

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der allgemeinen Chemie	1
1.1	Atombau und Periodensystem der Elemente	1
1.1.1	Der Aufbau der Atome	1
1.1.2	Das Periodensystem der Elemente	4
1.2	Die Grundtypen der chemischen Bindung	5
1.2.1	Die Ionenbeziehung	5
1.2.2	Die Atombindung	7
1.2.3	Wasserstoffbrückenbindung	13
1.2.4	VAN-DER-WAALS-Bindung	13
1.3	Funktionelle Gruppen	13
1.4	Stereochemie	17
1.5	Chemische Reaktionen	22
1.5.1	Stoffmenge und molare Masse	23
1.5.2	Konzentration	26
1.5.3	Stöchiometrische Berechnungen	27
1.5.4	Chemisches Gleichgewicht	28
1.5.5	Massenwirkungsgesetz	29
1.6	Thermodynamik chemischer Reaktionen	30
1.6.1	Der Begriff des Systems	31
1.6.2	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	32
1.6.3	Die Reaktionsenthalpie	33
1.6.4	Der zweite Hauptsatz: Immer diese Unordnung	34
1.6.5	GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung	35
1.7	Kinetik chemischer Reaktionen	36
1.7.1	Die Aktivierungsenergie	36
1.7.2	Reaktionsordnung und Molekularität	38
1.7.3	Reaktionen 1. Ordnung	38
1.7.4	Reaktionen 2. Ordnung	40
1.7.5	Reaktionen pseudo-erster Ordnung	42
1.7.6	Reaktionen 0. Ordnung	42
1.8	Säuren und Basen	44
1.8.1	Säuren und Basen nach BRÖNSTED	44
1.8.2	pH- und pK-Begriff, Ionenprodukt des Wassers	46
1.8.3	pH-Wert-Berechnungen starker und schwacher Säuren	50
1.8.4	Säure/Base-Titrationen	51
1.8.5	Puffer und Pufferkapazität	52
1.9	Redoxreaktionen	57
1.9.1	Oxidation und Reduktion - Definition der Begriffe	57
1.9.2	Die Oxidationszahlen	58
1.9.3	Elektrodenpotential und elektrochemische Spannungsreihe	59
1.9.4	Die NERNST-Gleichung	63
1.10	Literatur	64

2 Aminosäuren, Peptide und Proteine	65
2.1 Die allgemeine Struktur der Aminosäuren	65
2.2 Chemische Einteilung der Aminosäuren	66
2.3 Seltene Aminosäuren	70
2.4 Der isoelektrische Punkt pI	71
2.5 Essentielle Aminosäuren	75
2.6 Aufbau der Peptidbindung	76
2.7 Wichtige Peptide	77
2.8 Peptidgifte	80
2.9 Proteine	81
2.9.1 Einteilung und Bedeutung der Proteine	81
2.9.2 Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur	82
2.9.3 Hämoglobin und Myoglobin: Ein Vergleich	88
2.9.4 Sauerstoffbindungsverhalten von Häm- und Myoglobin	92
2.9.5 Hämoglobinallosterie und Einfluß äußerer Faktoren	99
2.10 Literatur	103
3 Experimentelle Methoden	104
3.1 Trenn- und Reinigungsverfahren für Proteine und Nukleinsäuren	104
3.2 Elektrophoretische Trennmethoden	105
3.3 Chromatographische Trennmethoden	110
3.3.1 Gelchromatographie	111
3.3.2 Ionenaustauschchromatographie	114
3.3.3 Affinitätschromatographie	116
3.3.4 Dünnschichtchromatographie	118
3.4 Proteinsequenzierung	120
3.5 Literatur	123
4 Enzyme und Coenzyme	124
4.1 Definitionen	124
4.2 Benennung und Einteilung der Enzyme	126
4.3 Der Begriff des Coenzyms	126
4.3.1 Definition	126
4.3.2 Der Vitaminbegriff	130
4.4 Aktivierungsenergie und Übergangszustand	130
4.5 Das aktive Zentrum	135
4.6 Die Triosephosphat-Isomerasereaktion	137
4.7 MICHAELIS-MENTEN-Kinetik	139
4.7.1 Die MICHAELIS-MENTEN-Gleichung	139
4.7.2 Die MICHAELIS-Konstante	143
4.7.3 Die MICHAELIS-MENTEN-Auftragung	144
4.7.4 Die LINEWEAVER-BURK-Gleichung und ihre Auftragung	144
4.7.5 Die EADIE-HOFSTEE-Gleichung und ihre Auftragung	145
4.8 Hemmung enzymatisch katalysierter Reaktionen	146
4.8.1 Die kompetitive Hemmung	146
4.8.2 Die nichtkompetitive Hemmung	149
4.8.3 Die unkompetitive Hemmung	152

4.8.4	Die Substratüberschußhemmung	155
4.8.5	Die irreversible Hemmung	158
4.9	Die Regulation der Enzymaktivität	159
4.9.1	Regulation durch Rückkopplung	159
4.9.2	Die allosterische Regulation von Enzymen	159
4.9.3	Regulation durch Interkonversion	161
4.9.4	Die regulierte Aktivierung von Enzymen durch Proteolyse	162
4.10	Isoenzyme und Multi-Enzym-Komplexe	162
4.11	Enzymeinheiten	164
4.12	Enzymdiagnostik in der Klinik	165
4.12.1	Allgemeines	165
4.12.2	Creatinkinase und Herzinfarkt	166
4.12.3	Lactat-Dehydrogenase	167
4.12.4	Alkalische Phosphatase und γ-Glutamyl-Transpeptidase	167
4.12.5	Transaminasen und akute Virushepatitis	168
4.12.6	Glutamat-Dehydrogenase	168
4.12.7	Pankreasenzyme und Akute Pankreatitis	169
4.13	Literatur	170
5	Kohlenhydrate I	171
5.1	Begriffe und Definitionen	171
5.2	Darstellungsformen	174
5.3	Disaccharide und Polysaccharide	178
5.4	Abgeleitete Verbindungen	182
5.5	Die Biotransformation	189
5.6	Glucosediagnostik in der Klinik: Der optische Test	194
5.7	Heteroglykane: Glykoproteine	199
5.8	Literatur	202
6	Lipide I	203
6.1	Definition und Einteilung der Lipide	203
6.2	Fettsäuren und Triglyceride	204
6.2.1	Struktur und physikalische Eigenschaften der Fettsäuren	204
6.2.2	Die Autoxidation ungesättigter Fettsäuren und Vitamin E	210
6.2.3	Bedeutung der Fettsäuren	214
6.2.4	Triglyceride (Triacylglycerole)	215
6.2.5	Wachse	220
6.3	Phosphatide	220
6.4	Sphingolipide	228
6.5	Glykolipide	230
6.6	Cholesterol	231
6.6.1	Bedeutung	231
6.6.2	Struktur, Isomerie und Nomenklatur des Cholesterols	233
6.6.3	Die Synthese des Cholesterols	236
6.6.4	Die Regulation der Cholesterol-Synthese	239
6.7	Vitamin A	241
6.8	Die Plasmamembran	244

6.8.1	Allgemeine Eigenschaften der Plasmamembran	244
6.8.2	Die Lipide der Membranen	245
6.8.3	Die Membranproteine	247
6.8.4	Die Kohlenhydrate der Membran	248
6.9	Transportvorgänge durch Membranen	249
6.9.1	Begriffsdefinitionen	249
6.9.2	Passiver Transport	249
6.9.3	Aktiver Transport	252
6.10	Literatur	253
7	Kohlenhydrate II	254
7.1	Verdauung und Resorption von Kohlenhydraten	254
7.2	Glykolyse	256
7.2.1	Definiton und Bedeutung der Glykolyse	256
7.2.2	Übersicht und Einteilung der Glykolyse	257
7.2.3	Die Bilanz der Glykolyse	258
7.2.4	Die Schritte der Glykolyse	259
7.2.5	Die Regulation der Glykolyse	266
7.2.6	Die alkoholische Gärung	270
7.2.7	Stoffwechsel von Galactose, Fructose und Mannose	270
7.3	Gluconeogenese	273
7.3.1	Definition und Bedeutung der Gluconeogenese	273
7.3.2	Überblick über die Gluconeogenese	274
7.3.3	Wichtige Schritte der Gluconeogenese im einzelnen	275
7.3.4	Die Bilanz der Gluconeogenese	278
7.3.5	Die Regulation der Gluconeogenese	278
7.3.6	Cori- und Alanin-Zyklus	281
7.4	Die oxidative Decarboxylierung und ihre Coenzyme	282
7.4.1	Definition der oxidativen Decarboxylierung	282
7.4.2	Die Coenzyme der oxidativen Decarboxylierung und ihre zugehörigen Vitamine	283
7.4.3	Die Enzyme der oxidativen Decarboxylierung	289
7.4.4	Die Regulation der oxidativen Decarboxylierung	291
7.5	Der Pentosephosphatweg	292
7.5.1	Definition und Bedeutung des Pentosephosphatweges	292
7.5.2	Der Pentosephosphatweg im Überblick	292
7.6	Glykogenstoffwechsel	296
7.6.1	Bedeutung des Glykogens	296
7.6.2	Der Aufbau des Glykogens	296
7.6.3	Der Abbau des Glykogens	299
7.6.4	Die Regulation des Glykogenstoffwechsels	301
7.7	Die Synthese der Aminozucker	302
7.8	Klinischer Bezug	304
7.9	Literatur	307
8	Citratzyklus und Atmungskette	308
8.1	Der Citratzyklus	308
8.1.1	Bedeutung und Lokalisation des Citratzyklus'	308

8.1.2	Die Reaktionen des Citratzyklus' im Überblick	309
8.1.3	Die Schritte des Citratzyklus' im einzelnen	311
8.1.4	Die Bilanz des Citratzyklus'	317
8.1.5	Die Regulation des Citratzyklus'	318
8.1.6	Stellung des Citratzyklus' im Stoffwechsel	319
8.2	Die Atmungskette als Folge von Redoxreaktionen	320
8.2.1	ATP als universeller Energielieferant	320
8.2.2	Die kontrollierte Knallgasreaktion als Grundprinzip der Atmungskette	322
8.2.3	Der Begriff der Redoxreaktion	324
8.2.4	Die Atmungskette in der Übersicht	326
8.2.5	Die einzelnen Komponenten der Atmungskette	328
8.3	Chemiosmotische Kopplung: ATP-Synthese	334
8.4	Transporter der Mitochondrienmembran	339
8.5	Sauerstoffaktivierende Enzyme	341
8.5.1	Oxidasen	341
8.5.2	Dioxygenasen	341
8.5.3	Monooxygenasen	341
8.5.4	Katalase und Peroxidase	341
8.6	Literatur	342
9	Lipide II	343
9.1	Lipidverdauung	343
9.1.1	Die Emulgierung des Nahrungsfettes	343
9.1.2	Die Gallensäuren und die Cholelithiasis	343
9.1.3	Die Pankreaslipasen	347
9.2	Transport von Lipiden: Lipoproteine	350
9.3	Die Beta-Oxidation	355
9.3.1	Die Cobalamine (Vitamin-B ₁₂ -Gruppe): perniziöse Anämie	362
9.2	Synthese von Fettsäuren	366
9.3	Die Ketogenese	370
9.4	Arachidonsäurestoffwechsel und Prostaglandine	372
9.5	Hyperlipoproteinämien	375
9.6	Literatur	376
10	Aminosäurestoffwechsel	377
10.1	Verdauung von Proteinen	377
10.2	Übersicht über den Stickstoff-Stoffwechsel	379
10.3	Der Aminosäureabbau	380
10.3.1	Transaminierung	380
10.3.2	Oxidative und eliminierende Desaminierung	384
10.3.3	Decarboxylierung	385
10.4	Der Harnstoffzyklus	387
10.5	Abbau des Kohlenstoffgerüstes der Aminosäuren	390
10.5.1	Alanin, Serin, Threonin und Cystein: Abbau zu Pyruvat	391
10.5.2	Aspartat und Asparagin: Abbau zu Oxalacetat	392
10.5.3	Abbau zu 2-Ketoglutarat: Glutamin und Glutamat, Histidin, Prolin und Arginin	392
10.5.4	Abbau verzweigtkettiger Aminosäuren: Leucin, Isoleucin und Valin	393

10.5.5	Phenylalanin und Tyrosin	395
10.5.6	Tryptophan	397
10.6	Klinischer Bezug	398
10.6.1	Störungen im Harnstoffzyklus, Leberzefallkoma	398
10.6.2	Phenylketonurie	399
10.6.3	Alkaptonurie	399
10.6.4	Albinismus	400
10.6.5	Ahornsirupkrankheit	400
10.6.6	Homocystinurie	400
10.7	Literatur	400
11	Purin und Pyrimidinstoffwechsel	401
11.1	Definition der Purine und Pyrimidine	401
11.2	Synthese der Pyrimidine	404
11.3	Die Ribonukleotidreduktase	408
11.4	Thymidylat-Synthase-Reaktion: Die Bedeutung von Tetrahydrofolat	410
11.5	Abbaureaktionen der Pyrimidine	415
11.6	Purinbiosynthese	417
11.7	Abbau der Purine	420
11.8	ATP als Ausgangssubstanz für FAD und NAD⁺	422
11.9	Klinischer Bezug	423
11.9.1	Gicht	423
11.9.2	LESCH-NYHAN-Syndrom	426
11.9.3	Adenosin-Desaminase-Mangel	427
11.10	Literatur	427
12	Nukleinsäuren und Molekulare Genetik	428
12.1	Der Begriff der biologischen Information	428
12.2	Der Aufbau des Informationsträgers DNA	430
12.3	Der Informationsfluß vom Gen zum Protein: RNA	435
12.3.1	Die Transkription bei Prokaryonten	435
12.3.2	Die Regulation der Transkription: Das Operonmodell	438
12.3.3	Die Transkription bei Eukaryonten	440
12.3.4	Das Prozessieren des Primärtranskriptes bei Eukaryonten: Polyadenylierung, Capping und Spleißen	447
12.3.5	Die Transkription von rRNA-Genen im Nucleolus	453
12.3.6	Prozessierung von tRNA-Transkripten	455
12.3.7	Das Ribosom	456
12.3.8	Der genetische Code	458
12.3.9	tRNA	459
12.3.10	Die Proteinbiosynthese	464
12.3.11	Synthese der Glykoproteine: Endoplasmatisches Reticulum	468
12.4	Die Weitergabe von Information: DNA-Replikation	474
12.5	Veränderungen der Information: Mutationen	478
12.5.1	Die Polymerase ist fehlbar	478
12.5.2	Mutagene	478
12.5.3	Reparaturmechanismen	479

12.5.4	Mutationen im Großen	480
12.6	Der Einfluß fremder Information: Viren	482
12.6.1	Aufbau und Vermehrung von Viren	482
12.6.2	Der Aufbau eines Retrovirus	484
12.6.3	Das humane Immundefizienz Virus HIV	486
12.7	Fehlgeleitete Informationen: Krebs	488
12.8	Methoden der Molekulargenetik	490
12.8.1	Das Zerschneiden von DNA: Restriktionsendonukleasen	491
12.8.2	Das Vermehren von DNA-Fragmenten in vivo	493
12.8.3	Northern- und Southern-Blot	495
12.8.4	In-vitro-Amplifizierung von DNA	498
12.8.5	Ansätze zur Gentherapie	499
12.9	Literatur	501
13	Prinzipien der Signaltransduktion	502
13.1	Das Prinzip von Rezeptor und Ligand	502
13.2	Der zweite Bote	505
13.3	G-Proteine	508
13.3.1	Aufbau und Funktion der G-Proteine	508
13.3.2	Aktivierung der Proteinkinase A durch cAMP	510
13.3.3	Aktivierung der PKC durch DAG und Ca^{2+}	511
13.3.4	Eine Reaktivierung der Calmodulin-abhängigen Kinase II	512
13.3.5	Die Kehrseite der Medaille: Die Phosphatasen	514
13.4	Membranständige Tyrosinkinasen	515
13.4.1	Proteine mit SH2-Domänen erkennen den aktivierte Tyrosinkinasenrezeptor	515
13.4.2	Die GTPasen der Ras-Familie und der MAP-Kinase-Weg	516
13.4.3	Aufbau und Signalweitergabe des Insulinrezeptors	518
13.4.4	Rezeptor-assoziierte Tyrosinkinasen	519
13.5	Serin-/Threoninkinasenrezeptoren	520
13.6	Signalübertragung bei Steroid- und Schilddrüsenhormonen	521
13.7	NO - Stickstoffmonoxid	526
13.7.1	Chemie des NO	526
13.7.2	Synthese des NO	528
13.7.3	Stickstoffmonoxid-Synthasen	529
13.7.4	Stickstoffmonoxid und das Gefäßsystem: Guanylycyclase	532
13.7.5	Stickstoffmonoxid und das Nervensystem	534
13.7.6	Stickstoffmonoxid und das Immunsystem	535
13.8	Literatur	537
14	Hormone	539
14.1	Allgemeine Grundlagen der Endokrinologie	539
14.2	Hormone der Hypophyse	543
14.2.1	Ocytocin	545
14.2.2	Adiuretin (Vasopressin)	546
14.2.3	Diabetes insipidus	549
14.2.4	Somatotropin (STH, Wachstumshormon) und IGF I/II	550
14.2.5	Melanotropin (MSH) und Corticotropin (ACTH)	556

14.2.6	Prolactin	558
14.2.7	Thyreotropin (TSH) und Thyreoliberin (TRH)	562
14.2.8	Gonadoliberin, Follitropin (FSH) und Lutropin (LH)	564
14.2.9	Klinischer Bezug	567
14.3	Melatonin, ein Hormon der Zirbeldrüse (Epiphyse)	567
14.4	Hormone der Schilddrüse	569
14.4.1	Anatomie der Schilddrüse	569
14.4.2	Die Synthese der Schilddrüsenhormone	571
14.4.3	Der Transport der Schilddrüsenhormone im Blut	575
14.4.4	Die periphere Konversion	575
14.4.5	Die Wirkung der Schilddrüsenhormone	577
14.4.6	Abbau der Schilddrüsenhormone	579
14.4.7	Hyperthyrose: Morbus BASEDOW und autonome Adenome	579
14.4.8	Hypothyreosen: Die Autoimmunthyreoiditis HASHIMOTO	580
14.5	Parathyrin, Calcitonin, Calcitriol und der Calciumstoffwechsel	581
14.5.1	Calcium	581
14.5.2	Das Parathyrin oder Parathormon	585
14.5.3	Das Calcitonin	588
14.5.4	Das Calcitriol oder D-Hormon	589
14.5.5	Das Parathyroid-related protein (PTH-rp)	592
14.5.6	Hypercalcämie	593
14.5.7	Primärer Hyperparathyreoidismus	594
14.5.8	Sekundärer Hyperparathyreoidismus	596
14.5.9	Hypocalcämie	598
14.5.10	Hypoparathyreoidismus	598
14.6	Hormone des Pankreas	600
14.6.1	Insulin	600
14.6.2	Glucagon	604
14.6.3	Diabetes mellitus	604
14.7	Adrenalin und Noradrenalin	609
14.7.1	Phäochromozytom	614
14.8	Die Hormone der Nebennierenrinde	615
14.8.1	Definition und Einteilung der Hormone	615
14.8.2	Die Biosynthese der Steroidhormone	616
14.8.3	Der Abbau der Nebennierenrindenhormone	618
14.8.4	Glucocorticoide	619
14.8.5	Mineralcorticoide	622
14.8.6	Hormonelle Erkrankungen der Nebennierenrinde	626
14.9	Hormone der Keimdrüsen und der Plazenta	627
14.9.1	Die Androgene	627
14.9.2	Die Estrogene	636
14.9.3	Estrogene in der Therapie und bei der Kontrazeption	642
14.9.4	Das Progesteron	644
14.9.5	Gestagene als hormonelle Kontrazeptiva	645
14.9.6	Hormone der Plazenta	646
14.9.7	Der Schwangerschaftstest	649
14.10	Gewebshormone und Mediatoren	649
14.10.1	Gastrin	649

14.10.2 Sekretin und Pankreozymin (Cholecystokinin)	650
14.10.3 Histamin	651
14.10.4 Serotonin	652
14.10.5 Kinine	654
14.10.6 Die Prostaglandine	656
14.11 Literaturhinweise	657
15 Nerv und Muskel	659
15.1 Wichtige Begriffe der Neurochemie	659
15.1.1 Aufbau der Nervenzelle, Begriff des Neurotransmitters	659
15.1.2 Das Aktionspotential	660
15.2 Dopamin, Noradrenalin und der M. PARKINSON	661
15.3 GABA, Glycin und Serotonin	662
15.4 Das Acetylcholin als Neurotransmitter	663
15.4.1 Die zwei Cholinorezeptoren des Acetylcholins	663
15.4.2 Stoffwechsel des Acetylcholins	665
15.5 Spongiforme Enzephalopathien	669
15.6 Die Histologie des Muskels	671
15.7 Muskelkontraktion	672
15.8 Neuromuskuläre Erkrankungen	677
15.9 Literatur	679
16 Niere, Mineralstoffe und Spurenelemente	680
16.1 Einführung	680
16.2 Anatomische Vorbemerkungen	680
16.3 Die Alkalimetalle	682
16.3.1 Natrium und die Osmolalität	682
16.3.2 Kalium	688
16.4 Erdalkalimetalle	691
16.4.1 Magnesium	691
16.5 Chlor	693
16.6 Phosphat	695
16.7 Säure-Base-Haushalt: Azidose und Alkalose	696
16.7.1 Respiratorische Azidose	697
16.7.2 Nicht-respiratorische Azidose	698
16.7.3 Respiratorische Alkalose	699
16.7.4 Nicht-respiratorische Alkalose	699
16.8 Spurenelemente	699
16.8.1 Kupfer und der Morbus WILSON	700
16.8.2 Zink	701
16.8.3 Mangan und Molybdän	702
16.8.4 Fluor	702
16.8.5 Selen	702
16.9 Literatur	703
17 Binde- und Stützgewebe	704
17.1 Histologie des Bindegewebes	704

17.2	Die Kollagene	705
17.2.1	Nomenklatur und Einteilung der Kollagene	705
17.2.2	Die molekulare Architektur der Kollagene	706
17.2.3	Kollagen I	707
17.2.4	Kollagen IV	711
17.3	Elastin, Fibronektin und Laminin	714
17.4	Proteoglykane	716
17.5	Literatur	717
18	Blut	718
18.1	Funktion und Bedeutung des Blutes	718
18.2	Der Erythrozyt	719
18.2.1	Entwicklung und Aufbau des Erythrozyten	719
18.2.2	Der Eisenstoffwechsel	722
18.2.3	Porphyrinstoffwechsel	724
18.3	Die Serumproteine	731
18.3.1	Serumelektrophorese	731
18.3.2	Albumin	733
18.3.3	α_1 -Antitrypsin	734
18.3.4	α_1 -saures Glykoprotein	735
18.3.5	α_2 -Makroglobulin	735
18.3.6	Coeruloplasmin	735
18.3.7	Haptoglobin	736
18.3.8	Transferrin	736
18.3.9	Akute-Phase-Proteine	737
18.4	Klinischer Bezug	739
18.4.1	Hämoglobinopathien	739
18.4.2	Hepatische Porphyrie	740
18.4.3	Erythropoetische Porphyrie	741
18.4.4	Ikterus (Gelbsucht)	741
18.5	Literaturhinweise	741
19	Die Blutgerinnung	742
19.1	Übersicht	742
19.2	Der Thrombozyt	743
19.2.1	Die Aktivierung des Thrombozyten	744
19.2.2	Wichtige Thrombozytenaktivatoren im einzelnen	745
19.2.3	Wichtige Thrombozyteninhibitoren	750
19.2.4	Hemmung der Cyclooxygenase durch Acetylsalicylsäure (Aspirin®)	751
19.3	Die plasmatische Gerinnungskaskade	753
19.4	Faktoren und Inhibitoren der plasmatischen Gerinnung	754
19.4.1	Übersicht	754
19.4.2	Die Faktoren der Kontaktphase	756
19.4.3	Vitamin K und die Faktoren IX, X, VII und II	761
19.4.4	Der Gewebefaktor (Tissue factor TF, Faktor III)	771
19.4.5	Faktor V und VIII	771
19.4.6	Hämophilie	772

19.4.7	Fibrinogen und Faktor XIII	772
19.4.8	Protein C und Protein S - APC-Resistenz	775
19.4.9	Antithrombin III	779
19.5	Die Fibrinolyse	781
19.6	Literatur	782
20	Immunologie - eine Einführung	783
20.1	Der Begriff der Immunität	783
20.2	Die Organe des lymphatischen Systems	784
20.3	Die Zellen des Immunsystems	787
20.3.1	Die Zellen der unspezifischen Abwehr	787
20.3.2	Die spezifischen Zellen der Immunabwehr	789
20.4	Unspezifische Abwehr	795
20.5	Die spezifische Immunabwehr: Der Antikörper	799
20.5.1	Begriffsbestimmung	799
20.5.2	Die Immunglobulinklassen und ihre Subklassen	800
20.5.3	Die Immunglobulinfragmente	801
20.5.4	Domänen	802
20.5.5	Die Disulfidbrücken der Immunglobuline	804
20.5.6	Die Kohlenhydrate der Immunglobuline	805
20.5.7	Die funktionellen Bereiche des Immunglobulinmoleküls	805
20.5.8	Die Immunglobuline im einzelnen	807
20.5.9	Die Struktur von Antigenen	815
20.5.10	Das Prinzip der Herstellung monoklonaler Antikörper	816
20.6	Das Plasmozytom oder Multiple Myelom	817
20.6.1	Definition und Epidemiologie	817
20.6.2	Pathologie	818
20.6.3	BENCE-JONES-Proteine	819
20.6.4	Symptome	819
20.6.5	Labordiagnostik	821
20.6.6	Therapie und Prognose	821
20.7	Die Entstehung der Antikörpervielfalt	821
20.8	Aktivierung der Lymphozyten	827
20.9	Die Interleukine	829
20.10	Komplement	831
20.10.1	Begriff, Nomenklatur und Eigenschaften des Komplements	831
20.10.2	Der klassische Weg der Komplementaktivierung	833
20.10.3	Der alternative Weg der Komplementaktivierung	838
20.10.4	Der lytische Weg	840
20.10.5	Die Regulation der Komplementkaskade	841
20.10.6	Die sonstigen Effekte von C3b, C4a und C5a	842
20.11	Klinischer Bezug	842
20.11.1	Der Entzündungsprozeß	842
20.11.2	Überempfindlichkeitsreaktionen	844
20.11.3	Die Rhesus-Inkompatibilität und der Coombs-Test	845
20.12	Western-Blot-Analysen	850
20.13	Der Immunoassay	852

20.13.1	Allgemeines	852
20.13.2	Der kompetitive Immunoassay	853
20.13.3	Der immunometrische Assay („Sandwich-Assay“)	857
20.13.4	Trennverfahren	859
20.13.5	Detektionsverfahren	859
20.14	Immundiffusion nach MANCINI	862
20.15	Literatur	863
21	Anhang	864
21.1	Logarithmisches Rechnen	864
21.2	Größen, Einheiten und Konstanten	865
21.3	Lokalisation der Stoffwechselwege in der Zelle	868
21.4	Etymologie	868