

Inhaltsverzeichnis

Vorwort v

Teil I Histologie 1

1	Praxis- und Laborwissen Histologie	3
1.1	Aufgaben	3
1.2	Gewebearten	3
1.3	Gewebeverarbeitung	4
1.3.1	Entnahme und Zuschnitt	4
1.3.2	Fixierung	4
1.3.2.1	Fixative	5
1.3.2.1.1	Fixation durch Vernetzung	5
1.3.2.1.2	Fixation durch Wasserentzug	6
1.3.2.1.3	Fixation durch Salzbildung	6
1.3.2.1.4	Fixation durch Veränderung des Quellungszustandes	6
1.3.2.1.5	Weitere Fixationsmethoden	6
1.3.2.2	Fixiergemische	7
1.3.3	Einbettung	7
1.3.4	Schneiden	8
1.3.4.1	Mikrotom	9
1.3.4.1.1	Schlittenmikrotom	9
1.3.4.1.2	Rotationsmikrotom	9
1.3.4.1.3	Vibratom	9
1.3.4.1.4	Tetrander-Mikrotom	9
1.3.4.2	Mikrotommesser	10
1.3.4.2.1	Messermaterial	10
1.3.4.2.2	Messerprofil	10
1.3.4.2.3	Messerwinkel	11
1.3.4.3	Fehler beim Schneiden	12
1.3.5	Färben	12
1.3.5.1	Vorbehandlung für FFPE-Schnitte	12
1.3.5.2	Nachbehandlung für FFPE-Schnitte	13
1.3.5.3	Sonderbehandlung Fettfärbung	14
1.3.5.4	Färbevokabular	14
1.3.5.5	Färbungen	15
1.3.5.5.1	Übersichtsfärbungen	15
1.3.5.5.1.1	Hämatoxylin-Eosin-Färbung (H.E.-Färbung)	15

1.3.5.5.1.2	Giemsa-Färbung	17
1.3.5.5.2	Bindegewebsfärbungen	18
1.3.5.5.2.1	van Gieson-Färbung	18
1.3.5.5.2.2	Elastin-Färbung nach Weigert	19
1.3.5.5.2.3	Kombinierte Elastin – van Gieson Färbung (EvG)	20
1.3.5.5.2.4	Masson-Goldner-Färbung	20
1.3.5.5.2.5	Mallory-Färbung	21
1.3.5.5.2.6	Ladewig-Färbung	22
1.3.5.5.3	Kohlenhydrat-Darstellung	23
1.3.5.5.3.1	PAS-Reaktion nach McManus	23
1.3.5.5.3.2	Alcianblau-Färbung	24
1.3.5.5.4	Lipid-Darstellung	24
1.3.5.5.4.1	Ölrot nach Lillie	24
1.3.6	Mikroskopieren	25
1.3.6.1	Mikroskoptypen	25
1.3.6.2	Aufbau Lichtmikroskop	26
1.3.6.3	richtiges Einstellen des Lichtmikroskops – das Köhlern	27
1.3.6.4	Gravuren am Okular	28
1.3.6.5	Gravuren am Objektiv	29
1.3.6.6	Gesamtvergrößerung und numerische Apertur	29
1.3.7	Beurteilung	30
2	Histologisches Grundlagenwissen	33
2.1	Die Zelle	33
2.1.1	Aufbau der Zelle und Zellorganellen	33
2.1.1.1	Zytoplasma	33
2.1.1.2	Zytoskelett	33
2.1.1.3	Zellmembran	33
2.1.1.4	Zellkern	35
2.1.1.5	Ribosomen	35
2.1.1.6	Endoplasmatisches Retikulum	35
2.1.1.7	Golgi-Apparat	36
2.1.1.8	Mitochondrien	36
2.1.1.9	Lysosomen	36
2.1.1.10	Weitere kleine Organellen	36
2.1.2	Oberflächendifferenzierung der Zellen	36
2.1.2.1	Mikrovilli	36
2.1.2.2	Kinozilien	37
2.1.2.3	Stereozilien	37
2.1.3	Zellkontakte	37
2.1.3.1	Verschlusskontakte	38
2.1.3.2	Haft- oder Adhäsionskontakte	38
2.1.3.3	Kommunikationskontakte	38
2.1.4	Zellzyklus	38
2.1.4.1	M-Phase/Mitose	38

2.1.4.2	Interphase	40
2.1.5	Meiose	41
2.1.5.1	Meiose I	41
2.1.5.2	Meiose II	41
2.1.6	Wachstum und Zelltod	42
2.1.6.1	Aufbauenden Vorgängen	42
2.1.6.2	Abbauende Vorgänge	42
2.1.6.3	Kernveränderungen beim Zelltod	42
2.2	Gewebe	43
2.2.1	Epithelgewebe	43
2.2.1.1	Oberflächenepithel	43
2.2.1.1.1	Einschichtig	44
2.2.1.1.2	Mehrreihig	46
2.2.1.1.3	Mehrschichtig	46
2.2.1.1.4	Sonderform Urothel	49
2.2.1.2	Drüsenepithel	51
2.2.1.2.1	Lage zum Oberflächenepithel	51
2.2.1.2.2	Gestalt der Endstücke	51
2.2.1.2.3	Wuchsform	52
2.2.1.2.4	Chemische Beschaffenheit des Sekrets	52
2.2.1.2.5	Sekretionsart	54
2.2.1.2.6	Sekretableitende Strukturen für exokrine, exoepitheliale Drüsen	55
2.2.1.3	Sinnesepithel	56
2.2.2	Binde- und Stützgewebe	56
2.2.2.1	Die Zellen des Bindegewebes	57
2.2.2.1.1	Fixe Zellen	57
2.2.2.1.2	Mobile Zellen	57
2.2.2.2	Die extrazelluläre Matrix	58
2.2.2.2.1	Grundsubstanz	58
2.2.2.2.2	Fasern	58
2.2.2.3	Bindegewebsarten	59
2.2.2.3.1	Lockeres Bindegewebe	59
2.2.2.3.2	Straffes Bindegewebe	59
2.2.2.3.3	Retikuläres Bindegewebe	60
2.2.2.3.4	Gallertiges Bindegewebe	61
2.2.2.3.5	Spinozelluläres Bindegewebe	61
2.2.2.3.6	Knorpelgewebe	61
2.2.2.3.6.1	Hyaliner Knorpel	62
2.2.2.3.6.2	Elastischer Knorpel	63
2.2.2.3.6.3	Faserknorpel	63
2.2.2.3.7	Knochengewebe	64
2.2.2.3.7.1	Knochenmatrix	64
2.2.2.3.7.2	Knochenzellen	64
2.2.2.3.7.3	Periost und Endost	65

2.2.2.3.7.4	Geflechtknochen	65
2.2.2.3.7.5	Lamellenknochen	65
2.2.2.3.8	Fettgewebe	66
2.2.2.3.8.1	weißes Fettgewebe	66
2.2.2.3.8.2	braunes Fettgewebe	67
2.2.3	Muskelgewebe	67
2.2.3.1	Skelettmuskulatur	68
2.2.3.2	Herzmuskulatur	69
2.2.3.3	Glatte Muskulatur	70
2.2.4	Nervengewebe	71
2.2.4.1	Neurone	72
2.2.4.2	Gliazellen	72
2.2.4.3	Aufbau eines peripheren Nervs	73
3	Spezielle Histologie	75
3.1	Organe des Verdauungssystems	75
3.1.1	Kopfdarm	75
3.1.1.1	Mundhöhle	75
3.1.1.2	Lippen	76
3.1.1.3	Gaumen	76
3.1.1.4	Zunge/Lingua	76
3.1.1.5	Speicheldrüsen	78
3.1.1.6	Zähne	80
3.1.1.6.1	Aufbau eines Zahnes	81
3.1.1.6.1.1	Pulpa	82
3.1.1.6.1.2	Schmelz	82
3.1.1.6.1.3	Dentin	82
3.1.1.6.1.4	Zement	82
3.1.2	Rumpfdarm	82
3.1.2.1	Speiseröhre/Ösophagus	83
3.1.2.2	Magen/Gaster	84
3.1.2.3	Dünndarm	88
3.1.2.4	Dickdarm	92
3.1.3	Weitere an der Verdauung beteiligte Organe	94
3.1.3.1	Leber/Hepar	94
3.1.3.2	Gallenwege und Gallenblase	97
3.1.3.2.1	Gallenwege	97
3.1.3.2.2	Gallenblase/Vesica fella	97
3.1.3.3	Wandaufbau	98
3.1.3.4	Bauchspeicheldrüse/Pankreas	99
3.1.3.5	Exokrines Drüsengewebe der Bauchspeicheldrüse	99
3.1.3.6	Endokrines Drüsengewebe der Bauchspeicheldrüse	99
3.2	Atmungsorgane	101
3.2.1	Obere Luftwege	102

3.2.2	Untere Luftwege	102
3.2.2.1	Luftröhre/Trachea	102
3.2.2.2	Lunge/Pulmo	105
3.2.2.2.1	Bronchialbaum	105
3.2.2.2.2	Bronchien	105
3.2.2.2.3	Bronchiolen	105
3.2.2.2.4	Wandaufbau der Alveolen oder Blut-Luft-Schranke	107
3.2.2.2.5	Blutversorgung der Lunge	108
3.3	Harnorgane	108
3.3.1	Nieren/Ren	108
3.3.1.1	Rinde/Cortex renalis	109
3.3.1.2	Mark/Medulla renalis	109
3.3.1.3	Nephron	109
3.3.1.4	Nierenkörperchen	111
3.3.1.5	Nierenkanälchen/Tubulussystem	112
3.3.1.6	Sammelrohrsystem	113
3.3.1.7	Juxtaglomerulärer Apparat	114
3.3.1.8	Blutgefäße der Niere	114
3.3.2	Ableitende Harnwege	115
3.3.2.1	Nierenbecken/Pelvis renalis	115
3.3.2.2	Harnleiter/Ureter	115
3.3.2.3	Harnblase/Vesica urinaria	115
3.3.2.4	Harnröhre/Urethra	116
3.4	Geschlechtsorgane	116
3.4.1	Männliche Geschlechtsorgane	116
3.4.1.1	Hoden/Testis	117
3.4.1.1.1	Hodenkanälchen	117
3.4.1.1.2	Rete testis	118
3.4.1.1.3	Stadien der Spermatogenese	119
3.4.1.1.4	Interstitielles Bindegewebe	119
3.4.1.1.5	Hormonelle Regulation der Hodenfunktion	119
3.4.1.2	Samenwege	120
3.4.1.2.1	Nebenhoden	120
3.4.1.2.2	Samenleiter	120
3.4.1.3	Akzessorische Geschlechtsdrüsen	121
3.4.1.3.1	Bläschendrüsen	121
3.4.1.3.2	Prostata	122
3.4.1.3.3	Cowper-Drüsen	122
3.4.1.4	Penis	122
3.4.2	Weibliche Geschlechtsorgane	122
3.4.2.1	Ovar/Eierstock	123
3.4.2.1.1	Follikelstadien	123
3.4.2.1.2	Ovulation und Corpus luteum	126
3.4.2.1.3	Follikelatresie	127

3.4.2.1.4	Hormoneller Zyklus	127
	Follikelphase	128
	Lutealphase	128
3.4.2.2	Tuba uterina/Eileiter	128
3.4.2.3	Uterus/Gebärmutter	129
3.4.2.3.1	Cervix uteri	132
3.4.2.3.2	Portio vaginalis	132
3.4.2.3.3	Menstruationszyklus – Veränderungen des Endometriums	132
3.4.2.4	Vagina/Scheide	133
3.5	Lymphatische Organe	133
3.5.1	Thymus/Bries	134
3.5.2	Milz/Splen	134
3.5.2.1	Rote Pulpa	135
3.5.2.2	Weiße Pulpa	135
3.5.2.3	Blutgefäße	137
3.5.3	Lymphknoten	137
3.5.3.1	Rinde	137
3.5.3.2	Mark	137
3.5.3.3	Lymphfollikeldifferenzierung	137
3.5.3.4	Sinus	138
3.5.3.5	Mukosaassoziiertes lymphatisches Gewebe	138
3.5.4	Tonsillen/Mandeln	139
3.5.4.1	Tonsilla palatina	139
3.5.4.2	Tonsilla lingualis	139
3.5.4.3	Tonsilla pharyngea	139
3.5.5	Peyer-Plaques	139
3.6	Endokrine Organe	140
3.6.1	Hypothalamus	141
3.6.1.1	Effektorhormone	141
3.6.1.2	Steuerhormone	142
3.6.2	Hypophyse/Hirnanhangsdrüse/Glandula pituitaria	142
3.6.2.1	Neurohypophyse	142
3.6.2.2	Adenohypophyse	143
3.6.2.2.1	Azidophile Zellen	143
3.6.2.2.2	Basophile Zellen	144
3.6.2.2.3	Chromophobe Zellen	144
3.6.2.2.4	Negative Rückkopplung/feedback	144
3.6.3	Epiphyse/Zirbeldrüse	145
3.6.4	Schilddrüse/Glandula thyroidea	145
3.6.4.1	Schilddrüsenfollikel	145
3.6.4.2	Tyreoglobulin und die Schilddrüsenhormone Thyroxin und Trijodthyronin	146
3.6.4.3	C-Zellen	146

3.6.5	Nebenschilddrüsen/Glandulae parathyroideae	146
3.6.6	Nebenniere/Glandula suprarenalis	146
3.6.6.1	Nebennierenrinde	147
3.6.6.1.1	Zona glomerulosa	147
3.6.6.1.2	Zona fasciculata	148
3.6.6.1.3	Zona reticularis	148
3.6.6.1.4	Steuerung der Nebennierenrinde	148
3.6.6.2	Nebennierenmark	148
3.6.6.2.1	Gefäßarchitektur der Nebennieren	149
3.6.7	Endokrine Pankreasinseln	149
3.7	Kreislaufsystem	149
3.7.1	Kreisläufe	150
3.7.1.1	Lungenkreislauf	150
3.7.1.2	Körperkreislauf	150
3.7.2	Blutgefäße	150
3.7.2.1	Arterien	151
3.7.2.1.1	Arterien vom elastischen Typ	151
3.7.2.1.2	Arterien vom muskulären Typ	152
3.7.2.1.3	Arteriolen	152
3.7.2.2	Kapillaren	153
3.7.2.2.1	Wandaufbau der Kapillaren	154
3.7.2.2.2	Kapillartypen	154
3.7.2.3	Venen	155
3.7.2.3.1	Venolen	155
3.7.2.3.2	Venen	155
3.7.2.3.3	Venenklappen	156
3.7.3	Lymphgefäße	156
3.7.3.1	Lymphkapillaren	157
3.7.3.2	Lymphgefäße	157
3.7.4	Herz/Cor	157
3.7.4.1	Makroskopischer Aufbau	157
3.7.4.2	Blutfluss	158
3.7.4.3	Wandaufbau	158
3.7.4.3.1	Endokard	158
3.7.4.3.2	Myokard	158
3.7.4.3.3	Epikard	158
3.7.4.3.4	Perikard/Herzbeutel	158
3.8	Haut	159
3.8.1	Epidermis/Oberhaut	159
3.8.2	Dermis/Lederhaut	160
3.8.2.1	Stratum papillare	160
3.8.2.2	Stratum reticulare	160
3.8.3	Subkutis/Unterhaut	161

3.8.4	Hautdrüsen	161
3.8.4.1	Holokrine Talgdrüsen	161
3.8.4.2	Ekkrine Schweißdrüsen	161
3.8.4.3	Apokrine Schweißdrüse	163

Teil II Mikrobiologie 165

4	Praxis- und Laborwissen	167
4.1	Einführung	167
4.2	Aufgaben	167
4.3	Untersuchungsmaterialien	168
4.4	Ablauf einer Probenverarbeitung	168
4.4.1	Entnahme	169
4.4.2	mikroskopisches Präparat	169
4.4.2.1	Herstellung von Präparaten	169
4.4.2.1.1	Präparat von einem flüssigen Material	169
4.4.2.1.2	Präparat von einem nicht-flüssigen Material	169
4.4.2.2	Fixierung	170
4.4.2.2.1	Hitze-fixation	170
4.4.2.2.2	Alkoholfixation	170
4.4.2.3	Nativpräparate	170
4.4.2.3.1	Hängender Tropfen	170
4.4.2.3.2	Tuschepräparat	171
4.4.2.4	Färbungen	171
4.4.2.4.1	Gram-Färbung	171
4.4.2.4.2	Methylenblaufärbung	172
4.4.2.4.3	Fuchsin-Färbung	173
4.4.2.4.4	Giemsa-Färbung	173
4.4.2.4.5	Ziehl-Neelsen-Färbung	174
4.4.2.4.6	Kinyoun-Färbung	174
4.4.2.4.7	Hämatoxylin-Färbung nach Heidenhain	175
4.4.2.4.8	Neisser-Färbung	175
4.4.2.4.9	Immunfluoreszenz	176
	Auramin	176
4.4.2.4.10	Lactophenolblau-Färbung	176
4.4.3	Kultivierung	177
4.4.3.1	Sterilisation und Desinfektion	177
4.4.3.1.1	Heißluftsterilisation	177
4.4.3.1.2	Dampfdrucksterilisation (Autoklav)	177
4.4.3.1.3	Tyndallisation	178
4.4.3.1.4	Pasteurisierung	178
4.4.3.1.5	Ausglühen	178
4.4.3.1.6	Abflammen	178
4.4.3.1.7	Desinfektion	179

4.4.3.2	Einteilung der Nährmedien	179
4.4.3.2.1	Flüssige Nährböden	180
4.4.3.2.2	Halbfeste Nährböden	180
4.4.3.2.3	Feste Nährböden	180
4.4.3.2.4	Universalnährböden	180
4.4.3.2.5	Elektiv/Selektiv-Nährböden	180
4.4.3.2.6	Differenzierungsnährböden	181
4.4.3.2.7	Anreicherungs-nährböden	181
4.4.3.2.8	Synthetische Nährböden	181
4.4.3.2.9	Komplexe Nährböden	181
4.4.3.3	Nährbodenbestandteile	181
4.4.3.4	Übersicht wichtiger Nährmedien	182
4.4.3.4.1	Blutplatte	182
4.4.3.4.2	Schaedler-Platte	183
4.4.3.4.3	MacConkey-Agar-Platte	183
4.4.3.4.4	Kochblutplatte	183
4.4.3.4.5	Thioglycolat-Medium	183
4.4.3.4.6	Mueller-Hinton-Agar-Platte	184
4.4.3.4.7	Sabouraud-Agar-Platte	184
4.4.3.4.8	SS-Platte	184
4.4.3.4.9	Löwenstein-Jensen-Medium	184
4.4.3.4.10	Traubenzucker-Boullion	184
4.4.3.5	Herstellung eines Nährmediums	184
4.4.3.6	Beimpfen von Nährmedien	185
4.4.3.6.1	Impfgeräte	185
4.4.3.6.2	Impftechniken	186
4.4.3.6.2.1	Beimpfen einer Bouillon	187
4.4.3.6.2.2	Beimpfen eines Schrägagars	187
4.4.3.6.2.3	Beimpfen eines Hochschichtagars	187
4.4.3.6.2.4	Beimpfen einer Kombination aus Schräg- und Hochschichtagar	187
4.4.3.6.2.5	Beimpfen eines Thioglykolatmediums	187
4.4.3.6.2.6	Beimpfen einer Agarplatte: unfraktionierter Ausstrich	187
4.4.3.6.2.7	Beimpfen einer Agarplatte: Drei-Ösen-Ausstrich	187
4.4.3.6.2.8	Beimpfen einer Agarplatte: Ausstrich auf drei Ebenen	188
4.4.3.7	Inkubation	189
4.4.3.8	Platten- und Röhrchenvisite	190
4.4.3.8.1	Plattensvisite	190
4.4.3.8.2	Röhrchenvisite	192
4.4.4	Differenzierung	193
4.4.4.1	„Bunte Reihe“	193
4.4.4.2	Nährboden nach Kligler	194
4.4.4.3	Enzyme der Atmungskette	195
4.4.4.3.1	Katalasereaktion	195
4.4.4.3.2	Oxidasereaktion	196

4.4.4.4	Antigennachweis	196
4.4.4.4.1	Immunfluoreszenz	196
4.4.4.4.2	Antigen-ELISA	196
4.4.4.4.3	Agglutinationstests	196
4.4.4.5	Nachweis von Nukleinsäuren	197
4.4.4.5.1	In-situ-Hybridisierung	197
4.4.4.5.2	Polymerasekettenreaktion	197
4.4.4.6	Antikörpernachweise (Serologie)	197
4.4.4.7	Antibiotikaempfindlichkeit	197
4.4.5	Antibiogramm	197
4.4.5.1	Bestimmung der minimalen Hemmkonzentration	198
4.4.5.2	Agardiffusionstest	198

5 Mikrobiologisches Grundlagenwissen 199

5.1	Grundlagen der Bakterienzelle	199
5.1.1	Bakterienformen	199
5.1.2	Aufbau einer Bakterienzelle	200
5.1.2.1	Zellwand	200
5.1.2.2	Zytoplasmamembran	201
5.1.2.3	Zytoplasma	201
5.1.2.4	Nukleoid	201
5.1.2.5	Plasmide	201
5.1.2.6	Geißeln	201
5.1.2.7	Fimbrien und Pili	202
5.1.2.8	Kapsel	202
5.1.2.9	Sporen	202
5.1.3	Energiegewinnung	204
5.1.3.1	Atmung	204
5.1.3.2	Gärung	204
5.1.4	Wachstum	205
5.1.4.1	Wachstumskurve	205
5.1.5	Genetische Variabilität bei Bakterien	206
5.1.5.1	Transformation	206
5.1.5.2	Transduktion	206
5.1.5.3	Konjugation	207
5.2	Einblick in die antibakterielle Therapie	207
5.2.1	Wirkspektrum	207
5.2.2	Wirkqualität	207
5.2.3	Wirkmechanismus	207
5.2.4	Resistenztypen	208
5.3	Systematik	208

6 Spezielle Bakteriologie 209

6.1	Grampositive Kokken	209
-----	---------------------	-----

6.1.1	Staphylokokken	209
6.1.1.1	Koagulasepositive Staphylokokken	209
6.1.1.2	Koagulasenegative Staphylokokken	212
6.1.2	Streptokokken	213
6.1.2.1	Streptococcus pyogenes (A-Streptokokken)	214
6.1.2.1.1	Akute Infektionen	216
6.1.2.1.2	Folgekrankheiten	216
6.1.2.2	Streptococcus agalactiae (B-Streptokokken)	217
6.1.2.3	Streptokokken der serologischen Gruppen C, F und G	217
6.1.2.4	Streptococcus pneumoniae (Pneumokokken)	217
6.1.2.5	Viridans Streptokokken	219
6.1.3	Enterokokken	219
6.2	Grampositive aerobe und anaerobe Stäbchen, Sporenbildner	221
6.2.1	Bazillen	221
6.2.1.1	Bacillus anthracis	221
6.2.1.2	Bacillus cereus	223
6.2.2	Clostridien	224
6.2.2.1	Clostridium perfringens	224
6.2.2.2	Clostridium tetani	226
6.2.2.3	Clostridium botulinum	227
6.2.2.4	Clostridium difficile	229
6.3	Grampositive Stäbchenbakterien, Nichtsporenbildner	230
6.3.1	Listerien	230
6.3.1.1	Listeria monocytogenes	230
6.3.2	Erysipelothrix	231
6.3.2.1	Erysipelothrix rhusiopathiae	231
6.3.3	Gardnerella	232
6.3.3.1	Gardnerella vaginalis	232
6.4	Grampositive unregelmäßig geformte Stäbchen, Nichtsporenbildner	233
6.4.1	Korynebakterien	233
6.4.1.1	Corynebacterium diphtheriae	233
6.4.2	Actinomyces	236
6.4.2.1	Actinomyces israelii	236
6.5	Mykobakterien/säurefeste Stäbchen	237
6.5.1	Tuberkulose	238
6.5.1.1	M. tuberculosis	238
6.5.1.1.1	Primärtuberkulose	239
6.5.1.1.2	Sekundärtuberkulose	239
6.5.1.1.3	Verbreitung	240
6.5.1.1.4	Tuberkulintest	240
6.5.2	Lepra	241
6.5.2.1	Mycobacterium leprae	241
6.6	Gramnegative Kokken	243
6.6.1	Neisserien	243

6.6.1.1	Neisseria gonorrhoeae	243
6.6.1.2	Neisseria meningitidis	245
6.7	Gramnegative aerobe und fakultativ anaerobe Stäbchen	247
6.7.1	Enterobacteriaceae	248
6.7.1.1	Escherichia coli	248
6.7.1.2	fakultativ pathogene Enterobacteriaceae	252
6.7.1.3	Salmonellen (obligat pathogen)	255
6.7.1.3.1	Enteritische Salmonellosen	257
6.7.1.3.2	Typhöse Salmonellosen	259
6.7.1.4	Shigellen (obligat pathogen)	260
6.7.1.5	Yersinien (obligat pathogen)	262
6.7.1.5.1	Yersinia pestis	262
6.7.1.5.2	Yersinia enterocolitica und Yersinia pseudotuberculosis	263
6.7.2	Vibrionaceae	265
6.7.2.1	Vibrio cholerae	265
6.7.3	Pasteurellaceae	266
6.7.3.1	Haemophilus influenzae	266
6.7.4	Pseudomonadaceae	269
6.7.4.1	Pseudomonas aeruginosa	270
6.8	Weitere gramnegative Stäbchen	272
6.8.1	Helicobacter pylori	272
6.8.2	Campylobacter jejuni	272
6.8.3	Bordetella pertussis	273
6.8.4	Legionella pneumophila	274
6.9	spiralig gewundene Bakterien	274
6.9.1	Treponemen	274
6.9.2	Borrelien	275
6.9.3	Leptospiren	276

Teil III Morphologische Hämatologie 279

7	Praxis- und Laborwissen	281
7.1	Einführung in die Hämatologie	281
7.2	Aufgaben der morphologischen Hämatologie	281
7.3	Untersuchungsmaterialien	282
7.4	Ablauf einer Probenverarbeitung	282
7.4.1	Probenentnahme	283
7.4.1.1	venöse Blutentnahme	283
7.4.1.2	Knochenmarkpunktion	284
7.4.1.2.1	Durchführung der Knochenmarkbiopsie	285
7.4.1.3	Lymphknotenpunktion	286
7.4.1.3.1	Durchführung der Lymphknotenpunktion	286
7.4.2	Ausstrich und Fixierung	286
7.4.3	Färbung	288

7.4.3.1	Pappenheim-Färbung	288
7.4.3.2	Giemsa-Färbung	289
7.4.3.3	Darstellung der Retikulozyten	290
7.4.3.3.1	Auswertung	290
7.4.3.4	Zytochemische Färbungen	291
7.4.3.4.1	Berliner-Blau-Reaktion	291
7.4.3.4.2	Alkalische Leukozytenphosphatase (ALP)	292
7.4.3.4.3	Peroxidase-Reaktion (POX)	293
7.4.3.4.4	Alpha-Naphthylacetat-Esterase-Reaktion mit/ohne Fluoridhemmung (ANE)	294
7.4.3.4.5	Saure Phosphatase-Reaktion mit/ohne Tartrathemmung (SP)	294
7.4.4	Differenzierung	294
7.4.4.1	Manuelle Differenzierung – Blutausstrich	295
7.4.4.2	Knochenmark Beurteilung	295
7.4.4.3	Manuelle Zellzahl-Bestimmung	296
7.4.4.3.1	Prinzip der Zählkammer und L-Form Auszählung	296
7.4.4.3.2	Zählkammern	298
	Neubauer (improved)	298
7.4.4.3.3	Zellzählung	298
7.4.4.4	Automatische Zell(zahl)-Bestimmung	299
7.4.4.4.1	Messprinzip der Durchflusszytometrie mit einem Halbleiterlaser	299
7.4.4.4.2	Messprinzip der Impedanzmessung	301
7.5	Bausteine der Diagnostik	302
7.5.1	Blutbild	302
7.5.1.1	„Kleines“ Blutbild	302
7.5.1.1.1	Hämatokrit	303
7.5.1.1.2	Hämoglobin	303
7.5.1.1.3	Erythrozytenindices	304
7.5.1.2	„Großes“ Blutbild	305
7.5.2	Zytomorphologie	305
7.5.3	Immunphänotypisierung	306
7.5.4	Zytogenetik	306
7.5.5	Molekulargenetik	306
7.5.6	Knochenmark-Histopathologie	307
8	Hämatologisches Grundlagenwissen	309
8.1	Blut	309
8.1.1	Zusammensetzung des Blutes	309
8.1.2	Funktion des Blutes	311
8.2	Knochenmark	313
8.2.1	Aufbau	313
8.2.2	Orte der Blutbildung	313
8.2.3	Allgemeine Blutbildung	314
8.3	Erythropoese	316

8.3.1	Entwicklung der Erythrozyten	316
8.3.2	Erythrozytenmembran	318
8.3.3	Stoffwechsel der Erythrozyten	319
8.3.4	Hämoglobin	321
8.3.4.1	Zusammensetzung des Hämoglobins	321
8.3.4.2	Globinsynthese	321
8.3.4.3	Hämoglobinsynthese	322
8.3.4.4	Funktionen und Funktionszustände des Hämoglobins	323
8.3.4.5	Oxygenierung des Hämoglobins	323
8.3.5	Eisenstoffwechsel	325
8.3.5.1	Eisenzufuhr und -resorption	325
8.3.5.2	Hepcidin	326
8.3.5.3	Transferrin und Transferrinrezeptor	326
8.3.5.4	Ferritin und Hämosiderin	327
8.3.6	Erythrozytenabbau	328
8.4	Granulopoese	330
8.4.1	Entwicklung der Granulozyten	330
8.4.2	Neutrophile Granulozyten	331
8.4.3	Eosinophile Granulozyten	332
8.4.4	Basophile Granulozyten	333
8.5	Monopoese	333
8.5.1	Entwicklung der Monozyten	333
8.5.2	Makrophagen	334
8.6	Megakaryopoese	335
8.6.1	Entwicklung der Thrombozyten	335
8.7	Lymphopoese	335
8.7.1	Entwicklung der B-Lymphozyten	337
8.7.2	Entwicklung der T-Lymphozyten	338
8.7.3	Entwicklung der NK-Zellen	339
9	Hämatologische Erkrankungen	341
9.1	Erythrozytenveränderungen	341
9.1.1	Beurteilung der Erythrozytenveränderungen	343
9.2	Anämien	345
9.2.1	Einteilungen der Anämien	345
9.2.2	Hypochrome Anämien und Eisenüberladung	346
9.2.2.1	Eisenmangel	346
9.2.2.2	Anämie bei chronischer Erkrankung (ACD)	350
9.2.2.3	Sideroachrestische Anämie	351
9.2.2.4	Eisenüberladung – Hereditäre Hämochromatose	351
9.2.3	Hämolytische Anämien und weitere normochrome, normozytäre Anämien	352
9.2.3.1	hereditäre hämolytische Anämien	353
9.2.3.1.1	Membrandefekte	353

9.2.3.1.1.1	hereditäre Sphärozytose (Kugellellanämie)	353
9.2.3.1.1.2	Elliptozytose	354
9.2.3.1.2	Enzymdefekte	354
9.2.3.1.2.1	Glucose-6-phosphat-dehydrogenase-Mangel	354
9.2.3.1.2.2	Pyruvatkinasemangel	356
9.2.3.1.3	Hämoglobinopathien	357
9.2.3.1.3.1	Sichelzellanämie	357
9.2.3.1.3.2	Thalassämie	359
9.2.3.2	erworbene hämolytische Anämien	362
9.2.3.2.1	Immunhämolytische Anämien	362
9.2.3.2.1.1	Auto-Antikörper	362
9.2.3.2.1.2	Iso-Antikörper	363
9.2.3.2.2	Medikamenten-induzierte Immunhämolyse	363
9.2.3.2.3	Syndrome mit Erythrozytenzerfall	364
9.2.3.2.4	Infektionen	365
9.2.3.2.5	Paroxysmale nächtliche Hämoglobinurie (PNH)	365
9.2.3.3	weitere normochrome, normozytäre Anämien	365
9.2.3.3.1	Aplastische Anämie	365
9.2.3.3.2	Renale Anämie	367
9.2.4	Megaloblastäre und andere makrozytäre Anämien	367
9.2.4.1	Megaloblastäre Anämien	367
9.2.4.2	weitere makrozytäre Anämien	370
9.3	Malaria	371
9.4	Benigne Veränderungen der Leukozyten	376
9.4.1	Kernveränderungen	376
9.4.2	Zytoplasmaveränderungen	377
9.4.3	Neutrophile Leukozytose	379
9.4.4	Linksverschiebung	379
9.4.5	Neutrophilien ohne Linksverschiebung	381
9.4.6	Neutropenien	381
9.4.7	Eosinophilie und Eosinopenie	383
9.4.8	Basophilie und Basopenie	383
9.4.9	Monozytose	383
9.4.10	Lymphozytose	383
9.5	Maligne Veränderungen der Leukozyten	385
9.5.1	MPN – Myeloproliferative Neoplasien	385
9.5.1.1	Polycythaemia vera (PV)	386
9.5.1.2	Essentielle Thrombozythämie (ET)	389
9.5.1.3	Primäre Myelofibrose (PMF)	393
9.5.1.4	Chronisch myeloische Leukämie (CML)	396
9.5.2	MDS – Myelodysplastische Neoplasien	401
9.5.3	MDS/MPN – Myelodysplastische/myeloproliferative Neoplasien	407
9.5.3.1	CMML – Chronische myelo-monozytäre Leukämie	408
9.5.4	AML – Akute myeloische Leukämie	411

9.6	Maligne Veränderungen der Lymphozyten	420
9.6.1	Vorläufer-Neoplasien	420
9.6.2	Reifzellige lymphatische Neoplasien	427
9.6.2.1	Hodgkin-Lymphom	427
9.6.2.2	Non-Hodgkin-Lymphome	432
9.6.2.2.1	Einteilung	433
9.6.2.2.2	Auswahl an verschiedener Entitäten	433
9.6.2.2.3	Therapie	440
	Weiterführende Literatur	441
	Quellennachweis für Abbildungen	443
	Stichwortverzeichnis	445