Oberflächendifferenzierung 21, 31, 32, **37**
- Oberflächenepithel *siehe* Epithelium superficiale
- Oberflächensensibilität *siehe* Hautsinne
- Oberflächliche Nickhautdrüsen *siehe* Glandulae superficiales palpebrae tertiae
- Oberflächliche Propriadrüsen **136**
- Oberflächliche Vormagendrüsen *siehe* Glandulae proventriculares superficiales
- Oberhaut *siehe* Epidermis
- Oberlid *siehe* Palpebra superior
- Oberlippe 115, **128**
- Objektiv 13–15
- Objektträger 14, 15
- Oculus 213ff, **226**, **229**
- Odontoblasten, Odontoblasti *siehe* Dentinoblasti
- Ohrmuschel *siehe* Auricula
- Ohrschmalz *siehe* Cerumen
- Ohrspeicheldrüse, Parotis *siehe* Glandula parotis
- Ohrtrumpete *siehe* Tuba eustachii, Tuba auditiva
- Okular 13–15
- Olfaktorische Schleimhaut *siehe* Tunica mucosa olfactoria
- Oligodendrogliazellen 68, **71**, **72**, 217
- Oligodendrozyt, Oligodendrocyti 67, 68, **72**, 238, **245**
- Olive 240
- Omasum 120–122, **135**
- Omentum maius **80**
- Oozyte *siehe* Ovocyti
- Oozyte I *siehe* Ovocyti primarius
- Ora serrata 213–215, **227**
- Orbita 45, 213, 219
- Organa genitalia feminina 177ff
- Organa genitalia masculine 161ff
- Organa lymphopoetica 95ff
- Organa oculi accessoria 218
- Organella membranaria 24, 25
- Organella nonmembranaria 24, 25
- Organkapsel 14, 44, 45, 96, 105, 117, 161
- Organon vomeronasale 141, **146**, 213, **225**
- Organum gustus 210
- Organum olfactus 211
- Organum spirale 221–223, **230**
- Organum vestibulocochleare 219
- Oropharynx 116, 118, 141
- Ortsfeste Zellen 43
- Os digiti secundum **200**
- Os membranaceum lamellosum 47
- Os membranaceum reticulofibrosus 47
- Os penis **175**
- Ösophagus 119, 120, **133**, **134**
- Ösophagus der Vögel 126
- Ösophagusdrüsen 120, 126, **133**
- Ossicula auditus 220, **230**
- Osteoblasten, Osteoblastocyti 46, 48, **55**, **56**
- Osteogenesis cartilaginea 48, **56**
- Osteohistogenesis 48
- Osteoid 48, **55**, **56**
- Osteoklasten, Osteoclastocyti 46–48, **55**, 84, 108
- Osteon, Osteonum 47, 48, **56**
- Osteozyten, Osteocyti 46, 47, **55**, **56**
- Ostium papillare **204**
- Östrogen 109, **169**, 177, 178, 196; **203**
- Ovales Fenster *siehe* Fenestra vestibuli
- Ovar, Ovarium 177ff, **182–185**
- Ovar, Ovarium der Vögel 181
- Ovocyti 29, 177, 179, 181, **182–185**
- Ovocyti primaries 29, 164, 177–181, **183**, **184**
- Ovulationsgrube 177
- Oxidase 25
- Oxyphilen Zellen *siehe* Endocrinocyti oxyphilici
- Oxytozin 105, 107, **111**, 197, 237, **247**
- P**
- Pacchioni-Granulationen *siehe* Granulationes arachnoideales
- Pachymeninx 45, 217, 241
- Pachytän 29, 163, 164
- Palaeocortex 231, 232
- Paläocerebellum, 237, 238
- Palatum 115, 116
- Palatum durum 115, 116, **129**
- Palatum molle 115, **129**
- Palpebra **54**, 218, 219, **228**
- Palpebra inferior 218
- Palpebra superior 218
- Palpebra tertia **54**, 219, **228**
- Paneth-Zellen 122–124
- Pankreas, Pancreas 109, 110, **114**, 126, **140**, 208, **224**
- Pankreasinseln 109, 110, **114**
- Pankreatisches Polypeptid 110, **114**, **140**
- Pansen *siehe* Rumen
- Pansenzotte 121, **134**
- Papilla filiformis 116, **130**
- Papilla foliata 116, **131**, 210, **225**
- Papilla mammae 197, **204**, **205**
- Papilla pili 193, 194, **199**, **200**
- Papillae circumvallatae **225**
- Papillae conicae 116

- Papillae fungiformes 116, 210, **225**
 Papillae gustatoriae 116, **130**, 210
 Papillae linguales 116, **225**
 Papillae mechanicae 116, 130
 Papillae renales 151, 157, 158
 Papillae vallatae 116, **130**, 210
 Papillarschicht *siehe* Stratum papillare
 Pappenheim Färbung 6, **92**
 Parabasalzellen 121, **189**
 Paracortex 95, 97, 98, **101**, **102**
 Paraffin 3, 5
 Parafollikuläre Zellen 107
 Parakortikale Zone 98, **101**
 Parallelfaseriges, straffes Bindegewebe 45, **53**
 Parametrium 180, **187**
 Paraplasma 24, 28, 45
 Parasymphathikus 239, 240, 242, 243
 Parasymphathische Ganglien 242
 Parasymphathische (Wurzel)Zellen 240, 242, 243, **250**
 Parathormon 107, 108, **112**, 154
 Parotis *siehe* Glandula parotis
 Pars caeca retinae 214, 215, **227**
 Pars cardiaca 120, **134**, **135**
 Pars contorta 153, 154
 Pars convolute 151
 Pars disseminata prostatae 167, **174**
 Pars distalis 105, **111**
 Pars flaccida 220
 Pars glandularis 120, 127, **136**
 Pars intermedia 105, **111**, 164, 165, 239, **244**
 Pars iridica retinae 215, **227**
 Pars iridica uvulae 57, 213–215, **226**, **227**, **229**
 Pars muscularis 127, 136
 Pars nasalis pharyngis 118, 141
 Pars nonglandularis 120, 121, **135**
 Pars optica retinae 214, 215, 219, **227**
 Pars oralis pharyngis 116, 118, 141
 Pars principalis 164, 165
 Pars recta 153, 154
 Pars tensa 220
 Pars terminalis 164, 165
 Pars tuberalis 105, 106, **111**
 Pars tympanica 220
 Pars uterina 180
 PAS-Reaktion 6
 Paukenhöhle *siehe* Cavum tympani
 Pavian **246**
 Pecten oculi 219, **229**
 Pelvis renalis 155, 156, **157**, **158**
 Penis 167, 168, **175**
 Penisknochen *siehe* Os penis
 Pepsinogen 121, **135**, **136**
 Peptidhormon 105, 107, 110
 Perfusionsextraktion 3
 Perichondrium 45, 46, 48, **54**, **56**, 144, **147**, **148**
 Perikard, Pericardium 75
 Perikaryon 65, 66, **73**, 212, 216, 217, 231–233, 238, 239, 242, 244, 249
 Perilymphe 220–223
 Perimetrium 180, **187**
 Perimysium externum 59
 Perimysium internum 59
 Perineuralepithel 67
 Perineuralscheide 67
 Perineurium 67, **73**, **74**, 241, 242
 Periost 45, 47, 49, **55**, **56**, 115, **129**, **175**, 196, **202**
 Periportalfeld *siehe* Spatia portalia
 Peritendineum externum 45, **53**
 Peritendineum internum 45, **53**
 Peritoneum (viscerale) 119, 125, 126, 151, 180
 Perivitellinmembran, perivitelline Membran 181, **185**
 Perizyten, Pericyti 76, 77, **80**
 Perjodsäure-Schiff-Reaktion 6
 Peroxisomen, Peroxysoma 24, 25, **173**
 Pes hippocampi, Cornu ammonis 234, 235, **246**
 Peyer-Platten *siehe* Folliculi/Noduli lymphatici aggregati
 Pfeiler-Zellen 222
 Pferd 26, **39–41**, **54**, 83, 84, **89**, 98, 108, **112–117**, 120, 123, 124, 126, **128**, **135**, 141, 145, 151, 155, 156, **159**, 162, 166–**169**, **172**, **174**, 177, 181, **189**, 195, 197–**202**, 207, 214, 215, 219–221, **227**
 Pfortader *siehe* Vena portae
 Pfortadersystem 105, 106
 Phagozytose 19, 21, 68, 87, **182**, **185**
 Phalangen-Zellen, Deiter-Stützzellen 222, 223
 Pharynx 116, 118, 141, 142
 Pheromone 213
 Phosphationen 7
 Pia mater 65, 107, 217, 241, **246**
 Pigment 7, 28, **39**, 109, 216, 217, **229**
 Pigmentepithel *siehe* Stratum pigmentosum (retinae)
 Pigmentzellen *siehe* Melanozyten
 Pili **39**, **41**, 115, 124, **128**, 191, 193ff, **198–200**, 207, **224**
 Pili tactiles 115, **128**, 195, **200**, 207
 Pilzförmige Papillen *siehe* Papillae fungiformes
 Pinealzellen 107, **112**
 Pinozytose 21, 123
 Pinselarterien *siehe* Arteriae penicillares
 Pinselarteriolen *siehe* Arteriola penicillares
 Pituizyten 68, 107, **111**
 Placenta cotyledonaria 180
 Placenta multiplex 180
 Planum nasolabiale 115, **128**, 196, **224**
 Plasmalemm 21ff, 33, 34, 58, 59, **62**, 65ff, 212, 216
 Plasmazelle, Plasmacyti 9, 43, 44, **51**, **52**, 95–97, **101**, **102**, 197, **204**
 Plattenepithel 31, 32, **36**, **38**, **39**, 115ff, **128–131**, **133–135**, 141, 142, 145, **147**, **149**, 168, **175**, 181, **189**, 191, 196, 197, **198**, **201**, **204**, **205**, 210, 213, 220, 222, **226**
 Plazenta 78, **82**, **189**
 Plazentom 180, **187**
 Pleura 145
 Plexus brachialis **74**
 Plexus chorioideus 241, **246**, **249**
 Plexus coeliacus 240, 242, **250**
 Plexus myentericus 119, 121, 124, **137**, 243, **250**
 Plexus pampiniformis 166
 Plexus solaris **250**
 Plexus submucosus 119–121, **137**, 243, **250**
 Plica semilunaris 219
 Plica vocalis 142
 Plicae circulares 122, 123, 124
 Plicae gastricae 120, 122
 Plicae tunicae mucosae 126, **140**
 Pluripotente Stammzelle *siehe* Hämocytyblast
 Podozyten, Podocyti 152, 153, **157**, **158**
 Polkissenzellen, epitheloide, juxtaglomeruläre Zelle *siehe* Iuxtaglomerulocyt, Cellulae iuxtaglomerulares
 Polstervenvenen 109, **114**
 Polypeptid 27, 105, 107, 110, **114**, 123, **140**
 Polyribosomen 27
 Pons 231, 243, **247**
 Postganglionäres Neuron **74**, 239, 240, 242, **249**
 Postkapilläre Venolen 97, **101**
 PP-Zelle 110, **114**, **140**
 Prädentin 48, 49, 117, 118, **131**
 Präganglionäres Neuron 240, 242
 Präparat 3–7, 13–15, **55**
 Präputium, Praeputium 168
 Prävitelliner Follikel **185**
 Pressorezeptoren 210
 Primärblättchen 195, **202**
 Primärbündel 45, **53**, 59, 67, **73**
 Primäre Oozyte *siehe* Oocytus primarius
 Primärfollikel 96, 177–179, **183**
 Primärharn 152, 153, **157**, **158**
 Primordialfollikel *siehe* Folliculus ovaricus primordialis
 Prismae enameli 118, **131**
 Processus ciliares 214, **226**, **227**
 Processus corniculati 142
 Processus cuneiformes 142
 Processus vocales 142
 Proerythroblast 85, **93**
 Progesteron 177, 179, **184**, 196, **203**
 Programmierter Zelltod 28
 Projektionsfasern 231, 233, 234
 Proliferationszone 48, **56**
 Promyelozyten, Promyelocyt 85
 Prophase 28–**30**, 163, 164, **182**
 Propriozeptoren 209
 Prostaglandin 167
 Prostata, Vorsteherdrüse *siehe* Glandula prostatica
 Prostatasteinchen 167
 Protoplasmatische Astrozyten, Kurzstrahler *siehe* Astrocytus protoplasmaticus

Protoplasmatische Gliazellen 107, **111**, **246**
 Proventriculus 120, 127, **136**
 Proximaler Tubulus *siehe* Tubulus proximalis
 Psalter 120–122, **135**
 Psalterblätter 122, **135**
 Psaltersegel 122
 Pseudounipolare Ganglienzelle **73**, **249**
 Pseudounipolare Nervenzelle 66, **73**, 208, **249**
 Pulmo 142ff, **148**, **149**
 Pulpa alba 98, 99, **103**
 Pulpa coronalis 117, 118, **131**
 Pulpa rubra 98, 99, **103**
 Pulpaarterien 99, **103**
 Pulpahöhle *siehe* Cavitas pulpae
 Pupille 214, 215, **227**
 Purkinje-Fasern 60, **63**
 Purkinje-Zellen *siehe* Neuron piriforme
 Purkinje-Zellschicht *siehe* Stratum neuronorum piriformium
 Putamen 235
 Pylorus 120, **136**
 Pylorusdrüsen *siehe* Glandulae pyloricae
 Pyramidenbahn *siehe* Tractus corticospinalis lateralis/ventralis
 Pyramidenzelle *siehe* Neuron pyramidale

Q

Querfalten *siehe* Plicae circulares
 Quergestreifte Muskelfaser/-zelle 59, **62**, 124, **130**
 Quergestreifte (Skelett)Mukulatur 57, **62**, 118, 119, **130**, **133**
 Quergestreiftes Muskelgewebe 75, 116
 Querstreifung 57–59, **62**, **63**

R

Rachen, Schlund *siehe* Pharynx
 Rachenhöhle *siehe* Cavum pharyngis
 Radialglia 68
 Radix dentis 48, 49, 117
 Radix dorsalis 239
 Radix pili 193, **198–200**
 Radix ventralis 239, 240
 Randsinus, Marginalsinus *siehe* Sinus subcapsularis
 Raues endoplasmatisches Retikulum *siehe* Reticulum endoplasmaticum granulosum
 Rautenhirn *siehe* Rhombencephalon
 Receptores sensorii et Organa sensuum 207ff
 Reduktionsteilung *siehe* Meiose, Meiosis
 Regenbogenhaut (Iris) *siehe* Pars iridica uvae
 Regio digestoria 118
 Regio olfactoria 141, **146**, 211, **225**
 Regio respiratoria 118, 141, **146**, 212
 Reissner-Membran 222, **230**
 Rektum 118, 124, **138**
 Ren 151ff, **157–159**
 Reptilian type nephron 156, **159**
 Reservezellen *siehe* Epitheliocyti basales
 Resorcin-Fuchsin-Färbung 6, **50**, **79**, **81**, **148**
 Respiratorisches Epithel 141, **146**, **148**, **149**
 Rete ovarii 177, **182**
 Rete testis 161, 166, 168, **169**, **171**, **172**
 Reticulum 120, 121, **134**
 Reticulum endoplasmaticum 8, 24–26, **30**
 Reticulum endoplasmaticum granulosum 6, 8, 19, 20, 24–28, 66, **70**, 233, **244**
 Reticulum endoplasmaticum leve 19, 25, 59, 109, 125, 161, 212
 Retikuläre Fasern 5, 44, 45, **50**, **73**, 99, **101**, 108, **114**, **185**, 193, 197
 Retikuläres Bindegewebe *siehe* Textus connectivus reticularis
 Retikulinfasern 45, **50**, **51**, 96, 97
 Retikulumzellen 45, **51**, **93**, 95–97, 99–**101**
 Retina *siehe* Tunica interna bulbi
 Rhinencephalon 212, 231
 Rhodopsin 216
 Rhombencephalon 233, 243
 Ribosomen, Ribosoma 6, 19, 24, 25, 27, 85, 88
 Riechepithel **146**, 212, **225**
 Riechhärchen 212, 213, **225**
 Riechhirn *siehe* Rhinencephalon
 Riechkolben *siehe* Bulbus olfactorius
 Riechschleimhaut **146**, 211–213, **225**
 Riechzellen *siehe* Epitheliocyti neurosensorii olfactorii
 Riesenpyramidenzelle **71**, 231, 233
 Riesenzellen 46, **55**
 Rind 20, 22, 23, 25, **36**, **37**, **51**, **63**, **70**, **72–74**, **80**, **81**, 96, 99, **102**, 108, **111**, **113**, 115, 116, 122, **128**, **131**, **132**, **134**, **135**, **140**, 151, 155, 161, 162, 165, 166, **169**, **171–175**, 177–180, **182–189**, 192, 195–197, **200**, **203–205**, 207, 214, 215, 218, 219, 221, **224–228**, **249**, **250**
 Rindenfelder 233, 234, 236
 Rindenlabyrinth *siehe* Pars convoluta
 Ringfasern 99, 165
 Ringknorpel *siehe* Cartilago cricoidea
 Ringmuskelschicht *siehe* Stratum circulare
 Röhrchenhorn 195, **201**, **202**
 Röhrenknochen 47, 48, **56**
 Rote Blutzellen *siehe* Erythrozyten, Erythrocyti
 Rote Milzpulpa/Pulpa *siehe* Pulpa rubra
 Rückenmark *siehe* Medulla spinalis
 Ruffini-Körperchen 207, 208
 Rugae palatinae 115, **129**
 Rumen 120, 121, **134**
 Rumpfdarm 118ff
 Rundes Fenster *siehe* Fenestra rotunda
 Rundkernige Spermatoziden 164, **169–171**

S

S-Phase 28, **30**, 164
 S-Zellen 123
 Saccus endolymphaticus 220, 222
 Salpinx 180, 181, **186**
 SALT 192
 Samenblasendrüse, Bläschendrüse *siehe* Glandula vesicularis
 Samenkanälchen *siehe* Tubuli seminiferi contorti
 Samenleiter *siehe* Ductus deferens
 Samenleiterampulle *siehe* Ampulla ductus deferentis
 Samenzelle *siehe* Spermium, Spermatozoon
 Sammelrohr 107, 151, 153–156, **157–159**
 Sammelrohrsystem *siehe* Tubulus renalis colligans
 Sanguis 75, 77, **79**, **81**, 83ff, **89–92**, 95ff, 161, 162, 167, **171**, 207, 210, 222
 Sarkomer 58, 59
 Satellitenzellen *siehe* Gliocyti ganglionares
 Säulenknorpel 48, **56**
 Saumzellen *siehe* Epitheliocyti columnares villi
 Scala tympani 220, 221, 223, **230**
 Scala vestibuli 220–223, **230**
 Scapus pili 193, **199**, **200**
 Schaf 9, **38**, **51**, **62**, **73**, **82**, 116, 117, **138**, **147**, 151, 162, 177, **187**, 196, **202**, 218, **244**, **246–248**
 Schaltlamellen 47, 48, **56**
 Schaltstück *siehe* Ductus intercalati
 Schaltzelle 154, 235, 240
 Scham *siehe* Vulva
 Schamlippen *siehe* Labia vulvae
 Scharlachrot 8
 Scheffthaler-Mayet-Färbung **224**, **230**
 Scheide *siehe* Vagina
 Scheidenkutikula *siehe* Cuticula vaginalis
 Scheidenschleimhaut **138**, **189**
 Scheidenvorhof *siehe* Vestibulum vaginae
 Scheitelbein **55**
 Schicht der Stäbchen und Zapfen *siehe* Stratum neuroepitheliale
 Schilddrüse *siehe* Glandula thyroidea
 Schilddrüsenfollikel 32, **36**, 107, **112**
 Schilddrüsennorpel *siehe* Cartilago thyroidea
 Schleimhaut *siehe* Tunica mucosa
 Schleimhautepithel *siehe* Epithelium mucosae
 Schleimhautfalten *siehe* Plicae tunicae mucosae
 Schlemm-Kanal 213, **226**
 Schlund *siehe* Pharynx
 Schlussleisten *siehe* Junctional complexes
 Schmelz, Zahnschmelz *siehe* Adamantin, Enamelum dentis
 Schmelzepithel 118, **131**
 Schmelzprismen *siehe* Prismae enameli
 Schmelzpulpa **131**
 Schmerzrezeptoren 208, **224**, 240

- Schnecke *siehe* Cochlea
 Schneiden 5
 Schutz-/Hilfseinrichtungen des Auges
siehe Organa oculi accessoria
 Schutzhaare *siehe* Tragi
 Schwammwerk 47, **51**, 109, 167, 222
 Schwann-Scheide 209, 210
 Schwann-Zelle *siehe* Neurolemnocyclus
 Schwein **36**, 43, 97, **102**, 108, 109, 115, 116, 120, 123–125, **133**, **135**, **139**, 142, 145, **149**, 151, 155, 161, 162, 166–**169**, **174**, 192, 196, 197, 207, 214, 215, 217–219, 221
 Schweißdrüsen 33, 34, **41**, **128**, 191ff, **198**, **199**, **201**, **204**
 Schwellkörper 167, 168, **175**
 Sebium 41, 196, **199**, **220**
 Segmenta externa 216
 Segmenta interna 216
 Sehloch *siehe* Pupille
 Sehnenspindeln *siehe* Fusus neurotendineus
 Sehrinde *siehe* Area striata
 Seitensäule *siehe* Columna lateralis
 Seitenstrang *siehe* Funiculus lateralis
 Sekretgänge *siehe* Ductus interlobares
 Sekretin 123
 Sekretkapillaren 31, 121
 Sekretorische Granula 20, 28
 Sekundärlättchen 195, **202**, 237
 Sekundärbündel 59
 Sekundärfollikel 96ff, **101**, 177–179, **183**
 Semidünnschnitt 7, 10, **80**, **93**, 163
 Semilunae serosae 40, 117, **132**
 Septula testis 161
 Septum medianum dorsale 240, **244**
 Septum (medianum) linguae 116, **130**
 Seromuköse Drüse 97, **100**, 115–118, 141, 142, 144, **146**, **148**
 Serosa *siehe* Tunica serosa
 Serosaepithel **36**
 Seröse Drüsen 116, 126, **128**, **130–132**, **140**, 219, **225**
 Seröse Endstücke 34, 35, **37**, **40**, 117, **128**, **132**, **140**, 142
 Seröse/Gianuzzi-Halbmonde *siehe* Semilunae serosae
 Serotonin 9, 83,84, **89**, **90**, 107, 110
 Sertoli-Zelle 161ff, **169–171**
 Sinnesepithel *siehe* Stratum nervosum
 Sinnesorgane *siehe* Receptores sensorii et Organa sensuum
 Sinneszellen **130**, **131**, **146**, 209ff, 222, 223, **225**, **228**
 Sinus corticales perinodulares 97, 98, **101**
 Sinus lactifer 197, **204**
 Sinus medullaris 97, 98, **101**
 Sinus paranasales 141
 Sinus renalis 151
 Sinus sanguineus folliculi **200**
 Sinus subcapsularis 97, 98, **101**, **102**
 Sinus venosus sclerae **226**
 Sinushaare *siehe* Pili tactiles
 Sinusknoten 60
 Sinusoide **51**, **80**, 87, 105, **139**
 Sinusoide Kapillaren *siehe* Vasa capillaria sinusoidea
 Sinussystem des Lymphknotens 97, **101**, **102**
 Skelettmuskelzelle, -faser *siehe* Myocytus skeletalis
 Skelettmuskulatur *siehe* Textus muscularis striatus skeletalis
 Sklera *siehe* Tunica externa/fibrosa bulbi
 Sohlenballen 32, **38**, **41**, 192, 193, 196, **200**, **201**
 Solarplexus *siehe* Plexus solaris
 Soma 65, 232, 235
 Somatomotorische (Wurzel)Zellen, Motoneurone *siehe* Neurona motorium somatica
 Somatostatin 110, **114**, 123, **140**
 Spatia anguli iridocornealis 215
 Spatia portalia 125, **139**
 Spatium perisinusoideum 125
 Speicheldrüsen *siehe* Glandulae salivariae
 Speichermilz 98
 Speiseröhre *siehe* Ösophagus
 Speiseröhren-Magen-Übergang **134**
 Spermate, Spermata 27, 161–164, 168, **169–171**
 Spermato (zyto)genese, Spermato (cyto)genesis 162, 163, **169**, **171**
 Spermatogonie, Spermatogonia 29, 161–163, 168, **169–171**
 Spermatozyte I. Ordnung 29, 162–164, 168, **169–171**
 Spermatozyte II. Ordnung 29, 162, 164, 168
 Spermienendstück *siehe* Pars terminalis
 Spermienhals *siehe* Collum
 Spermienhauptstück *siehe* Pars principalis
 Spermienkopf *siehe* Caput
 Spermienmittelstück *siehe* Pars intermedia
 Spermien Schwanz *siehe* Flagellum
 Spermio-genese, Spermio-genesis 161ff, **169**
 Spermium, Spermatozoon **37**, 161–168, **169–173**
 Speziallamellen *siehe* Lamellae osseae
 Spezifische Thalamuskern 236
 Spinalganglion *siehe* Ganglion spinale
 Spinalnerven 238, 239, **249**
 Spindelzelle 88, **92**
 Spindelzellschicht *siehe* Stratum multiforme
 Spinnwebhaut *siehe* Arachnoidea
 Spinozelluläres Bindegewebe 177, **182**, **183**
 Spitzendendrit **71**, **246**
 Splen 98, 99, **103**
 Splenoide Knoten **102**
 Spongium anguli iridocornealis 215
 Sprungreifer Follikel *siehe* Tertiärfollikel
 Stäbchen (zellen) *siehe* Epitheliocytii neurosensorii baciliferi
 Stachelzellen 32
 Stammganglien 231, 235
 Stammzellen 32, 85, 106, **111**, 162, 163
 Stapes 220
 Statine 105
 Steigbügel *siehe* Stapes
 Stereozilien, Stereocilia 21, 22, 31, **37**, 166, **172**, **173**, 223
 Sternzelle *siehe* Neuron stellatum
 Steroidhormone 24, 105, **169**, **203**
 Stimmfalte *siehe* Plica vocalis
 Straffes Bindegewebe *siehe* Textus connectivus collagenosus compactus
 Strahlenkörper, Ziliarkörper *siehe* Corpus ciliare
 Stränge *siehe* Funiculi
 Strangzellen 240, **244**
 Stratum basale 32, **38**, **39**, 191, 192, 194, **198**, **201**, **224**, **225**
 Stratum cavernosum 168, **175**
 Stratum circulare 119, 120, 127, 144, **149**
 Stratum compactum 120, **135**
 Stratum corneum 32, **38**, **39**, 191, 192, 196, **200**, **201**
 Stratum ganglionare **71**, 215ff, **228**, 243, **245**, **248**
 Stratum germinativum 32, **38**, 191, 194
 Stratum granulare/granulosum 32, **38**, **39**, **71**, 120, 121, **135**, 177–179, **183–185**, 191ff, **201**, 207, 215–217, 219, **224**, **227**, **228**, 232, 233, 238, 243, **245–248**
 Stratum granulare externum 215, 216, 219, **227**, **228**, 232, 233, **246**
 Stratum granulare internum 215, 217, 219, **227**, **228**, 232, 233
 Stratum intermedium 32, **38**, **225**
 Stratum limitans externum 215–217, 219
 Stratum limitans internum 215, 217, 219
 Stratum longitudinale 116ff, **130**, **134**, **136–138**, 180, 181, **188**, **250**
 Stratum lucidum 32, **38**, 191, 192, 194, **201**
 Stratum moleculare **71**, 232–235, 238, 243, **245–248**
 Stratum mucosum 220
 Stratum multiforme 233, 234
 Stratum nervosum 31, 141, 215, 223, **225**, **229**
 Stratum nervosum retinae 215, 218, **227**
 Stratum neuroepitheliale 215, 216, 219, **227**, **228**
 Stratum neurofibrarum 215, 219
 Stratum neuronorum piriformium 238
 Stratum neuronorum pyramidalium internum **71**, 233, **246**
 Stratum nucleare externum 215, 216, 219, **227**, **228**, 232, 233
 Stratum nucleare internum 215, 217, 219, **227**, **228**, 232, 233
 Stratum oriens 235, **246**
 Stratum papillare 192–196, **198**, **224**

- Stratum pigmentosum (retinae) 214–216, 218, **227, 229**
- Stratum plexiforme externum 215, 217–219, **228**
- Stratum plexiforme internum 215, 217, 219, **228**
- Stratum pyramidale 232, 233, 234, 235, **246**
- Stratum pyramidale externum 232, 233, **246**
- Stratum pyramidale internum **71**, 233, 234, **246**
- Stratum radiale 220
- Stratum reticulare 192, 193, **198**
- Stratum spinosum 32, **38, 39**, 191, 192, 194, **201, 224**
- Stratum subendotheliale 75
- Stratum superficiale 32, **38**, 126, **225**
- Streifenstück *siehe* Ductus striati
- Striatum 235
- Strichkanal, Zitzenkanal *siehe* Ductus papillaris
- Stroma myoelasticum 167
- Stützpapille **130**
- Stützzellen *siehe* Epitheliocyti sustentantes
- Subiculum 234
- Subkutis, Subcutis **50, 52**, 191, 193–196, **198, 200–202**
- Submukosa 115–117, 122, 123, 127, **133, 137**
- Subserosa 126, 145
- Substantia alba 68, **72**, 231–233, 237, 239, 240, **244, 245, 247, 248**
- Substantia alba cerebelli 237
- Substantia compacta 47
- Substantia eburnea 44, 48, 49, 117, 118, **131**
- Substantia grisea 68, **71, 72**, 231, 235, 237, 239, 240, **244, 247, 248**
- Substantia nigra 235
- Substantia propria corneae 214, **226**
- Substantia spongiosa 47, 84, **93**
- Subthalamus 235, 236
- Sudanschwarz 8
- Superficialzellen **39**, 181
- Surfactant, Surfactandum 143, 144, **149**
- Sympathikoblasten 108, 109
- Sympathikus 215, 218, 239, 240, 242, 243
- Sympathische Paraganglien 109
- Sympathische (Wurzel)Zellen 45, 107, 109, 239, 243, **250**
- Sympathisches Ganglion 108, 109
- Synapse, Synapsis 67, 211ff, **228**, 232ff, **246**
- Synapsenbläschen 217
- Systema cardiovasculare et lymphaticum 75ff
- Systema digestorium 115ff
- Systema endocrinum 105ff
- Systema nervosum 65ff, **72, 73**, 231ff
- Systema respiratorium 141ff
- Systema urinarium 151ff
- T**
- T-Gedächtniszelle, T-Memory Cells 96
- T-Helferzellen 84, 95, 96, 192
- T-Lymphozyten 84, 88, 95–97, 99–**101**, **103**, 192
- T-System 58–60,
- Talg *siehe* Sebum
- Talgdrüse *siehe* Glandulae sebaceae/ceruminosae
- Tänien, Taeniae 124, **138**
- Tapetum lucidum 214, **227, 229**
- Tapetum lucidum cellulosum 214
- Tapetum lucidum fibrosum 214
- Tarsus (palpebrae) 218, 219, **228**
- Tastzelle, Merkel-(Tast-)Zelle *siehe* Epitheliocytus tactilis
- Tectum 240
- Tegmentum nucleare 19, 20, 26, **30**
- Tela chorioidea 241, **249**
- Tela subcutanea **50, 52**, 191, 193–196, **198, 200–202**
- Tela submucosa **61**, 115ff, **133, 134**, **136–138**, 142, **148**, 156, **159**, 250
- Tela submucosa gastris 127
- Tela subserosa **187**
- Telencephalon **71**, 231, 243, **248**
- Telophase 28–**30**, 164
- Telophragma 58
- Tendinozyten 45, **53**
- Terminale Strohmbahn 76, **80**
- Terminaler Pfropf **169–171**
- Terminalzisterne *siehe* Cisterna terminalis
- Terminatio neuralis anulospiralis 209
- Terminationes neurales liberae 192, 195, 207, 208, 214, **224**
- Tertiärfollikel 177–179, **182–184**
- Testis 161, 168, **169–171**
- Textus adiposus **36**, 45, **50, 52**, 96, **102**, 116, 120, 122, **138**, 142, 147, 193ff, 201, 203, 204
- Textus adiposus albus 45, **52**
- Textus adiposus fuscus 45, **52**
- Textus cartilagineus 45, 46, 48, **54, 56**, 76, 78, **82**, 142, 144, **148**, 219, 220, **228**, **229**
- Textus connectivus 31ff, **36–39, 41**, 43ff, **50–53, 55**, 58, 59, **61–63**, 67, **73, 74**, 75–77, **80, 82**, 84, 85, **93**, 95ff, 107, **111, 112**, 115ff, **128, 129, 131**, **135, 138, 139**, 141ff, **147, 148**, 151ff, **158**, 161, 166–168, **169–174**, 177ff, **182, 184–186, 188, 189**, 193, 196, 197, **198–199, 203–205**, 211, 215, 219–221, **225, 227**, 241, **250**
- Textus connectivus collagenosus compactus 45, 193, **198, 227**
- Textus connectivus collagenosus laxus 45, 49, **50, 52, 53**, 67, **74**, 118, 119, 122, 126, 144, **148**, 161, **169, 174**, 180, **182, 186**, 193, **198, 205**
- Textus connectivus reticularis 45, **51**, **55, 73**, 85, **93**, 97, 99
- Textus epithelialis 31ff
- Textus muscularis 57ff, **61–63**
- Textus muscularis nonstriatus **39**, 57, 59, **61**, 119, 120, 122, **133, 134**, 156, **159, 172**, 180, **187**, 239, 242, **250**
- Textus muscularis striatus cardiacus 57, 59, 60, **63**, 75
- Textus muscularis striatus skeletalis 57–59, **62, 82**, 120, **129**
- Textus nervosus 65ff, **70, 78, 82**, 231
- Textus osseus 44ff, **93**, 108, **129, 131**, **230**
- Thalamus 231, 233, 235–238, 240
- Theca externa 178, 179, **183–185**
- Theca folliculi 177–179, **183**
- Theca interna 178, 179, **183–185**
- Theca-Luteinzellen, kleine Luteinzellen *siehe* Thecaluteocytus
- Thecaluteocytus 179, **184**
- Thiazinfarbstoffe 5
- Thionin 5
- Thrombopoese, Thrombocytopoesis **51**, 85
- Thrombozyten, Thrombocyti 84ff, **89–92**, 98, 99
- Thymus *siehe* Bries
- Thymusmark 97, **100**
- Thymusrinde 97
- Thyreoglobulin 107, **112**
- Thyreotropes Hormon, TSH 106, **111**
- Thyroxin 107, **112**
- Tiefe Nickhautdrüsen, Harder Drüse *siehe* Glandulae profundae palpebrae tertiae
- Tiefe Propriadrüsen **136**
- Tiefe Vormagendrüsen *siehe* Glandulae proventriculares profundae
- Tiefensensibilität *siehe* Propriozeptoren
- Tight Junction 19, 22, 23, 31, 32, 67, 77, 125, 161, 215, 222
- Tollwut 235
- Toluidinblau 6, **74, 80, 93**
- Tonsillen, Tonsillae 97, **100**
- Trabeculae 195, 207
- Trabeculae splenicae 98, 99
- Trabekel **51**, 96–99, **100, 101, 103**, 168, **200, 226**
- Trabekelarterie 99
- Trachea **38**, 141–143, **148**
- Trachealspangen *siehe* Cartilagineae tracheales
- Tractus corticonuclearis 234
- Tractus corticoreticularis 236
- Tractus corticorubralis 236
- Tractus corticospinalis 234, 236
- Tractus corticospinalis lateralis/ventralis 233, 240
- Tractus olivospinalis 240
- Tractus perforans 235
- Tractus reticulospinalis lateralis 240
- Tractus reticulospinalis medialis 240
- Tractus rubrospinalis 240
- Tractus spinocerebellaris dorsalis 240
- Tractus spinocerebellaris ventralis 240
- Tractus spinothalamicus 240
- Tractus supraopticohypophysialis 237

- Tractus tectospinalis 240
 Tractus vestibulospinalis 241
 Tragi 219
 Tränenapparat *siehe* Apparatus lacrimalis
 Tränendrüsen *siehe* Glandulae lacrimales
 Tränenkanal 219
 Tränenröhrchen 219
 Tränensack 219
 Transportprozesse 21, 27, 45
 Transversaltubuli *siehe* Tubuli transversi
 Traubenkörner 214
 Triade 58
 Trias hepatica 125, **139**
 Trichromfärbung 7
 Trichterlappen 105, 106, **111**
 Trijodthyronin 107, **112**
 Trockenobjektiv 13
 Trommelfell *siehe* Membrana tympani
 Truncus sympathicus 239, 240, 242
 Tuba auditiva 220
 Tuba eustachii 220
 Tuba uterina 180, 181, **186**
 Tubuli recti 166, **169, 171**,
 Tubuli seminiferi contorti 161, 162, 164,
 165, 168, **169–171**
 Tubuli transversi 59
 Tubuloalveoläre Drüsen 124, 155, **133**,
173, 174, 196, 219
 Tubuloazinöse Drüsen 142
 Tubulöse Endstücke/Drüsen 35, 122,
136, 196, 213
 Tubulus attenuatus 153, 154, **157**
 Tubulus colligens rectus **158**
 Tubulus contortus distalis 153, 154
 Tubulus contortus proximalis *siehe* Pars
 contorta
 Tubulus distalis 152–154, **157**
 Tubulus intermedius 153, 154, **157**
 Tubulus proximalis 21, 152–154, 156,
157–159
 Tubulus rectus 153–155, **169, 171**
 Tubulus rectus distalis 153, 154
 Tubulus rectus proximalis *siehe* Pars recta
 Tubulus renalis arcuatus **158**
 Tubulus renalis colligens 154, **158**
 Tubulusapparat 152, 153, 156
 Tunica adventitia 75–78, **79, 81, 82**,
 118–120, 123, 126, **133, 138, 140**, 155,
 156, **159, 187**
 Tunica albuginea 161, 167, 168, **175**,
 177, **182–184**
 Tunica conjunctiva 218, 219, **228**
 Tunica externa 75, **79**, 213
 Tunica externa/fibrosa bulbi 213, 214,
 217, 219, **226, 227, 229**
 Tunica interna 75–77, 213, 215, 219, **226**
 Tunica interna bulbi 66, 68, 213–219,
226–229, 234
 Tunica intima 75, 77–**79, 81, 82**
 Tunica media 75–**82**, 156, 214, **226**
 Tunica media/vasculosa bulbi 213, 214,
 219, **226, 227**
 Tunica mucosa 96, **100**, 115ff, 120,
 121, 127, **128–130, 133, 134, 136, 140**,
 141–144, **146–148**, 155, 156, **159**, 166,
 168, **173**, 180, 181, **186, 188, 189**, 207,
 208, 213, 220, 221, **224, 230**
 Tunica mucosa olfactoria 213
 Tunica mucosa oralis 115–117, 128
 Tunica mucosa uteri 180, **187**
 Tunica muscularis 115, 118–124, 126,
 127, **133–138, 140**, 155, 156, **159**, 166,
172–174, 180, 181, **186, 188**, 241, **250**
 Tunica muscularis gastris 127
 Tunica serosa **36**, 118, 119, 122, 126,
 127, **133, 135–138, 140**, 180, **186, 187**
 Tunica submucosa 119, 124, 144
 Tunica vasculosa 214, 219, **226**
 Typus inversus 97, **102**
- U**
 Übergangsepithel *siehe* Epithelium
 transitionale, Urothel
 Überleitungsstück *siehe* Tubulus
 attenuatus/intermedius
 Ultramikrotom 10
 Umwallte Papillen *siehe* Papillae vallatae
 Unguicula 193, 195, 196, **200**
 Ungula 193, 195, **202**
 Unipolare Nervenzelle 66
 Unit-Membrane-Modell 21
 Unspezifische Thalamuskern 236
 Unterhaut *siehe* Subcutis, Tela subcutanea
 Unterkieferdrüse *siehe* Glandula
 mandibularis
 Unterlid *siehe* Palpebra inferior
 Unterschleimhautgewebe/-schicht *siehe*
 Tela submucosa
 Unterzungendrüse *siehe* Glandulae
 sublinguales
 Uranylacetat 10
 Ureter **39**, 155, 156, **157, 159**
 Urethra **39**, 156, **174, 175**
 Urkleinhirn *siehe* Archicerebellum
 Urothel, Urothelium 32, **39**, 155, 156,
158, 159, 174, 175
 UTALT 96
 Uterindrüsen 180, **187**
 Uterinepithel **187, 189**
 Uterinschleimhaut **187**
 Uterus 180, **184, 187–189**
 Uterushörner *siehe* Cornua uteris
 Uterusschleimhaut **186**
 Uvea *siehe* Tunica media/vasculosa bulbi
- V**
 Vagina 181, **188, 189**
 Vaginalepithel 181, **188**
 Vaginalzytologie **189**
 Valvula venosa 77, 78, **81**
 van-Gieson-Färbung 5, 7, **53, 134, 173**
 Vasa afferentia 97, 156
 Vasa capillaria sinusoidea 77, 109, 210
 Vasa haemocapillaria 48, **52, 55**, 60, **62**,
 65, 68, **71, 72**, 75–77, **80**, 97, 99, **103**,
 105, 107–110, **111, 113**, 152, 153, **157**,
169, 177, **184, 185, 198**, 210, 214, 218,
 219, 222, **227**
 Vasa lymphatica 78, **82**, 96, 97, **100–**
102, 118ff, 161, 166, 167, **170, 172**, 177,
 178, 181, **182, 183**
 Vasa lymphatica afferentia 97, **102**
 Vasa (lymphatica) efferentia 97, **102**
 Vasa lymphocapillaria 78, **82**, 121
 Vasa sinusoidea 77, 125
 Vasa vasorum 75
 Vasoaktives intestinales Polypeptid,
 VIP 110, 123
 Vater-Pacini-Lamellenkörperchen *siehe*
 Corpuscula lamellosa
 Vegetative Ganglien (Zellen) 69, 109,
114, 239, 242, **249, 250**
 Vegetative (Nerven) Zellen 45, 74, 181,
 239, 242
 Vegetatives (autonomes) Nervensystem,
 VNS **73**, 242, 243
 Vena interlobularis 125, **139**, 151, 153,
 156
 Vena portae 124, 125, **139**
 Vene, Vena **39**, 75, 77, 78, **79, 81, 101**,
 168, **169, 175, 182**, 197, 204, 205, 218,
 225, 227
 Venenklappe *siehe* Valvula venosa
 Venenplexus 195, **202**
 Venole, Venula 77, **80, 101**, 123, 218
 Ventrale Wurzel *siehe* Radix ventralis
 Ventralhorn *siehe* Cornu ventrale
 Ventrialsäule *siehe* Columna ventralis
 Ventralstrang *siehe* Funiculus ventralis
 Ventriculus 120–123, 127, **134, 135, 136**
 Ventrikel III 105, **112**, 236
 Verdauungsapparat *siehe* Systema
 digestorium
 Vergrößerung 13–15
 Verhornung 195
 Verhornungsprozess 32, 33, 191, 195
 Verknöcherung 48
 Verlängertes Mark *siehe* Medulla oblongata
 Vermis 237, 238
 Versilberung 6, **36, 71–73**, 232, **245, 247**
 Vesica biliaris/fellae **37**, 126, **140**
 Vesica urinaria **39, 61**, 156, **159**
 Vestibulariskerne 237, 241
 Vestibulum nasi 141
 Vestibulum vaginae 181
 Villi intestinales 119, 122–124, **137**
 Vinculum nucleare myocyti 209
 Viszeromotorische/vegetative (Wurzel)
 Zellen 45, 74, 181, 239, 242
 Viszerorezeptoren 210
 Vitelliner Follikel **185**
 Volkmann-Kanäle 47
 von-Ebner-Spüldrüsen 116, **130**, 211
 Vorderdarm 118
 Vordere Augenkammer *siehe* Camera
 anterior bulbi

Vordere Grenzmembran, Bowman-Membran *siehe* Lamina limitans anterior
 Vordere Wurzel *siehe* Radix dorsalis
 Vorderes Hornhautepithel *siehe* Epithelium anterius (corneae)
 Vorderlappen 105, 106, **111**, 237
 Vorhaut *siehe* Präputium, Praeputium
 Vorhofdrüsen *siehe* Glandulae vestibulares
 Vormägen 118, 120, 121
 Vormagendrüsen *siehe* Glandulae proventriculares
 Vorsteherdrüse *siehe* Glandula prostatica
 Vulva 181

W

Wachtel **149, 170, 185, 186, 229, 248**
 Wandsegment 195, 196, **202**
 Wangen *siehe* Buccae
 Weibliche Geschlechtsorgane *siehe* Organa genitalia feminina
 Weiche Hirnhaut *siehe* Leptomeninx
 Weicher Gaumen *siehe* Palatum molle
 Weiße Blutzellen/-körperchen *siehe* Leukocyten, Leucocyti
 Weiße Milzpulpa/Pulpa *siehe* Pulpa alba
 Weiße Substanz *siehe* Substantia alba
 Weißes Fettgewebe *siehe* Textus adiposus albus
 Wellenlänge 13
 Wharton Sulze 44, **51**
 Wimpern *siehe* Cilia
 Windungen *siehe* Gyri
 Wurm *siehe* Vermis
 Wurzelkanal *siehe* Canalis radialis dentis
 Wurzelscheide 193, 194, **199, 200**, 207
 Wurzelzellen 239, 240

X

Xylol 3, 7

Z

Z-Scheibe *siehe* Telophragma
 Z-Streifen 58–60
 Zahn *siehe* Dens

Zahnanlage **131**
 Zahnbein *siehe* Dentinum, Substantia eburnea
 Zahnfleisch 115
 Zahnhals *siehe* Cervix dentis
 Zahnhartgewebe 48, 117
 Zahnhartsubstanz 48, 76, 78, **82**
 Zahnkrone *siehe* Corona dentis
 Zahnpulpa *siehe* Pulpa coronalis
 Zahnschmelz *siehe* Adamantin, Enamelum dentis
 Zahnwurzel *siehe* Radix dentis
 Zäkum 118, 124
 Zapfen(zellen) *siehe* Epitheliocytii neurosensorii coniferi
 Zehenendorgane 195
 Zeichnen 15
 Zelle *siehe* Cellula
 Zellgebundene Immunität 95
 Zellgrenzen **30**, 34, **36**, 44, 167, 191
 Zellkern *siehe* Nucleus
 Zellkontakte 22, 32
 Zelleib, Zytoplasma *siehe* Cytoplasma
 Zellmembran *siehe* Plasmalemm, Membrana cellularis
 Zellorganellen 8, 19, 20, 24, 25, 161, 163
 Zellsäulengliederung *siehe* Modulkonzept
 Zellteilung 19, 20, 27–29, 85, 163, 164, 191
 Zelltod 28
 Zellwand **30**, 123
 Zellzyklus 28
 Zement *siehe* Cementum
 Zementoblast 48
 Zentralarterie 99, **103**
 Zentrales Nervensystem, ZNS 68, 231ff
 Zentralkanal *siehe* Canalis centralis
 Zentralvene 125, **139**
 Zentriol *siehe* Centriolum
 Zentroazinäre Zelle 126, **140**
 Zerebelläre Ataxie 237
 Zervikaldrüsen 181, **188**
 Zervikalschleim 181, **188**
 Zervix *siehe* Cervix uteri
 Ziege **39, 52, 61**, 83, **101**, 166, **129, 130**, **134**, 151, **159, 188**, 196, 215, **226, 227**, **230, 247**

Ziliarkörper *siehe* Corpus ciliare
 Ziliarmuskel *siehe* M. ciliaris
 Zirbeldrüse *siehe* Corpus pineale
 Zirkuläre Muskelschicht 119ff, **134–138**, 180, 181, **188, 205, 250**
 Zirkumanaldrüsen *siehe* Glandulae circumanales
 Zitronensäurezyklus 24
 Zitze *siehe* Papilla mammae
 Zitzenkanal *siehe* Ductus papillaris
 Zitzenwand 197, **205**
 Zitzenzisterne 197, **204**
 Zona arcuata 108, **113**, 196
 Zona columnaris 124
 Zona fasciculata 108, 109, **113, 114**
 Zona glomerulosa 108
 Zona intermedia 124, 240
 Zona multiformis 108, **113**
 Zona parenchymatosa 177, **182, 183**
 Zona pellucida 177, 179, 181, **183–185**
 Zona reticularis 108, 109, **113, 114**
 Zona vasculosa 177, **182**
 Zone der enchondralen Ossifikation 48
 Zone des großblasigen Knorpels 48
 Zone des Knorpelabbaus *siehe* Eröffnungszone
 Zonula adhaerens 19, 22, 23, 31, 32
 Zonula occludens *siehe* Tight Junction
 Zonulafasern *siehe* Fibrae zonulares
 Zotten *siehe* Villi intestinales
 Zunge *siehe* Lingua
 Zungendrüsen 117
 Zungenpapillen *siehe* Papillae linguales
 Zwergfettzellen 167, **173**
 Zwiebelwurzel **30**
 Zwischenhirn *siehe* Diencephalon
 Zwischenhorn 196, **202**
 Zwischenlappen 105, 106, **111**
 Zwölffingerdarm *siehe* Duodenum
 Zygotän 29, 163
 Zytokinese 28, **30**
 Zytoplasma *siehe* Cytoplasma
 Zytoskelett *siehe* Cytoskeleton
 Zytosol 24



Univ.-Prof. Dr. med. vet. Dr. med. univ. Fred Sinowatz hat Tiermedizin sowie Humanmedizin in Wien studiert. Er ist ehemaliger Inhaber des Lehrstuhls für Tieranatomie II und des Lehrstuhls für Anatomie, Histologie und Embryologie der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.



PD Dr. med. vet. Daniela Rodler hat Tiermedizin in München studiert. Sie ist Privatdozentin für Anatomie, Histologie und Embryologie an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München und Fachtierärztin für Anatomie und Embryologie.

Der Blick fürs Detail

Diese Kombination aus Kurzlehrbuch und Bild-Atlas bietet eine kompakte Einführung in die Histologie für Tiermediziner. Exakt beschriftete mikroskopische Fotos aller gängigen Kurspräparate garantieren ein sicheres Auffinden der gewebs- und organotypischen Strukturen während der histologischen Übungen. Kurze, prägnante Bildlegenden liefern nötiges Hintergrundwissen zu den Präparaten. Einleitende Basisinformationen zu allen beschriebenen Geweben und Organen vermitteln wichtige Grundlagen und erleichtern das Verständnis für physiologische und pathologische Vorgänge. Zwei Kapitel zur histologischen Technik und Mikroskopie erläutern die Herstellung der Präparate und den Gebrauch des Mikroskops.

HISTOLOGISCHE TECHNIK, MIKROSKOPIER-ANLEITUNG, KURSPRÄPARATE

Ein leichter und umfassender Einstieg in die Histologie

ZELLEN, GEWEBE UND ORGANE

Von der Zellorganelle bis zum komplexen Organsystem

FOTOS, SCHEMATA, PRÄGNANTE TEXTE

Exakte Bild-Beschriftungen und -Legenden für gutes Verständnis und sicheres Erkennen

BASICS, DETAILS UND ZUSAMMENHÄNGE

Prüfungsrelevantes Histologie-Wissen und klinische Bezüge

VET PRAXIS Aktuell, konkret, lösungsorientiert!

ISBN 978-3-8426-0015-7



9 783842 600157