

# Inhaltsverzeichnis

## Teil A Energiestoffwechsel

<b>1</b>	<b>Der Energiestoffwechsel im Überblick.</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>Die wichtigsten biochemischen Funktionsträger: Proteine</b>	<b>74</b>
	<i>J. Rassow</i>			<i>J. Rassow</i>	
<b>1.1</b>	<b>Worum geht es in diesem Kapitel?</b>	<b>19</b>	<b>4.1</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>74</b>
<b>1.2</b>	<b>Woher stammt die Energie für Lebensprozesse?</b>	<b>19</b>	<b>4.1.1</b>	<b>Funktionen</b>	<b>74</b>
<b>1.2.1</b>	Die Bedeutung der energetischen Kopplung	19	<b>4.2</b>	<b>Die Peptidbindung</b>	<b>74</b>
<b>1.2.2</b>	Die Bedeutung des ATP als Energieträger	20	<b>4.3</b>	<b>Proteinstrukturen</b>	<b>75</b>
<b>1.3</b>	<b>Wie entsteht ATP?</b>	<b>22</b>	<b>4.3.1</b>	Primärstruktur	76
<b>1.4</b>	<b>Woher stammt die Energie für die ATP-Synthese?</b>	<b>23</b>	<b>4.3.2</b>	Sekundärstruktur	76
<b>1.4.1</b>	Ein Protonenfluss als Energiequelle der ATP-Synthase	24	<b>4.3.3</b>	Tertiär- und Quartärstruktur	79
<b>1.4.2</b>	Die Atmungskette als Protonenpumpe	24			
<b>1.4.3</b>	Die Herkunft der Elektronen der Atmungskette	25	<b>5</b>	<b>Abbau der Kohlenhydrate zu Pyruvat bzw. Lactat</b>	<b>82</b>
<b>2</b>	<b>Triebkraft und Geschwindigkeit biochemischer Reaktionen</b>	<b>27</b>		<i>J. Rassow</i>	
	<i>J. Rassow</i>		<b>5.1</b>	<b>Kurze Einführung</b>	<b>82</b>
<b>2.1</b>	<b>Die Triebkraft biochemischer Reaktionen</b>	<b>27</b>	<b>5.2</b>	<b>Die Glykolyse</b>	<b>82</b>
<b>2.1.1</b>	Die Bedeutung der Freien Energie	28	<b>5.2.1</b>	Ein erster Überblick	82
<b>2.1.2</b>	Die Bedeutung des chemischen Gleichgewichts	28	<b>5.2.2</b>	Die einzelnen Reaktionsschritte der Glykolyse	83
<b>2.1.3</b>	Was geschieht bei Annäherung an das chemische Gleichgewicht mit der Freien Energie?	31	<b>5.2.3</b>	Die Regulation der Glykolyse	92
<b>2.1.4</b>	Die Bedeutung der Entropie	31	<b>5.3</b>	<b>Reduktion und Oxidation von Pyruvat</b>	<b>98</b>
<b>2.2</b>	<b>Die Geschwindigkeit biochemischer Reaktionen</b>	<b>32</b>	<b>5.3.1</b>	Reduktion von Pyruvat zu Lactat (Lactatgärung)	98
<b>2.2.1</b>	Prinzipien der chemischen Reaktionskinetik	32	<b>5.3.2</b>	Oxidativer Abbau von Pyruvat	100
<b>2.2.2</b>	Enzyme als Katalysatoren biochemischer Reaktionen	33	<b>5.4</b>	<b>Abbau von Glykogen</b>	<b>100</b>
<b>2.2.3</b>	Enzymkinetik	35	<b>5.4.1</b>	Einführung	100
<b>3</b>	<b>Die molekulare Struktur der wichtigsten Nahrungsstoffe: Kohlenhydrate, Triacylglycerine und Aminosäuren</b>	<b>45</b>	<b>5.4.2</b>	Der Glykogenabbau	100
	<i>J. Rassow</i>		<b>5.4.3</b>	Die Regulation des Glykogenabbaus	103
<b>3.1</b>	<b>Kurzübersicht</b>	<b>45</b>	<b>5.5</b>	<b>Abbau der Stärke</b>	<b>104</b>
<b>3.2</b>	<b>Kohlenhydrate</b>	<b>45</b>	<b>5.6</b>	<b>Abbau der Fructose</b>	<b>104</b>
<b>3.2.1</b>	Chemie der Kohlenhydrate	45	<b>5.6.1</b>	Die Reaktionsschritte des Fructoseabbaus	105
<b>3.2.2</b>	Funktion der Kohlenhydrate im Energiestoffwechsel	56	<b>5.6.2</b>	Energiebilanz	106
<b>3.3</b>	<b>Triacylglycerine (TAG)</b>	<b>57</b>	<b>5.7</b>	<b>Abbau der Galaktose</b>	<b>106</b>
<b>3.3.1</b>	Lipide	57	<b>6</b>	<b>Oxidativer Abbau von Pyruvat: Die Reaktionen der Pyruvat-Dehydrogenase und des Citratzyklus</b>	<b>109</b>
<b>3.3.2</b>	Gesättigte und ungesättigte Fettsäuren	58		<i>J. Rassow</i>	
<b>3.3.3</b>	Funktion der TAG im Energiestoffwechsel	63	<b>6.1</b>	<b>Einführung</b>	<b>109</b>
<b>3.4</b>	<b>Aminosäuren</b>	<b>63</b>	<b>6.2</b>	<b>Die Pyruvat-Dehydrogenase (PDH)</b>	<b>110</b>
<b>3.4.1</b>	Grundstruktur und Eigenschaften	63	<b>6.2.1</b>	Grundlagen	110
<b>3.4.2</b>	Die proteinogenen Aminosäuren	66	<b>6.2.2</b>	Der Aufbau der Pyruvat-Dehydrogenase	110
<b>3.4.3</b>	Der Sonderfall Selenocystein	72	<b>6.2.3</b>	Die einzelnen Reaktionsschritte	111
			<b>6.2.4</b>	Die Regulation der Pyruvat-Dehydrogenase	114
			<b>6.3</b>	<b>Der Citratzyklus</b>	<b>115</b>
			<b>6.3.1</b>	Grundlagen	115
			<b>6.3.2</b>	Die einzelnen Reaktionsschritte	118
			<b>6.3.3</b>	Energieausbeute des Citratzyklus	125

6.3.4	Regulation des Citratzyklus .....	125
6.3.5	Auffüllung des Citratzyklus: Anaplerotische Reaktionen .....	126
<b>7</b>	<b>Abbau von Triacylglycerinen und Ketonkörpern .....</b>	<b>127</b>
	<i>J. Rassow</i>	
7.1	Grundlagen .....	127
7.2	Physiologische Bedeutung .....	127
7.2.1	Triacylglycerine (TAG) .....	127
7.2.2	Ketonkörper .....	129
7.3	Hydrolyse von Triacylglycerinen durch Lipasen ...	129
7.4	Was wird aus den Hydrolyseprodukten Glycerin und Fettsäuren? .....	132
7.4.1	Abbau von Glycerin .....	132
7.4.2	Abbau der Fettsäuren ( $\beta$ -Oxidation) .....	133
7.5	Abbau von Ketonkörpern .....	141
<b>8</b>	<b>Abbau von Proteinen und Aminosäuren .....</b>	<b>147</b>
	<i>J. Rassow</i>	
8.1	Grundlagen .....	147
8.2	Transport von Stickstoff im Blut: Alanin, Glutamin und Harnstoff .....	147
8.2.1	Alanin .....	148
8.2.2	Glutamin .....	149
8.2.3	Harnstoff .....	150
8.3	Der Harnstoffzyklus .....	150
8.3.1	Grundlagen .....	150
8.3.2	Die einzelnen Reaktionsschritte .....	151
8.3.3	Energiebilanz .....	153
8.3.4	Was wird aus dem Fumarat? .....	153
8.3.5	Regulation des Harnstoffzyklus .....	154
8.4	Ammoniak im Stoffwechsel .....	154
8.4.1	Bildung von Ammoniak .....	154
8.4.2	Entgiftung von Ammoniak .....	155
8.5	Abspaltung von Aminogruppen durch Transaminierung und Desaminierung .....	158
8.5.1	Transaminierung .....	158
8.5.2	Desaminierung .....	160
8.6	Wege des Kohlenstoffs im Abbau der Aminosäuren .....	161
8.6.1	Grundlagen: glucogene und ketogene Aminosäuren .....	161
8.6.2	Abbau der einzelnen Aminosäuren .....	163
8.7	Wichtige Produkte des Aminosäureabbaus .....	168
8.7.1	Aminosäure-Abbauprodukte mit Mediatorfunktion: Biogene Amine .....	168
8.7.2	Stickstoffmonoxid (NO) als Abbauprodukt des Arginins .....	169
8.7.3	S-Adenosylmethionin als Überträger von Methylgruppen .....	169
8.7.4	Stoffwechsel des Cysteins .....	171
8.7.5	Aminosäuren als Vorstufen weiterer Synthesen ...	173

<b>9</b>	<b>ATP-Synthese durch oxidative Phosphorylierung .....</b>	<b>174</b>
	<i>J. Rassow</i>	
9.1	Einführung: Mechanismen der ATP-Synthese im Stoffwechsel .....	174
9.2	Die ATP-Synthase .....	174
9.2.1	Aufbau .....	174
9.2.2	Funktionsweise .....	176
9.2.3	Triebkraft der ATP-Synthase .....	176
9.3	Die Atmungskette .....	176
9.3.1	Einführung .....	176
9.3.2	Die Komponenten der Atmungskette .....	179
9.3.3	Die Redoxpotenziale der Atmungskette .....	186
9.3.4	Regulation der Aktivität der Atmungskette .....	187
9.4	Import und Export von Metaboliten über die Mitochondrienmembran .....	187
9.5	Transport von Reduktionsäquivalenten über die mitochondriale Innenmembran .....	188
9.5.1	Glycerin-3-phosphat-Shuttle .....	188
9.5.2	Malat-Aspartat-Shuttle .....	188
9.5.3	Vergleich beider Shuttle-Systeme .....	189
9.6	Entkoppler des OXPHOS-Systems .....	190
9.6.1	Der physiologische Entkoppler Thermogenin ...	190
9.6.2	Toxische Entkoppler .....	190
9.7	Angeborene Defekte des OXPHOS-Systems .....	191
9.8	Bakterielle Atmungsketten .....	191
<b>10</b>	<b>Ernährung und Verdauung .....</b>	<b>192</b>
	<i>J. Rassow</i>	
10.1	Einführung .....	192
10.2	Ernährung .....	192
10.2.1	Zusammensetzung der Nahrung .....	192
10.2.2	Parenterale Ernährung .....	197
10.2.3	Energiegehalt der Nahrung .....	197
10.3	Verdauung .....	198
10.3.1	Überblick .....	198
10.3.2	Die Verdauungssekrete .....	198
10.3.3	Verdauung der Nahrungsbestandteile .....	208
<b>11</b>	<b>Speicherung und Bereitstellung von Kohlenhydraten .....</b>	<b>210</b>
	<i>J. Rassow</i>	
11.1	Aufnahme der Kohlenhydrate aus der Nahrung ..	210
11.1.1	Wichtige Kohlenhydrate in der Nahrung .....	210
11.1.2	Verdauung der Kohlenhydrate .....	210
11.1.3	Resorption der Kohlenhydrate im Darm .....	212
11.1.4	Transport in Hepatozyten .....	213
11.1.5	Transport der Glucose in die Zellen extrahepatischer Gewebe .....	213
11.2	Glykogensynthese .....	215
11.2.1	Mechanismus der Glykogensynthese .....	215
11.2.2	Regulation der Glykogensynthese .....	219
11.3	Gluconeogenese .....	221

11.3.1	Funktion der Gluconeogenese im Stoffwechsel . . .	221	14.7	<b>Zentrale Kontrollpunkte in der Regulation des Energiestoffwechsels . . . . .</b>	277
11.3.2	Ort der Gluconeogenese . . . . .	222	14.7.1	Die Koordination des Energiestoffwechsels in den peripheren Organen . . . . .	277
11.3.3	Mechanismus der Gluconeogenese . . . . .	222	14.7.2	Die Regulation des Hungergefühls . . . . .	278
11.3.4	Ausgangsstoffe der Gluconeogenese . . . . .	227			
11.3.5	Regulation der Gluconeogenese . . . . .	228			
<b>12</b>	<b>Die Bereitstellung von Fettsäuren, Triacylglycerinen und Ketonkörpern . .</b>	<b>230</b>	<b>15</b>	<b>Stoffwechsel in Tumorzellen . . . . .</b>	<b>281</b>
	<i>J. Rassow</i>			<i>J. Rassow</i>	
12.1	<b>Überblick . . . . .</b>	230	15.1	<b>Einführung . . . . .</b>	281
12.2	<b>Aufnahme der Lipide aus der Nahrung . . . . .</b>	230	15.2	<b>Kanzerogenese . . . . .</b>	281
12.2.1	Verdauung der Lipide . . . . .	230	15.3	<b>Tumorstadium bei Sauerstoffmangel . . . . .</b>	282
12.2.2	Resorption der Lipid-Hydrolyseprodukte . . . . .	232	15.3.1	Der Warburg-Effekt . . . . .	282
12.3	<b>Fettsäuresynthese . . . . .</b>	234	15.3.2	Bausteine der Nukleotid-Synthese . . . . .	284
12.3.1	Bereitstellung von Acetyl-CoA . . . . .	235	15.3.3	Glutamin . . . . .	284
12.3.2	Mechanismus der Fettsäuresynthese . . . . .	235	15.4	<b>Hydroxyglutarat als Onkometabolit . . . . .</b>	286
12.3.3	Regulation der Fettsäuresynthese . . . . .	240	15.4.1	Synthese von 2-Hydroxyglutarat durch veränderte Isocitrat-Dehydrogenasen . . . . .	286
12.3.4	Bildung ungesättigter Fettsäuren . . . . .	242	15.4.2	2-Hydroxyglutarat als Inhibitor $\alpha$ -Ketoglutarat-abhängiger Dioxygenasen . . . . .	287
12.4	<b>Woher stammt das NADPH für die Fettsäuresynthese? . . . . .</b>	242	15.5	<b>Resümee . . . . .</b>	288
12.4.1	Das Malat-Enzym als Quelle von NADPH für die Fettsäuresynthese . . . . .	243			
12.4.2	Der Pentosephosphatweg . . . . .	243	<b>16</b>	<b>Vitamine . . . . .</b>	<b>290</b>
12.5	<b>Lipogenese: Biosynthese der Triacylglycerine (TAG) . . . . .</b>	248		<i>K. Hauser</i>	
12.5.1	Reaktionsschritte der TAG-Synthese . . . . .	248	16.1	<b>Grundlagen . . . . .</b>	290
12.5.2	Regulation der TAG-Synthese . . . . .	249	16.1.1	Vitaminbedarf . . . . .	290
12.6	<b>Ketonkörpersynthese (Ketogenese) . . . . .</b>	250	16.1.2	Vitaminosen . . . . .	290
12.6.1	Grundlagen . . . . .	250	16.1.3	Einteilung der Vitamine . . . . .	292
12.6.2	Die Reaktionen der Ketonkörpersynthese . . . . .	251	16.2	<b>Fettlösliche Vitamine . . . . .</b>	292
12.7	<b>Lipoproteine: Transport von Lipiden im Blut . . . . .</b>	251	16.2.1	Retinol – Vitamin A . . . . .	292
12.7.1	Aufbau und Einteilung . . . . .	251	16.2.2	Calciferol – Vitamin D . . . . .	295
12.7.2	Der Stoffwechsel der Lipoproteine . . . . .	253	16.2.3	Tocopherol – Vitamin E . . . . .	296
			16.2.4	Vitaminosen . . . . .	298
			16.2.5	Phyllochinon – Vitamin K . . . . .	298
<b>13</b>	<b>Proteine als Nahrungsmittel . . . . .</b>	<b>259</b>	16.3	<b>Wasserlösliche Vitamine . . . . .</b>	300
	<i>J. Rassow</i>		16.3.1	Thiamin – Vitamin B <sub>1</sub> . . . . .	300
13.1	<b>Verdauung der Proteine . . . . .</b>	259	16.3.2	Riboflavin – Vitamin B <sub>2</sub> . . . . .	302
13.1.1	Hydrolyse der Proteine durch Proteasen . . . . .	259	16.3.3	Niacin . . . . .	304
13.1.2	Resorption der Hydrolyseprodukte . . . . .	260	16.3.4	Pyridoxin – Vitamin B <sub>6</sub> . . . . .	306
13.2	<b>Proteasen und ihre Reaktionsmechanismen . . . . .</b>	262	16.3.5	Pantothensäure . . . . .	308
13.2.1	Vorkommen und Aufgaben der Proteasen . . . . .	262	16.3.6	Folsäure . . . . .	309
13.2.2	Reaktionsmechanismen . . . . .	262	16.3.7	Cobalamin – Vitamin B <sub>12</sub> . . . . .	314
13.2.3	Proteaseinhibitoren . . . . .	264	16.3.8	Biotin . . . . .	317
			16.3.9	Ascorbinsäure – Vitamin C . . . . .	318
<b>14</b>	<b>Regulation des Energiestoffwechsels . .</b>	<b>266</b>	<b>17</b>	<b>Spurenelemente . . . . .</b>	<b>322</b>
	<i>J. Rassow</i>			<i>K. Hauser</i>	
14.1	<b>Einführung . . . . .</b>	266	17.1	<b>Grundlagen . . . . .</b>	322
14.2	<b>Regulation bei kurzfristig erhöhtem Energiebedarf . . . . .</b>	266	17.1.1	Einteilung der Spurenelemente . . . . .	322
14.3	<b>Regulation bei Ausdauerleistungen . . . . .</b>	268	17.1.2	Bedarf an Spurenelementen . . . . .	323
14.4	<b>Regulation bei Nahrungsmangel . . . . .</b>	270	17.2	<b>Die einzelnen Spurenelemente . . . . .</b>	323
14.5	<b>Regulation im Anschluss an eine Mahlzeit . . . . .</b>	273	17.2.1	Eisen . . . . .	323
14.6	<b>Schlüsselenzyme des Energiestoffwechsels . . . . .</b>	275	17.2.2	Magnesium . . . . .	327
			17.2.3	Kupfer . . . . .	328

17.2.4	Zink.....	329
17.2.5	Mangan .....	331
17.2.6	Cobalt .....	331
17.2.7	Schwefel.....	332
17.2.8	Fluorid .....	332

17.2.9	Iod.....	333
17.2.10	Selen .....	333
17.2.11	Molybdän.....	334
17.2.12	Chrom.....	334
17.2.13	Cadmium, Blei, Quecksilber.....	334

## Teil B Zellbiologie

<b>1</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>339</b>
	<i>J. Rassow</i>	

<b>1.1</b>	<b>Einführung.....</b>	<b>339</b>
------------	------------------------	------------

<b>2</b>	<b>Aufbau der Zelle.....</b>	<b>341</b>
	<i>K. Hauser</i>	

<b>2.1</b>	<b>Überblick .....</b>	<b>341</b>
<b>2.2</b>	<b>Aufbau der Prokaryontenzelle.....</b>	<b>341</b>
<b>2.3</b>	<b>Aufbau der Eukaryontenzelle .....</b>	<b>342</b>
2.3.1	Besonderheiten in mehrzelligen Organismen.....	343
2.3.2	Vorteile der Kompartimentierung .....	343
<b>2.4</b>	<b>Fraktionierung von Zellen .....</b>	<b>343</b>

<b>3</b>	<b>Aufbau und Synthese biologischer Membranen.....</b>	<b>345</b>
	<i>K. Hauser</i>	

<b>3.1</b>	<b>Überblick .....</b>	<b>345</b>
<b>3.2</b>	<b>Membranlipide .....</b>	<b>345</b>
3.2.1	Das Grundprinzip: Die Lipiddoppelschicht .....	345
3.2.2	Struktur und Verteilung.....	346
3.2.3	Biosynthese .....	350
3.2.4	Abbau .....	356
3.2.5	Biosynthese von Membranen .....	357
3.2.6	Membranfluidität .....	357
<b>3.3</b>	<b>Membranproteine.....</b>	<b>358</b>
3.3.1	Aufbau .....	358
3.3.2	Funktion.....	359
<b>3.4</b>	<b>Kohlenhydrate .....</b>	<b>359</b>
3.4.1	Struktur .....	359
3.4.2	Funktion.....	361

<b>4</b>	<b>Funktion biologischer Membranen ....</b>	<b>363</b>
	<i>K. Hauser</i>	

<b>4.1</b>	<b>Vielfalt der Membranfunktion .....</b>	<b>363</b>
<b>4.2</b>	<b>Transport .....</b>	<b>363</b>
4.2.1	Passiver und aktiver Transport .....	363
4.2.2	Transportproteine in Membranen .....	365
4.2.3	Transport mithilfe von Membranvesikeln.....	367
<b>4.3</b>	<b>Signalvermittlung.....</b>	<b>371</b>
<b>4.4</b>	<b>Vermittlung von Zell-Zell-Kontakten .....</b>	<b>371</b>
4.4.1	Tight Junctions .....	371

4.4.2	Adhäsionsverbindungen.....	371
4.4.3	Desmosomen .....	372
4.4.4	Hemidesmosomen .....	372
4.4.5	Fokaladhäsionen .....	373
4.4.6	Gap Junctions.....	373

<b>5</b>	<b>Zellorganellen.....</b>	<b>375</b>
	<i>K. Hauser</i>	

<b>5.1</b>	<b>Einführung .....</b>	<b>375</b>
<b>5.2</b>	<b>Zytosol und Zytoplasma.....</b>	<b>375</b>
<b>5.3</b>	<b>Zellkern.....</b>	<b>375</b>
5.3.1	Aufbau.....	376
5.3.2	Funktion.....	378
<b>5.4</b>	<b>Mitochondrien .....</b>	<b>379</b>
5.4.1	Aufbau.....	379
5.4.2	Funktion.....	380
5.4.3	Proteintransport ins Mitochondrium.....	382
<b>5.5</b>	<b>Endoplasmatisches Retikulum.....</b>	<b>382</b>
5.5.1	Aufbau.....	382
5.5.2	Funktion .....	383
<b>5.6</b>	<b>Golgi-Apparat.....</b>	<b>384</b>
5.6.1	Aufbau.....	384
5.6.2	Funktion .....	385
<b>5.7</b>	<b>Lysosomen .....</b>	<b>387</b>
5.7.1	Aufbau.....	387
5.7.2	Funktion .....	387
5.7.3	Biogenese .....	388
<b>5.8</b>	<b>Peroxisomen .....</b>	<b>389</b>
5.8.1	Aufbau.....	389
5.8.2	Funktion.....	389
5.8.3	Biogenese .....	389
<b>5.9</b>	<b>Proteasom .....</b>	<b>390</b>
5.9.1	Aufbau.....	390
5.9.2	Funktion.....	390
5.9.3	Das Ubiquitinsystem.....	391

<b>6</b>	<b>Zytoskelett.....</b>	<b>393</b>
	<i>K. Hauser</i>	

<b>6.1</b>	<b>Überblick .....</b>	<b>393</b>
<b>6.2</b>	<b>Mikrofilamente .....</b>	<b>393</b>
6.2.1	Aufbau.....	393
6.2.2	Funktion.....	395
<b>6.3</b>	<b>Mikrotubuli .....</b>	<b>396</b>
6.3.1	Aufbau.....	396
6.3.2	Funktion.....	396

6.3.3	Komplexe Mikrotubulistrukturen .....	398	7.2.1	Kollagen .....	404
<b>6.4</b>	<b>Intermediärfilamente .....</b>	<b>400</b>	7.2.2	Elastin .....	408
6.4.1	Aufbau .....	400	7.2.3	Glykosaminoglykane .....	409
6.4.2	Funktion .....	401	7.2.4	Proteoglykane .....	411
			7.2.5	Nicht kollagene Glykoproteine .....	413
<b>7</b>	<b>Extrazelluläre Matrix .....</b>	<b>403</b>	<b>7.3</b>	<b>Abbau der extrazellulären Matrix .....</b>	<b>414</b>
	<i>K. Hauser</i>		<b>7.4</b>	<b>Extrazelluläre Matrix des Knochens .....</b>	<b>415</b>
<b>7.1</b>	<b>Überblick .....</b>	<b>403</b>	7.4.1	Anorganische Matrix .....	415
<b>7.2</b>	<b>Komponenten der extrazellulären Matrix .....</b>	<b>403</b>	7.4.2	Organische Matrix .....	415
			<b>7.5</b>	<b>Extrazelluläre Matrix des Knorpels .....</b>	<b>415</b>
 <b>Teil C Zellzyklus und molekulare Genetik</b>					
<i>R. Netzker</i>					
<b>1</b>	<b>Nukleotide .....</b>	<b>419</b>	4.2.6	Replikation eukaryontischer Chromosomen- Enden .....	449
1.1	Einführung .....	419	<b>4.3</b>	<b>Hemmstoffe der Replikation .....</b>	<b>450</b>
1.2	Aufbau der Nukleotide .....	419			
1.3	Funktionen der Nukleotide .....	421	<b>5</b>	<b>Genexpression .....</b>	<b>451</b>
1.3.1	Energieträger .....	421	<b>5.1</b>	<b>Überblick .....</b>	<b>451</b>
1.3.2	Synthesestufen .....	422	<b>5.2</b>	<b>Transkription .....</b>	<b>452</b>
1.3.3	Bestandteil von Coenzymen .....	423	5.2.1	Die Transkriptionsprodukte: die verschiedenen RNA-Typen .....	452
1.3.4	Signalmoleküle .....	423	5.2.2	Die Transkriptionsenzyme: RNA-Polymerasen ...	456
1.3.5	Allosterische Effektoren .....	423	5.2.3	Ablauf der Transkription .....	457
<b>1.4</b>	<b>Stoffwechsel der Nukleotide .....</b>	<b>425</b>	5.2.4	Regulation der Transkription .....	461
1.4.1	Stoffwechsel der Purinnukleotide .....	425	5.2.5	Hemmstoffe der Transkription .....	467
1.4.2	Stoffwechsel der Pyrimidinnukleotide .....	430	<b>5.3</b>	<b>Entstehung und Nachbearbeitung der mRNA .....</b>	<b>468</b>
1.4.3	Synthese von Desoxyribonukleotiden aus Ribonukleotiden .....	433	5.3.1	Prozessierung der hnRNA .....	468
			5.3.2	RNA-Editing .....	471
<b>2</b>	<b>Nukleinsäuren (Polynukleotide) .....</b>	<b>436</b>	<b>5.4</b>	<b>Translation .....</b>	<b>473</b>
2.1	Grundlagen .....	436	5.4.1	Der genetische Code .....	473
2.2	DNA .....	437	5.4.2	Beladung der tRNAs mit Aminosäuren .....	474
2.2.1	Die DNA-Doppelhelix .....	437	5.4.3	Ablauf der Translation .....	475
2.2.2	Die Verpackung der DNA .....	439	5.4.4	Regulation der Translation .....	480
2.3	RNA .....	440	5.4.5	Hemmstoffe der Translation .....	480
2.3.1	Struktur .....	440	5.4.6	Posttranskriptionelle und translationale Regulation durch kleine RNA .....	483
2.3.2	Typen der RNA .....	440	<b>5.5</b>	<b>Proteinfaltung .....</b>	<b>484</b>
2.4	Das humane Genom und Transkriptom .....	441	5.5.1	Motor und Ablauf der Proteinfaltung .....	484
			5.5.2	An der Proteinfaltung beteiligte Proteine .....	485
<b>3</b>	<b>Einführung in die Molekularbiologie ..</b>	<b>442</b>	<b>5.6</b>	<b>Cotranslatationaler Proteintransport in das endoplasmatische Retikulum .....</b>	<b>488</b>
3.1	Grundbegriffe .....	442	<b>5.7</b>	<b>Co- und posttranslationale Modifikation von Proteinen .....</b>	<b>488</b>
3.2	Zentrales Dogma der Molekularbiologie .....	442			
<b>4</b>	<b>Replikation der DNA .....</b>	<b>444</b>	<b>6</b>	<b>Viren .....</b>	<b>491</b>
4.1	Einführung .....	444	<b>6.1</b>	<b>Virusaufbau .....</b>	<b>491</b>
4.2	Ablauf der Replikation .....	444	6.1.1	Virale Nukleinsäuren .....	491
4.2.1	Überblick .....	444	6.1.2	Virale Proteine .....	491
4.2.2	Erkennung der Replikationsstartstelle(n) und Strangtrennung .....	445	<b>6.2</b>	<b>Infektionszyklus .....</b>	<b>492</b>
4.2.3	Synthese des Primers .....	446	<b>6.3</b>	<b>Systematik der Viren .....</b>	<b>493</b>
4.2.4	DNA-Synthese .....	446	6.3.1	RNA-Viren .....	494
4.2.5	Ligation der Okazaki-Fragmente .....	448	6.3.2	DNA-Viren .....	499

<b>7</b>	<b>Gentechnik und Nachweis bzw. Analyse von Nukleinsäuren</b> .....	<b>501</b>	<b>9</b>	<b>Der Zellzyklus</b> .....	<b>528</b>
<b>7.1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>501</b>	<b>9.1</b>	<b>Ablauf</b> .....	<b>528</b>
<b>7.2</b>	<b>Die Werkzeuge</b> .....	<b>502</b>	<b>9.2</b>	<b>Regulation</b> .....	<b>529</b>
7.2.1	Plasmide.....	502	9.2.1	Kontrollpunkte im Zellzyklus .....	529
7.2.2	Restriktionsendonukleasen.....	504	9.2.2	Komponenten des Zellzyklus-Kontrollsystems... ..	530
7.2.3	Reverse Transkriptase.....	505	9.2.3	Steuerung der Phasenübergänge bzw. der S-Phase	531
7.2.4	Weitere Enzyme .....	505			
<b>7.3</b>	<b>Methodik der Gentechnik: Klonierung</b> .....	<b>505</b>	<b>10</b>	<b>Die Apoptose</b> .....	<b>533</b>
7.3.1	Werkzeuge.....	505	<b>10.1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>533</b>
7.3.2	DNA-Transfermethoden.....	507	<b>10.2</b>	<b>Bedeutung der Apoptose</b> .....	<b>533</b>
7.3.3	Ablauf einer Klonierung.....	508	<b>10.3</b>	<b>Komponenten des Apoptose-Apparates</b> .....	<b>534</b>
7.3.4	Einsatzgebiete .....	509	10.3.1	Caspasen.....	534
<b>7.4</b>	<b>Nachweis und Analyse von Nukleinsäuren</b> .....	<b>510</b>	10.3.2	Proteine der Bcl-2-Familie .....	534
7.4.1	Polymerasekettenreaktion (PCR) .....	510	10.3.3	Inhibitors of Apoptosis Proteins (IAPs).....	535
7.4.2	Reverse Transkriptions-Polymerasekettenreaktion (RT-PCR).....	511	<b>10.4</b>	<b>Auslösung der Apoptose</b> .....	<b>535</b>
7.4.3	Agarose- und Polyacrylamid-Gelelektrophorese ..	511	10.4.1	Extrinsischer Signalweg .....	535
7.4.4	Blot-Hybridisierung .....	512	10.4.2	Intrinsischer Signalweg .....	536
7.4.5	Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismus (RFLP) .....	513	10.4.3	Granzym/Perforin-Weg .....	536
7.4.6	DNA-Profilanalyse (Genetischer Fingerabdruck) ..	514	<b>10.5</b>	<b>Wirkung der Effektor-Caspasen</b> .....	<b>537</b>
7.4.7	DNA-Sequenzierung.....	515	<b>10.6</b>	<b>Fehlregulationen der Apoptose</b> .....	<b>537</b>
7.4.8	Knock-out-Tiere und transgene Tiere .....	517			
<b>8</b>	<b>Mutationen und DNA-Reparatur</b> .....	<b>519</b>	<b>11</b>	<b>Molekulare Onkologie</b> .....	<b>538</b>
<b>8.1</b>	<b>Mutationen</b> .....	<b>519</b>	<b>11.1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>538</b>
8.1.1	Mutationsformen .....	519	<b>11.2</b>	<b>Tumorentstehung (Kanzerogenese)</b> .....	<b>538</b>
8.1.2	Entstehung von Mutationen .....	521	11.2.1	Somatische Mutationen als Auslöser der Transformation .....	539
<b>8.2</b>	<b>Reparatur der DNA-Schäden</b> .....	<b>523</b>	11.2.2	Die Bedeutung regulatorischer RNA für die Tumorentstehung .....	544
8.2.1	Direkte Reparatur .....	523	11.2.3	Tumoviren als Auslöser der Transformation ....	545
8.2.2	Basen-Exzisionsreparatur .....	523	11.2.4	Bakterien als biologisches Karzinogen .....	546
8.2.3	Nukleotid-Exzisionsreparatur.....	524	<b>11.3</b>	<b>Tumorentwicklung: Die Bildung von Tumorgefäßen und Tochterkolonien</b> .....	<b>547</b>
<b>8.3</b>	<b>Kontrolle der Replikationsgenauigkeit und Fehlpaarungsreparatur (Mismatch-Reparatur)</b> ....	<b>526</b>	11.3.1	Angiogenese.....	547
<b>8.4</b>	<b>Reparatur von Doppelstrangbrüchen</b> .....	<b>526</b>	11.3.2	Metastasierung .....	547
			<b>11.4</b>	<b>Tumorthherapie</b> .....	<b>548</b>
			11.4.1	Zytostatika .....	548
			11.4.2	Neuere Entwicklungen in der Tumorthherapie...	549

## Teil D Zelluläre Kommunikation

R. Deutzmann

<b>1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>553</b>	<b>2</b>	<b>Mechanismen der Signaltransduktion</b>	<b>560</b>
<b>1.1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>553</b>	<b>2.1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>560</b>
<b>1.2</b>	<b>Prinzipien der Signalübertragung zwischen Zellen</b>	<b>553</b>	<b>2.2</b>	<b>Rezeptoren in der Zellmembran</b> .....	<b>561</b>
1.2.1	Gap Junctions .....	554	2.2.1	G-Protein-gekoppelte Rezeptoren.....	561
1.2.2	Zell-Zell- und Zell-Matrix-Interaktion.....	554	2.2.2	Ligandenaktivierte Ionenkanäle .....	571
1.2.3	Extrazelluläre Signalübertragung.....	554	2.2.3	Enzymgekoppelte Rezeptoren.....	572
<b>1.3</b>	<b>Hormone und Zytokine</b> .....	<b>555</b>	<b>2.3</b>	<b>Intrazelluläre Rezeptoren (Kernrezeptoren)</b> .....	<b>579</b>
1.3.1	Einteilung der Hormone .....	555	2.3.1	Steroidhormonrezeptoren.....	580
1.3.2	Eigenschaften und Wirkprinzip von Hormonen...	555	2.3.2	Rezeptoren für Schilddrüsenhormone, Vitamin D und Retinsäure .....	580
1.3.3	Hormonelle Regelkreise.....	557	2.3.3	Kernrezeptor-Superfamilie – Rezeptoren der PPAR-Familie .....	581
1.3.4	Zytokine .....	558			
<b>1.4</b>	<b>Nachweismethoden</b> .....	<b>558</b>			
1.4.1	Radioimmunoassay (RIA).....	558			
1.4.2	Enzyme-linked immunosorbent Assay (ELISA)....	559			

<b>3</b>	<b>Hormone</b> .....	<b>582</b>	<b>3.10</b>	<b>Hormone mit Wirkung auf den Wasser- und Elektrolythaushalt</b> .....	<b>636</b>
<b>3.1</b>	<b>Pankreashormone</b> .....	<b>582</b>	<b>3.10.1</b>	Regulation des Wasserhaushalts: Antidiuretisches Hormon .....	<b>637</b>
<b>3.1.1</b>	Insulin .....	<b>582</b>	<b>3.10.2</b>	Hormonelle Regulation des Natriumhaushalts ...	<b>638</b>
<b>3.1.2</b>	Glukagon .....	<b>591</b>	<b>3.10.3</b>	Hormonelle Regulation des Kaliumhaushalts. ....	<b>643</b>
<b>3.2</b>	<b>Die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin</b> ..	<b>595</b>	<b>3.10.4</b>	Hormone mit Wirkung auf den Calcium- und Phosphathaushalt. ....	<b>644</b>
<b>3.2.1</b>	Biosynthese und Sekretion .....	<b>595</b>			
<b>3.2.2</b>	Abbau .....	<b>597</b>			
<b>3.2.3</b>	Molekulare Mechanismen .....	<b>597</b>			
<b>3.2.4</b>	Zelluläre Wirkungen .....	<b>598</b>			
<b>3.3</b>	<b>Hormone des hypothalamisch-hypophysären Systems</b> .....	<b>601</b>	<b>4</b>	<b>Gewebshormone (parakrin wirkende Hormone)</b> .....	<b>649</b>
<b>3.3.1</b>	Hypothalamus .....	<b>602</b>	<b>4.1</b>	<b>Eikosanoide</b> .....	<b>649</b>
<b>3.3.2</b>	Hypophyse .....	<b>603</b>	<b>4.1.1</b>	Biosynthese .....	<b>649</b>
<b>3.3.3</b>	Rückkopplungsmechanismen .....	<b>605</b>	<b>4.1.2</b>	Wirkungen .....	<b>651</b>
<b>3.4</b>	<b>Schilddrüsenhormone (Thyroxin und Triiodthyronin)</b> .....	<b>606</b>	<b>4.2</b>	<b>Entzündungshemmende und entzündungsauflösende Lipidmediatoren</b> .....	<b>655</b>
<b>3.4.1</b>	Biosynthese, Speicherung, Transport und Abbau .	<b>606</b>	<b>4.3</b>	<b>Stickstoffmonoxid (NO)</b> .....	<b>656</b>
<b>3.4.2</b>	Wirkungen .....	<b>608</b>	<b>4.3.1</b>	Biosynthese und Inaktivierung .....	<b>656</b>
<b>3.5</b>	<b>Hormone der Nebennierenrinde</b> .....	<b>613</b>	<b>4.3.2</b>	Wirkungen .....	<b>657</b>
<b>3.5.1</b>	Überblick .....	<b>613</b>	<b>4.4</b>	<b>Kinine</b> .....	<b>658</b>
<b>3.5.2</b>	Glucocorticoide .....	<b>616</b>	<b>4.4.1</b>	Biosynthese und Inaktivierung .....	<b>658</b>
<b>3.5.3</b>	Androgene .....	<b>620</b>	<b>4.4.2</b>	Wirkungen .....	<b>659</b>
<b>3.6</b>	<b>Hormone der Gonaden</b> .....	<b>622</b>	<b>4.5</b>	<b>Histamin</b> .....	<b>660</b>
<b>3.6.1</b>	Androgene .....	<b>623</b>	<b>4.5.1</b>	Biosynthese, Speicherung und Inaktivierung ....	<b>660</b>
<b>3.6.2</b>	Östrogene und Gestagene .....	<b>624</b>	<b>4.5.2</b>	Wirkungen .....	<b>660</b>
<b>3.7</b>	<b>Wachstumshormon</b> .....	<b>629</b>	<b>4.6</b>	<b>Serotonin (5-Hydroxytryptamin)</b> .....	<b>662</b>
<b>3.7.1</b>	Regulation der Biosynthese .....	<b>630</b>	<b>4.6.1</b>	Biosynthese, Speicherung und Inaktivierung ....	<b>662</b>
<b>3.7.2</b>	Molekulare und zelluläre Wirkungen .....	<b>630</b>	<b>4.6.2</b>	Wirkungen .....	<b>662</b>
<b>3.8</b>	<b>Prolaktin</b> .....	<b>632</b>			
<b>3.8.1</b>	Molekulare und zelluläre Wirkungen .....	<b>633</b>	<b>5</b>	<b>Zytokine</b> .....	<b>666</b>
<b>3.9</b>	<b>Gastrointestinale Hormone</b> .....	<b>633</b>	<b>5.1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>666</b>
<b>3.9.1</b>	Gastrin .....	<b>634</b>	<b>5.2</b>	<b>Wachstumsfaktoren</b> .....	<b>666</b>
<b>3.9.2</b>	Sekretin .....	<b>636</b>	<b>5.3</b>	<b>Zytokine mit Wirkung auf die Hämatopoese</b> ....	<b>669</b>
<b>3.9.3</b>	Cholecystokinin (CCK) .....	<b>636</b>	<b>5.4</b>	<b>Zytokine des Immunsystems</b> .....	<b>670</b>

## Teil E Infektionen, Verletzungen und Vergiftungen

J. Rassow

<b>1</b>	<b>Molekulare Immunologie</b> .....	<b>673</b>	<b>1.5</b>	<b>Tumorimmunologie</b> .....	<b>712</b>
<b>1.1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>673</b>	<b>1.5.1</b>	Tumor-spezifische und Tumor-assoziierte Antigene	<b>712</b>
<b>1.2</b>	<b>Das angeborene (unspezifische) Immunsystem</b> ..	<b>674</b>	<b>1.5.2</b>	Immune surveillance und Cancer Immunoediting	<b>713</b>
<b>1.2.1</b>	Abwehr von Mikroorganismen an Oberflächen ..	<b>674</b>	<b>1.6</b>	<b>Mediatoren des Immunsystems</b> .....	<b>715</b>
<b>1.2.2</b>	Erkennung von Mikroorganismen durch das angeborene Immunsystem .....	<b>677</b>	<b>1.6.1</b>	Interferone (IFN) .....	<b>716</b>
<b>1.3</b>	<b>Das adaptive Immunsystem</b> .....	<b>685</b>	<b>1.6.2</b>	Interleukine .....	<b>716</b>
<b>1.3.1</b>	Einführung .....	<b>685</b>	<b>1.6.3</b>	TNF $\alpha$ .....	<b>717</b>
<b>1.3.2</b>	Antikörper .....	<b>686</b>	<b>1.6.4</b>	TGF- $\beta$ .....	<b>717</b>
<b>1.3.3</b>	Zelluläre und molekulare Grundlagen adaptiver Immunantworten .....	<b>693</b>	<b>1.6.5</b>	Weitere Mediatoren .....	<b>717</b>
<b>1.3.4</b>	Das erworbene Immunschwächesyndrom (AIDS) ..	<b>702</b>	<b>1.7</b>	<b>Immunologie der Blutgruppenantigene</b> .....	<b>717</b>
<b>1.3.5</b>	Allergie .....	<b>704</b>	<b>1.7.1</b>	Das ABO-System .....	<b>717</b>
<b>1.4</b>	<b>Entzündung</b> .....	<b>708</b>	<b>1.7.2</b>	Das Rhesus-System .....	<b>718</b>
<b>1.4.1</b>	Grundlagen .....	<b>708</b>			
<b>1.4.2</b>	Die Aktivierung der Leukozyten .....	<b>708</b>			
<b>1.4.3</b>	Die Leukozyten im Entzündungsherd .....	<b>709</b>			

<b>2</b>	<b>Blutstillung und Blutgerinnung</b> .....	<b>721</b>	<b>2.5</b>	<b>Hemmung der Blutgerinnung</b> .....	<b>733</b>
2.1	Einführung .....	721	2.5.1	Mechanismen in vitro .....	733
2.2	Blutstillung: Aktivierung und Aggregation von Thrombozyten .....	721	2.5.2	Mechanismen in vivo .....	733
2.2.1	Thrombozytenadhäsion .....	721	2.6	Thrombusbildung und Ischämie .....	735
2.2.2	Thrombozytenaggregation .....	722			
2.2.3	Freisetzung von Inhaltsstoffen aus aktivierten Thrombozyten .....	724	<b>3</b>	<b>Entgiftung</b> .....	<b>739</b>
2.2.4	Hemmung der Thrombozytenaggregation am intakten Endothel .....	725	3.1	Entgiftung organischer Fremdstoffe: Biotransformation .....	739
2.3	Blutgerinnung .....	726	3.1.1	Phase-I-Reaktionen .....	740
2.3.1	Das Prinzip .....	726	3.1.2	Phase-II-Reaktionen .....	743
2.3.2	Die Blutgerinnung im Detail .....	727	3.2	Entgiftung anorganischer Fremdstoffe: Stoffwechsel der Schwermetalle .....	744
2.4	Fibrinolyse .....	732			

## Teil F Blut, Leber und Niere

J. Rassow

<b>1</b>	<b>Biochemie des Blutes</b> .....	<b>749</b>	<b>2.4</b>	<b>Hormon- und Vitaminstoffwechsel in der Leber</b> ..	<b>770</b>
1.1	Einführung .....	749	2.4.1	Hormone .....	770
1.2	Transport von O <sub>2</sub> und CO <sub>2</sub> im Blut .....	749	2.4.2	Vitamine .....	770
1.2.1	O <sub>2</sub> -Transport durch Hämoglobin .....	749	2.5	Ausscheidungsfunktion der Leber .....	771
1.2.2	Transport von CO <sub>2</sub> .....	755	2.5.1	Bestandteile der Galle .....	771
1.2.3	Die verschiedenen Hämoglobine des Menschen ..	756	2.5.2	Gallesekretion .....	772
1.2.4	Schutz des Hämoglobins vor Oxidation .....	757			
1.3	Erythropoese und Porphyrinstoffwechsel .....	760	<b>3</b>	<b>Biochemie der Niere</b> .....	<b>773</b>
1.3.1	Erythropoese .....	760	3.1	Einführung .....	773
1.3.2	Hämbiosynthese .....	760	3.2	Ultrafiltration im Nierenkörperchen .....	774
1.3.3	Häm-Abbau .....	762	3.3	Funktionen des proximalen Tubulus .....	775
1.4	Die Proteine des Blutserums .....	766	3.3.1	Gluconeogenese .....	775
			3.3.2	Resorption und Sekretion .....	776
<b>2</b>	<b>Biochemie der Leber</b> .....	<b>767</b>	3.4	Funktionen der Henle-Schleife .....	778
2.1	Einführung .....	767	3.5	Funktion des distalen Tubulus und des Sammelrohrs .....	779
2.2	Stoffwechselfunktionen der Leber .....	768	3.6	Regulation der Nierenfunktionen .....	780
2.2.1	Konstanthaltung des Blutzuckerspiegels .....	768	3.6.1	Das antidiuretische Hormon ADH (Vasopressin) ..	780
2.2.2	Synthese von Ketonkörpern, Triacylglycerinen und Cholesterin .....	769	3.6.2	Aldosteron .....	780
2.2.3	Aufgaben der Leber im Aminosäurestoffwechsel ..	769	3.6.3	Funktionen des juxtaglomerulären Apparates ...	780
2.3	Produktion von Serumproteinen .....	770	3.6.4	Das atriale natriuretische Peptid und andere Peptidhormone .....	781
			3.7	Aufgaben der Niere im Säure- Basen- und Stickstoffhaushalt .....	781

## Teil G Muskulatur und Nervensystem

J. Rassow

<b>1</b>	<b>Biochemie der Muskulatur</b> .....	<b>787</b>	<b>1.4</b>	<b>Muskelkrankheiten (Myopathien)</b> .....	<b>797</b>
1.1	Übersicht .....	787	1.4.1	Myasthenia gravis .....	797
1.2	Muskelgewebe .....	787	1.4.2	Muskeldystrophien .....	797
1.2.1	Einteilung und Aufbau .....	787	1.4.3	Metabolische Muskelkrankheiten .....	797
1.3	Molekulare Mechanismen der Muskelkontraktion ..	791	1.4.4	Dilatative Kardiomyopathie .....	798
1.3.1	Querbrückenzyklus .....	791			
1.3.2	Kontrolle der Aktin-Myosin-Bindung .....	792			
1.3.3	Elektromechanische Kopplung .....	793			



<b>2</b>	<b>Neurochemie</b> .....	<b>800</b>	2.6.4	$\gamma$ -Aminobutyrat, GABA .....	820
2.1	Einführung .....	800	2.6.5	Glycin .....	822
2.2	Energiestoffwechsel des Nervensystems .....	800	2.6.6	Katecholamine .....	823
2.3	Gliazellen und Myelin .....	801	2.6.7	Neuropeptide .....	825
2.3.1	Gliazellen .....	801	2.6.8	Endocannabinoide .....	826
2.3.2	Myelin .....	801	2.6.9	Purine .....	826
2.4	Schrankensysteme des ZNS .....	802	<b>2.7</b>	<b>Erkrankungen des ZNS</b> .....	828
2.4.1	Blut-Hirn-Schranke .....	802	2.7.1	Multiple Sklerose (MS) .....	828
2.4.2	Blut-Liquor-Schranke .....	803	2.7.2	Alzheimer-Krankheit .....	829
2.5	Ruhemembranpotenzial und Aktionspotenzial ...	804	2.7.3	Parkinson-Krankheit .....	831
2.5.1	Ruhemembranpotenzial .....	804	2.7.4	Chorea Huntington .....	833
2.5.2	Aktionspotenzial .....	808	<b>2.8</b>	<b>Sinnesorgane und Sinneszellen</b> .....	834
2.6	Neurotransmitter und ihre Rezeptoren .....	812	2.8.1	Riechsinneszellen .....	834
2.6.1	Glutamat .....	812	2.8.2	Geschmackssinneszellen .....	835
2.6.2	Acetylcholin (Ach) .....	814	2.8.3	Das Ohr: Hören und Gleichgewicht .....	835
2.6.3	Serotonin .....	819	2.8.4	Das Auge .....	836

## Teil H Ausblick

*J. Rassow*

<b>1</b>	<b>Biochemie des langen Lebens</b> .....	<b>843</b>	1.4	Was schädigt die Zellen? .....	845
1.1	Hat sich der Einzug der Wissenschaften in die Medizin gelohnt? .....	843	1.5	Geht die Zellalterung von den Mitochondrien aus? .....	847
1.2	Gibt es Unsterblichkeit? .....	844	1.6	Überlebensstrategien .....	847
1.3	Was setzt dem Leben der Zellen höherer Eukaryonten ein Ende? .....	845	1.7	Überlebensmutanten .....	848
			1.8	Was kann man tun? .....	850

## Teil I Antwortkommentare klinische Fälle

<b>1</b>	<b>Antwortkommentare klinische Fälle</b> ..	<b>853</b>	1.8	Infektexazerbierte COPD .....	857
1.1	Myokardinfarkt .....	853	1.9	Lungenembolie .....	857
1.2	Schlaganfall .....	854	1.10	Akutes prärenales Nierenversagen .....	858
1.3	Ösophagusvarizenblutung bei Leberzirrhose .....	854	1.11	Muskeldystrophie Typ Duchenne .....	858
1.4	Diabetes mellitus .....	855	1.12	Morbus Parkinson-Syndrom .....	859
1.5	Hyperthyreose bei Struma .....	855			
1.6	Morbus Cushing .....	856		<b>Sachverzeichnis</b> .....	<b>860</b>
1.7	Metastasierendes Karzinoid .....	856			