

Auf einen Blick

- 1** Einleitung
- 2** Kohlenhydrate
- 3** Lipide
- 4** Aminosäuren, Peptide und Proteine
- 5** Endoxidation
- 6** Enzyme
- 7** Vitamine und Spurenelemente
- 8** Hormone
- 9** Ernährung und Verdauung
- 10** Stoffwechsel der einzelnen Organe
- 11** Blut
- 12** Immunsystem
- 13** Zellbiologie
- 14** Molekularbiologie
- 15** Anhang

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13	2.5.5	Der Aufbau von Glucose aus Glycerin	46
1.1	Wozu Biochemie?	15	2.5.6	Die Regulation der Gluconeogenese	46
1.2	Der Intermediärstoffwechsel	15	2.6	Der Glykogenstoffwechsel	46
1.3	Die Grundlagen der Immunchemie	15	2.6.1	Überblick	47
1.4	Die Molekularbiologie	15	2.6.2	Der Glykogenaufbau	47
1.5	Die Hormone	16	2.6.3	Der Glykogenabbau	48
1.6	Die Biochemie und das Verständnis klinischer Krankheitsbilder	16	2.6.4	Die Regulation des Glykogenstoffwechsels	48
1.7	Die Biochemie und das Verständnis pharmakotherapeutischer Grundlagen	16	2.7	Der Lactose- und Galactosestoffwechsel	50
1.8	Die Biochemie und klinisch-chemische Parameter	16	2.7.1	Überblick und Funktion	50
1.9	Verknüpfung der Biochemie mit anderen vorklinischen Fächern	17	2.7.2	Der Abbau der Lactose und Galactose	51
			2.7.3	Der Aufbau der Galactose und Lactose	51
			2.8	Der Fructosestoffwechsel	52
			2.8.1	Überblick und Funktion	52
			2.8.2	Der Fructoseabbau	52
			2.8.3	Der Fructoseaufbau	53
2	Kohlenhydrate	19	3	Lipide	55
2.1	Grundlagen und Chemie der Kohlenhydrate	21	3.1	Grundlagen und die Chemie der Lipide	57
2.1.1	Überblick und Funktion	21	3.1.1	Überblick und Funktion	57
2.1.2	Die Monosaccharide	21	3.1.2	Die Eigenschaften	57
2.1.3	Die Disaccharide	26	3.1.3	Der Aufbau	57
2.1.4	Die Polysaccharide	27	3.1.4	Die Fettsäuren (FS)	58
2.2	Der Stoffwechsel der Kohlenhydrate: Übersicht	32	3.1.5	Die einfachen Lipide: Triacylglycerine (Fette und Öle) und Wachse	58
2.3	Die Glykolyse	32	3.1.6	Die komplexen Lipide: Phospholipide	59
2.3.1	Überblick und Funktion	32	3.1.7	Die komplexen Lipide: Glykolipide	61
2.3.2	Die Reaktionen der Glykolyse	34	3.1.8	Die Isoprenoide	61
2.3.3	Die Energiebilanz	38	3.2	Der Stoffwechsel der Fettsäuren	62
2.3.4	Die Regulation der Glykolyse	38	3.2.1	Überblick und Funktion	62
2.4	Der Pentosephosphatweg (PPW)	39	3.2.2	Der Abbau der Fettsäuren (β -Oxidation)	62
2.4.1	Überblick und Funktion	39	3.2.3	Die Ketonkörper	67
2.4.2	Die Lokalisation des Pentosephosphatwegs	40	3.2.4	Die Biosynthese der Fettsäuren („de novo“-Synthese)	71
2.4.3	Die Reaktionen des PPW	40	3.2.5	Die Zusammenfassung des Fettsäurestoffwechsels	74
2.4.4	Die NADPH + H ⁺ -Gewinnung durch den Pentosephosphatweg	41	3.3	Die Lipogenese und die Synthese der Phospholipide	75
2.4.5	Die Regulation des Pentosephosphatwegs	42	3.3.1	Überblick und Funktion	75
2.5	Die Gluconeogenese	42	3.3.2	Die Lipogenese	75
2.5.1	Überblick und Funktion	42	3.3.3	Die Synthese der Phospholipide	76
2.5.2	Die Reaktionen der Gluconeogenese	43	3.4	Das Cholesterin	77
2.5.3	Der Aufbau von Glucose aus glucoplastischen Aminosäuren	45	3.4.1	Überblick und Funktion	77
2.5.4	Der Aufbau von Glucose aus Lactat (Corizyklus)	45	3.4.2	Die verschiedenen Formen des Cholesterins	77

3.4.3	Die Cholesterinbiosynthese	78
3.4.4	Der Cholesterinabbau	79
3.5	Die Lipoproteine	80
3.5.1	Überblick und Funktion	80
3.5.2	Der Aufbau	80
3.5.3	Die Einteilung der Lipoproteine	80
3.5.4	Der Lipoproteinstoffwechsel	81

4 Aminosäuren, Peptide und Proteine 85

4.1	Grundlagen und die Chemie der Aminosäuren	87
4.1.1	Überblick und Funktion	87
4.1.2	Die Struktur der Aminosäuren	87
4.1.3	Die posttranslationale Modifizierung	92
4.2	Peptide und Proteine – das Eiweiß	92
4.2.1	Überblick und Funktion	92
4.2.2	Die Peptidbindung	93
4.2.3	Die räumliche Struktur der Proteine	94
4.2.4	Verfahren zur Trennung und zum Nachweis von Proteinen	97
4.2.5	Verfahren zur Strukturaufklärung von Proteinen	101
4.3	Der Aminosäurestoffwechsel	101
4.3.1	Überblick und Funktion	101
4.3.2	Die Proteolyse der Proteine	102
4.3.3	Der grundsätzliche Abbau der Aminosäuren	103
4.3.4	Der Abbau der einzelnen Aminosäuren	109
4.3.5	Die Aminosäuren als Vorstufen wichtiger Biomoleküle	116
4.3.6	Die Biosynthese der Aminosäuren	119

5 Endoxidation 121

5.1	Einleitung	123
5.2	Der Pyruvatdehydrogenase-Komplex (PDH)	123
5.2.1	Überblick und Funktion	123
5.2.2	Der Aufbau	123
5.2.3	Die einzelnen Reaktionen	124
5.2.4	Die Regulation	125
5.3	Der Citratzyklus	126
5.3.1	Überblick und Funktion	126
5.3.2	Das „Black-Box“-Modell des Citratzyklus	126
5.3.3	Die einzelnen Reaktionen	127
5.3.4	Die Energiebilanz	128
5.3.5	Die Regulation	128
5.3.6	Der Citratzyklus als das amphibole Zentrum des Intermediärstoffwechsels	129

5.4	Die Atmungskette (oxidative Phosphorylierung)	130
5.4.1	Überblick und Funktion	130
5.4.2	Das „Black-Box“-Modell der Atmungskette	130
5.4.3	Die Atmungskette als Elektronentransportkette	130
5.4.4	Die Lokalisation der Atmungskette	131
5.4.5	Der Transport der reduzierten Coenzyme vom Zytosol ins Mitochondrium	132
5.4.6	Die einzelnen Komplexe der Atmungskette	133
5.4.7	Die Protonenausbeute in der Atmungskette	137
5.4.8	Zusammengefasst: Die Vorgänge in der Atmungskette	137
5.4.9	Der Transport von ATP aus dem Mitochondrium in das Zytosol	139
5.4.10	Die Hemmung der Atmungskette	139
5.4.11	Die Entkopplung der oxidativen Phosphorylierung im braunen Fettgewebe	139
5.4.12	Das ATP – die „Energiewährung“ unseres Körpers	140

6 Enzyme 143

6.1	Einleitung	145
6.2	Grundbegriffe der Energetik und Kinetik	145
6.2.1	Der Überblick	145
6.2.2	Einige Grundlagen zur Reaktionsenergetik	145
6.2.3	Einige Grundlagen zur Reaktionskinetik	147
6.2.4	Der Einfluss von Enzymen auf biochemische Reaktionen	149
6.3	Die Enzymkinetik	151
6.3.1	Der Überblick	151
6.3.2	Das Modell nach Michaelis und Menten	151
6.3.3	Die Mechanismen zur Regulation von Enzymen	153
6.3.4	Der Einfluss von Temperatur und pH-Wert auf die Enzymaktivität	157
6.3.5	Das Prinzip der Spektralphotometrie zum Nachweis der Enzymaktivität	157
6.4	Die Einteilung der Enzyme	158
6.4.1	Der Überblick	158
6.4.2	Die Enzymklassen	158
6.4.3	Die Isoenzyme	160
6.4.4	Die Coenzyme und die prosthetischen Gruppen	161

6.5 Die Prinzipien der Stoffwechselregulation	162	8.3.3 Die Biosynthese von T ₃ und T ₄	196
6.5.1 Der Überblick	162	8.3.4 Die Wirkungen der Schilddrüsenhormone	197
6.5.2 Die Regulation durch die Substratkonzentration	162	8.4 Das Wachstumshormon Somatotropin	199
6.5.3 Die Regulation durch negative Rückkopplung	163	8.4.1 Überblick und Funktion	199
6.5.4 Die allosterische Regulation	163	8.4.2 Die Regulation	199
6.5.5 Die Induktion und Repression der Enzymsynthese	163	8.4.3 Die Wirkungen von STH	199
6.5.6 Die Interkonvertierung	163	8.5 Die Hormone der Nebennierenrinde	200
6.5.7 Die limitierte Proteolyse	164	8.5.1 Überblick und Funktion	200
		8.5.2 Die Glucocorticoide	200
<hr/> 7 Vitamine und Spurenelemente	165	8.5.3 Die Mineralcorticoide	202
7.1 Grundlagen	167	8.6 Die Sexualhormone	205
7.1.1 Überblick und Funktion	167	8.6.1 Überblick und Funktion	205
7.1.2 Hypovitaminose, Hypervitaminose, Avitaminose	167	8.6.2 Die Regulation	205
7.2 Die fettlöslichen Vitamine	169	8.6.3 Die Synthese	205
7.2.1 Vitamin A – das Retinol	169	8.6.4 Die männlichen Sexualhormone	206
7.2.2 Vitamin D – die Calciferole	171	8.6.5 Die weiblichen Sexualhormone	207
7.2.3 Vitamin E – das Tocopherol	172	8.6.6 Die Schwangerschaftshormone	207
7.2.4 Vitamin K – das Phyllochinon	173	8.6.7 Klinische Bezüge	208
7.3 Die wasserlöslichen Vitamine	174	8.7 Die Katecholamine	208
7.3.1 Vitamin B ₁ – das Thiamin	174	8.7.1 Überblick und Funktion	208
7.3.2 Vitamin B ₂ – das Riboflavin	175	8.7.2 Die Synthese	208
7.3.3 Das Niacin	176	8.7.3 Die Wirkungen	209
7.3.4 Vitamin B ₆ – das Pyridoxin	176	8.7.4 Der Abbau	209
7.3.5 Die Pantothensäure	177	8.8 Das Insulin und das Glukagon	210
7.3.6 Vitamin B ₁₂ – das Cobalamin	178	8.8.1 Überblick und Funktion	210
7.3.7 Die Folsäure	179	8.8.2 Das Insulin	210
7.3.8 Das Biotin	180	8.8.3 Das Glukagon	213
7.3.9 Vitamin C – die L-Ascorbinsäure	181	8.8.4 Der Diabetes mellitus	213
7.4 Die Spurenelemente	182	8.9 Die Hormone des Calciumstoffwechsels	215
7.4.1 Die Funktion der Spurenelemente	182	8.9.1 Überblick und Funktion	215
7.4.2 Die einzelnen Spurenelemente	182	8.9.2 Die Regulation	215
		8.9.3 Das Parathormon	215
<hr/> 8 Hormone	185	8.9.4 Das Calcitonin	215
8.1 Die Grundlagen	187	8.9.5 Das Vitamin D (Calcitriol)	216
8.1.1 Überblick und Funktion	187	8.9.6 Zusammenfassung	217
8.1.2 Die lipophilen Hormone	188	8.10 Die Gewebshormone	218
8.1.3 Die hydrophilen Hormone	188	8.10.1 Überblick und Funktion	218
8.1.4 Die hormonelle Regulation	193	8.10.2 Das Serotonin	218
8.2 Die Effektorhormone des Hypothalamus und der Hypophyse	194	8.10.3 Das Histamin	218
8.2.1 Überblick und Funktion	194	8.10.4 Die Eicosanoide	219
8.2.2 Die Hypothalamushormone ADH und Oxytocin	194	8.10.5 Die Kinine	221
8.2.3 Das Hypophysenhormon Prolaktin	195	8.10.6 Die Zytokine	221
8.3 Die Schilddrüsenhormone	195	8.11 Die Hormone des Gastrointestinaltraktes	221
8.3.1 Überblick und Funktion	195	8.11.1 Überblick und Funktion	221
8.3.2 Die hormonelle Regulation	195	8.11.2 Die Hormone des Magens	221
		8.11.3 Die Hormone des Darms	221

9	Ernährung und Verdauung	223	10.5.3	Der Stoffwechsel	264
9.1	Die Ernährung	225	10.5.4	Die Niere als Ausscheidungsorgan	265
9.1.1	Überblick und Funktion	225	10.5.5	Der Mineralhaushalt	267
9.1.2	Der Energiegehalt der Nahrung	225	10.5.6	Die Produktion von Hormonen	270
9.1.3	Die essenziellen Nahrungsbestandteile	226	10.6	Das Bindegewebe	270
9.1.4	Die besondere Bedeutung der Proteine	226	10.6.1	Überblick und Funktion	270
9.1.5	Die künstliche Ernährung	227	10.6.2	Der Aufbau des Bindegewebes	270
9.2	Die Verdauung	227	10.6.3	Die Proteine des Bindegewebes	271
9.2.1	Die Regulation	227	10.6.4	Das Knochengewebe	275
9.2.2	Die Verdauungssekrete	227	10.6.5	Das Knorpelgewebe	275
9.2.3	Die Verdauung der einzelnen Nährstoffe	232			
10	Stoffwechsel der einzelnen Organe	237	11	Blut	277
10.1	Die Leber	239	11.1	Einleitung	279
10.1.1	Überblick und Funktion	239	11.2	Die zellulären Bestandteile des Blutes	279
10.1.2	Der Aufbau	239	11.2.1	Überblick und Funktion	279
10.1.3	Der Kohlenhydratstoffwechsel	240	11.2.2	Die Hämatopoese	279
10.1.4	Der Protein- und Stickstoffstoffwechsel	240	11.2.3	Die Erythrozyten	280
10.1.5	Der Lipidstoffwechsel	242	11.2.4	Die Leukozyten	281
10.1.6	Die Gallensäuren	243	11.2.5	Die Thrombozyten	281
10.1.7	Die Leber als Entgiftungsorgan	244	11.3	Das Hämoglobin und Myoglobin	282
10.2	Das Fettgewebe	248	11.3.1	Überblick und Funktion	282
10.2.1	Überblick und Funktion	248	11.3.2	Das Hämoglobin	282
10.2.2	Der Aufbau	248	11.3.3	Das Myoglobin	288
10.2.3	Der Kohlenhydratstoffwechsel	248	11.4	Der Gastransport	289
10.2.4	Der Lipidstoffwechsel	249	11.4.1	Überblick und Funktion	289
10.2.5	Die Regulation der Nahrungsaufnahme durch Leptin	252	11.4.2	Der Weg des Sauerstoffs von der Lunge in das Gewebe	289
10.2.6	Das braune Fettgewebe	252	11.4.3	Der Weg des CO ₂ von den Geweben zur Lunge	290
10.3	Das Muskelgewebe	252	11.5	Die Blutgruppeneigenschaften	292
10.3.1	Überblick und Funktion	252	11.5.1	Der Überblick	292
10.3.2	Der Aufbau	252	11.5.2	Das ABO-System	292
10.3.3	Die Kontraktion	253	11.5.3	Das Rhesus-System	292
10.3.4	Die rote und die weiße Muskulatur	257	11.6	Die Hämostase	293
10.3.5	Der Kohlenhydratstoffwechsel	257	11.6.1	Überblick und Funktion	293
10.3.6	Der Lipidstoffwechsel	257	11.6.2	Die Blutstillung durch Thrombozyten	293
10.3.7	Der Proteinstoffwechsel	258	11.6.3	Die Blutgerinnung	294
10.3.8	Die ATP-Bereitstellung	258	11.6.4	Die Fibrinolyse	299
10.4	Das zentrale Nervensystem	259	11.7	Die Plasmaproteine	299
10.4.1	Überblick und Funktion	259	11.7.1	Überblick und Funktion	299
10.4.2	Der Aufbau	260	11.7.2	Die Analyse der Plasmaproteine	300
10.4.3	Der Kohlenhydratstoffwechsel	260	11.7.3	Dysproteinämien	300
10.4.4	Der Lipidstoffwechsel	261			
10.4.5	Der Proteinstoffwechsel	261	12	Immunsystem	303
10.4.6	Die Neurotransmitter	261	12.1	Einleitung	305
10.5	Niere und Elektrolythaushalt	264	12.2	Die spezifische Immunantwort	305
10.5.1	Überblick und Funktion	264	12.2.1	Überblick und Funktion	305
10.5.2	Der Aufbau	264	12.2.2	Die CD-Moleküle	306
			12.2.3	Die Entstehung und Reifung der Lymphozyten	306

12.2.4	Die T-Lymphozyten (T-Zellen)	307
12.2.5	Die B-Lymphozyten (B-Zellen)	310
12.2.6	Die Antikörper	311
12.2.7	Die Antigene	316
12.2.8	MHC – Der Major Histocompatibility Complex	316
12.3	Die unspezifische Immunantwort	318
12.3.1	Überblick und Funktion	318
12.3.2	Das Komplementsystem	318
12.3.3	Das Lysozym	320
12.3.4	Die Zytokine	320
12.3.5	Die Zellen der unspezifischen Abwehr	322
12.4	Die Immunantwort: Zusammenfassung	324
12.5	Störungen des Immunsystems	326
12.5.1	Der Überblick	326
12.5.2	Die Überempfindlichkeitsreaktionen	326
12.5.3	Die Immundefektkrankheiten	326
12.5.4	Die Autoimmunkrankheiten	327
12.6	Wichtige immunologische Nachweisreaktionen	328
12.6.1	Überblick und Funktion	328
12.6.2	Der Neutralisationstest	328
12.6.3	Der Agglutinationstest	328
12.6.4	Der Präzipitationstest	328
12.6.5	ELISA – Enzyme-linked Immunosorbent Assay	329
12.6.6	Die Komplementbindungsreaktion (KBR)	330
13	Zellbiologie	333
13.1	Die Membranen	335
13.1.1	Überblick und Funktion	335
13.1.2	Der Aufbau zellulärer Membranen (Plasmamembran)	335
13.2	Die Zellorganellen und das Zytoskelett	337
13.2.1	Der Überblick	337
13.2.2	Der Zellkern (Nucleus)	337
13.2.3	Das endoplasmatische Retikulum (ER)	339
13.2.4	Der Golgi-Apparat	339
13.2.5	Die Lysosomen	339
13.2.6	Die Mitochondrien	340
13.2.7	Die Peroxisomen	341
13.2.8	Das Zytoskelett und die extrazelluläre Matrix	341
13.3	Der Zellzyklus und die Apoptose	342
13.3.1	Der Überblick	342
13.3.2	Der Ablauf des Zellzyklus	342
13.3.3	Die Regulation des Zellzyklus	342
13.3.4	Die Apoptose (programmierter Zelltod)	343

14	Molekularbiologie	347
14.1	Die Chemie der Nukleotide	349
14.1.1	Überblick und Funktion	349
14.1.2	Der Aufbau	349
14.1.3	Die Funktion	351
14.1.4	Die Synthese der Nukleotide	351
14.1.5	Die Wiederverwertung (salvage pathway)	355
14.1.6	Der Abbau	356
14.1.7	Störungen im Nukleotidstoffwechsel	356
14.2	Die Chemie der Nukleinsäuren	357
14.2.1	Überblick und Funktion	357
14.2.2	Die Prinzipien des Nukleinsäureaufbaus	358
14.2.3	Der Aufbau der DNA	358
14.2.4	Der Aufbau der RNA	360
14.3	Die Replikation der DNA	360
14.3.1	Überblick und Funktion	360
14.3.2	Der Ablauf der Replikation	361
14.3.3	Hemmstoffe der DNA-Replikation	367
14.3.4	Ursachen von Mutationen	367
14.3.5	Die DNA-Reparatur	368
14.4	Die Transkription	370
14.4.1	Überblick und Funktion	370
14.4.2	Die verschiedenen RNA-Formen	370
14.4.3	Die RNA-Polymerasen	371
14.4.4	Der Ablauf der Transkription	371
14.4.5	Die Prozessierung von RNA	377
14.4.6	Die Prozessierung der prä-tRNA	379
14.4.7	Hemmstoffe der Transkription	379
14.5	Die Translation	380
14.5.1	Überblick und Funktion	380
14.5.2	Die Grundlage: Der genetische Code	380
14.5.3	Das Werkzeug der Translation: Die Transfer-RNA (tRNA)	381
14.5.4	Der Ort der Translation: Die Ribosomen	383
14.5.5	Der Ablauf der Translation	383
14.5.6	Die Regulation der Translation	386
14.5.7	Die Hemmstoffe der Translation	386
14.5.8	Die Proteinfaltung	387
14.5.9	Die Addressierung und der Transport von Proteinen	387
14.5.10	Die co- bzw. posttranslationale Modifikation von Proteinen	388
14.6	Molekulare Onkologie	389
14.6.1	Der Überblick	389
14.6.2	Begriffsdefinitionen	390
14.6.3	Ausgangspunkte der Tumorentstehung	390

**14.7 Molekularbiologische Methoden
zur Analyse von Nukleinsäuren**

14.7.1 Überblick und Funktion	394
14.7.2 Die Werkzeuge	394
14.7.3 Die Übertragung von DNA	395
14.7.4 Die Klonierung	395
14.7.5 Gentherapie	397
14.7.6 Die Analyse von DNA	397
14.7.7 Die Analyse von RNA	400

15 Anhang	403
15.1 Wichtige chemische Grundlagen	404
15.2 Beispiele für wichtige Moleküle mit ihren Bindungen und Gruppen	409
15.3 Stoffwechselübersichten	410

Sachverzeichnis	414
------------------------	-----