

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Energie und Leben</b>	
1.1	Energie, von der Sonne gespendet, speist alles Leben .....	1
1.2	Stoffrecycling und Energieflüsse .....	3
<b>Box 1.1</b>	<b>Energetik (Thermodynamik)</b> .....	<b>6</b>
1.3	Energienutzung in lebenden Systemen .....	9
1.4	Entropie und Leben .....	12
<b>Box 1.2</b>	<b>Entropie und Verteilungswahrscheinlichkeit von unabhängigen Teilchen in einem geschlossenen Raum</b> .....	<b>14</b>
1.5	Die „freie Energie G“ .....	18
1.6	Lebewesen als offene Systeme und der Fähigkeit zur Selbstorganisation .....	21
1.7	Wirkungsgrade und ihre ökonomischen und ökologischen Konsequenzen .....	26
	Zusammenfassung des Kapitels 1 .....	30
<b>2</b>	<b>Energieumsetzung und Energiehaushalt</b>	
2.1	Grundlegende Prozesse des zentralen Energiestoffwechsels der Zelle .....	31
2.2	Start im Cytosol: die Glykolyse .....	38
2.3	Citratcyclus, Atmungskette und ATP-Großproduktion .....	41
2.4	Die verschiedenen Energiespeicher und ihr besonderer Nutzen ...	44
2.5	Energieumsätze .....	46
	Zusammenfassung des Kapitels 2 .....	53
<b>3</b>	<b>Molekulare Motoren, Pumpen und Transportsysteme</b>	
3.1	Molekulare Motoren und intrazellulärer Transport .....	55
3.2	Passage und Transport von Substanzen durch Membranen .....	60
	Zusammenfassung des Kapitels 3 .....	70
	<b>Farbtafeln 1-8</b> .....	<b>T1</b>

<b>4</b>	<b>Die Grundversorgung: Gehalt und Aufbereitung der Nahrung</b>	
4.1	Was die Nahrung enthalten sollte .....	71
4.2	Wozu Vitamine notwendig sind .....	73
4.3	Tierische kontra pflanzliche Kost: Was ist Wissenschaft, was außerwissenschaftliche Einstellung? .....	80
4.4	Die Körpergrundarchitektur eines Lebewesens spiegelt seine Strategie wider, sich die lebensnotwendige Nahrung zu beschaffen .....	83
4.5	Das Einschleusen und der Transport der Nahrung .....	84
4.6	Der Verdauungstrakt als Fließbandstraße mit funktioneller Gliederung: ein kurzer Überblick .....	86
4.7	Die Salzsäure des Magens sterilisiert die Nahrung und denaturiert Proteine; die Produktion der Salzsäure erfordert eine millionenfache Konzentrierung .....	90
4.8	Schutz vor Selbstverdauung und Regelung der Verdauungsprozesse und Arbeitsabläufe .....	90
4.9	Enzyme und sonstige Hilfsmittel zur Erschließung der Nahrung .....	92
4.10	Resorption und Abtransport .....	102
4.11	Regelung der Nahrungsaufnahme .....	103
	Zusammenfassung des Kapitels 4 .....	105
<b>5</b>	<b>Die Leber und die zentrale interne Grundversorgung</b>	
5.1	Die Leber als Versorgungs-, Handels- und Entsorgungs- zentrale des Körpers .....	107
5.2	Erste Hauptfunktion der Leber ist die Bereitstellung des Blutzuckers .....	109
5.3	„Blutfette“ und andere Lipide .....	110
5.4	Regelung der Abgabe und Aufnahme von Blutzucker und Blutfetten über die Hormone Insulin und Glucagon .....	113
5.5	Blutproteine und Hormone als Produkte der Leber .....	116
5.6	Cholesterin, seine Abkömmlinge und der entero-hepatische Kreislauf .....	117
5.7	Exkretorische und Entgiftungsfunktionen der Leber .....	119
	Zusammenfassung des Kapitels 5 .....	123
<b>6</b>	<b>Entsorgung und Wasserhaushalt: die Niere</b>	
6.1	Stickstoffentsorgung und extrarenale Exkretion .....	125
6.2	Die expliziten Exkretionsorgane der Lehrbücher .....	130
6.3	Die Niere des Menschen .....	132
<b>Box 6.1</b>	<b>Physikalisches und Medizintechnisches zum Thema Niere .....</b>	<b>138</b>

6.4	Die Regelung der Nierenfunktion .....	151
	Zusammenfassung des Kapitels 6 .....	155
<b>7</b>	<b>Immunologie und die Entsorgung großer Abfallprodukte</b>	
7.1	Entsorgung gealterter Zellen .....	157
7.2	Angeborene Abwehrsysteme auf der Basis eines in der Evolution erworbenen Wissens .....	157
7.3	Das lernfähige Immunsystem der Vertebraten .....	163
7.4	Das Generieren von Vielfalt bei der Erzeugung der Antigen- erkennenden Rezeptoren und der Antikörper .....	165
7.5	Funktionen der Antikörper .....	170
7.6	T-Zellen, MHC und Antigenpräsentation .....	171
7.7	Verstärkereffekte und langanhaltende Immunität .....	180
7.8	Lernen von „Selbst oder Fremd“ und Immuntoleranz .....	181
7.9	Entzündungen, Allergien und hemmender Einfluss von Stresshormonen .....	185
7.10	Aus der Praxis des Labors: monoklonale Antikörper und Immunfluoreszenz .....	186
	Zusammenfassung des Kapitels 7 .....	187
<b>8</b>	<b>Physiologie der Erythrocyten und Atemorgane</b>	
8.1	Was „Atmung“ meinen kann .....	189
8.2	Diffusion und Konvektion der Atemgase .....	189
<b>Box 8.1</b>	<b>Zur Physik der Atemgase .....</b>	<b>190</b>
8.3	Hämoglobin, Myoglobin und andere Sauerstoffspeicher .....	196
8.4	Funktion der Erythrocyten bei der Beseitigung des Kohlendioxids .....	201
8.5	Atemorgane und ihre Ventilation .....	202
8.6	Atem- und sonstige Probleme beim Tauchen .....	207
8.7	Atemnöte und Höhenkrankheit im Gebirge .....	212
	Zusammenfassung des Kapitels 8 .....	214
<b>9</b>	<b>Der Kreislauf</b>	
9.1	Verteilerflüssigkeiten vermitteln zwischen Außenwelt und Innenwelt und dienen als Spediteure im Körper .....	217
<b>Box 9.1</b>	<b>Ein wenig Strömungsphysik .....</b>	<b>218</b>
9.2	Einkreisssystem der Fische versus Zweikreisssystem der Säuger ....	219
9.3	Im Zentrum steht das Herz .....	221
9.4	Die Steuerung der Blutströme .....	224
9.5	„Blutdruck“ und der weite Weg durch den Körper .....	226

9.6	Blutgerinnung, oder wie man Blutgefäße abdichtet .....	230
9.7	Wasserkreislauf zwischen Blutkapillaren und Gewebe und das Lymphdrainagesystem .....	231
	Zusammenfassung des Kapitels 9 .....	233
<b>10</b>	<b>Das vegetative Nervensystem</b>	
10.1	Regelkreis-Automaten und ihre Kontrolle durch das autonome, vegetative Nervensystem .....	235
10.2	Das autonome, vegetative Nervensystem als Regel- und Steuerzentrale .....	240
10.3	Regelkreise für Atmung, Kreislauf, Blutdruck .....	244
10.4	Neurovegetative Steuerung durch Sympathicus und Parasympathikus .....	247
10.5	Thermoregulation .....	251
	Zusammenfassung des Kapitels 10 .....	257
<b>11</b>	<b>Hormonale Steuerung</b>	
11.1	Hormonale versus neuronale Signalübermittlung – Eigentümlichkeiten, Definitionen .....	259
11.2	Koppelung von Zentralnervensystem und Hormonsystem .....	265
11.3	Das Hormonsystem des Menschen I: Das Hypothalamus- Hypophysensystem .....	266
11.4	Das Hormonsystem des Menschen II: Periphere Hormonquellen (ohne Gonaden) .....	274
11.5	Das Hormonsystem des Menschen III: Die Steuerung der Sexualentwicklung, des Menstruationszyklus und der Schwangerschaft .....	283
11.6	Hormonsystem der Metamorphose .....	291
11.7	Genregulatorische und andere Funktionen der Steroidhormone und von Thyroxin .....	296
	Zusammenfassung des Kapitels 11 .....	298
<b>12</b>	<b>Signaltransduktion und Signalpropagation</b>	
12.1	Signaltransduktion: Die Umcodierung einer externen Botschaft in zellinterne Signale .....	301
12.2	Wichtige Transduktionssysteme .....	303
12.3	Signalpropagation .....	310
	Zusammenfassung des Kapitels 12 .....	312
<b>13</b>	<b>Biorhythmik I: Circadiane Rhythmen und innere Uhren</b>	
13.1	Circadiane Rhythmik .....	313
13.2	Die molekulare Grundkonstruktion der circadianen Uhr .....	316
13.3	Zentraluhren .....	319
13.4	Schlafen und Wachen .....	325

13.5	Stoppuhren und Taktgeber .....	326
	Zusammenfassung des Kapitels 13 .....	326
<b>14</b>	<b>Bioelektrische Signale</b>	
14.1	Wie eine elektrische Membranspannung entsteht .....	329
<b>Box 14.1</b>	<b>Ein Minimum an Elektrophysik und Elektrotechnik aus der Sicht des Physiologen.</b> .....	<b>330</b>
<b>Box 14.2</b>	<b>Gibbs-Donnan-Gleichgewicht und Nernst-Gleichung.</b> .....	<b>341</b>
14.2	Ionenkanäle zur Veränderung einer Membranspannung .....	344
14.3	Fernleitung von Information über Aktionspotentiale .....	349
	Zusammenfassung des Kapitels 14 .....	355
	<b>Farbtafeln 9-16</b> .....	<b>T11</b>
<b>15</b>	<b>Synapsen: Transmission und Verarbeitung von Information</b>	
15.1	<i>Gap junctions</i> als elektrische Synapsen .....	357
15.2	Chemische Synapsen: Informationsübertragung mittels Transmitter .....	358
15.3	Konkrete Transmitter .....	360
15.4	Auffangen des Transmitters an der postsynaptischen Membran und Reaktion der Empfängerzelle .....	363
15.5	Die Synapse als Ort der Datenverarbeitung und der Integration verschiedener Stimuli .....	366
	Zusammenfassung des Kapitels 15 .....	371
<b>16</b>	<b>Muskelmotoren, EKG und elektrische Organe</b>	
16.1	Die Arbeitsweise einer Muskelfaser .....	373
16.2	Der Muskel als Organ: Kooperative Leistungen .....	382
16.3	Steuerung der Motorik über Dehnungssensoren .....	385
16.4	Funktionelle Spezialisierung und Energiequellen .....	388
16.5	Das Herz: sein Schrittmacher und sein EKG .....	391
<b>Box 16.1</b>	<b>Wie man fliegt</b> .....	<b>392</b>
<b>Box 16.2</b>	<b>Das EKG</b> .....	<b>398</b>
16.6	Die elektrischen Organe der elektrischen Fische .....	400
	Zusammenfassung des Kapitels 16 .....	401

<b>17</b>	<b>Allgemeine Sinnesphysiologie, gefühlte Welt und Körperwahrnehmung</b>	
17.1	Von der Physik bis zur Psyche: Reiz, Erregung, Wahrnehmung ...	403
17.2	Prinzipien der Codierung .....	408
17.3	Psychophysische Korrelate .....	414
<b>Box 17.1</b>	<b>Die Anfänge der Psychophysik .....</b>	<b>415</b>
17.4	Somatosensorik: die durch Mechano-, Thermo- und Nozirezeptoren der Haut vermittelte Sensibilität unseres Körpers .....	417
17.5	Mentale Perzeption: konstruierte Welt und Erfahrung unseres eigenen Körpers .....	418
Zusammenfassung des Kapitels 17 .....		419
<b>18</b>	<b>Mechanische Sinne I: Strömungs-, Bewegungs-, Gleichgewichtssinne – und manche mehr</b>	
18.1	Vielfalt der mechanischen Sinne .....	421
18.2	Mechanische Sinne zur Kontrolle des Körpers und zur Detektion von Objekten in Dunkelheit und Stille .....	422
18.3	Vielfalt mechanosensorischer Messgeräte am Beispiel der Sensillen der Insekten und anderer wirbelloser Tiere .....	423
18.4	Schwerkraftmesser und Gleichgewichtssinn .....	426
18.5	Die erstaunliche Nesselzelle .....	428
18.6	„Haar“-Sinneszellen und Neuromasten der Wirbeltiere .....	431
18.7	Das Labyrinth des Innenohrs: Dreh- und Schwerkraft- und Gleichgewichtssinn .....	434
18.8	Einfluss der Dreh- und Gleichgewichtssinne auf das Sehen .....	438
Zusammenfassung des Kapitels 18 .....		440
<b>Farbtafeln 17-24 .....</b>		<b>T21</b>
<b>19</b>	<b>Das Gehör</b>	
<b>Box 19.1</b>	<b>Zur Physik und Biophysik von Schall, Ton und Hören .....</b>	<b>443</b>
19.1	Unser Gehör: seine Bedeutung und unglaubliche Empfindlichkeit .....	449
19.2	Schwierige Untersuchungen, Modelle .....	450
19.3	Die Übertragung des Schalls ins Innenohr .....	450
19.4	Tonhöhen-Unterscheidung (Frequenzanalyse) .....	457
19.5	Zur Perzeption: Tonotopie und Lokalisation einer Schallquelle ...	462
19.6	Hören und Ultraschallortung bei Tieren .....	465
Zusammenfassung des Kapitels 19 .....		471

<b>20</b>	<b>Chemische Sinne</b>	
20.1	Bedeutung und erste Übersicht .....	473
20.2	Der Geruchsinn des Riechepithels .....	475
20.3	Das Vomeronasale Organ VNO (Jacobson-Organ) .....	480
20.4	Der Geschmackssinn .....	482
<b>Box 20.1</b>	<b>Geschmack gefunden?</b> .....	488
20.5	Geruch- und Geschmackssinn bei Tieren .....	490
	Zusammenfassung des Kapitels 20 .....	492
<b>21</b>	<b>Wahrnehmung elektrischer und magnetischer Felder; Infrarotortung</b>	
21.1	Elektrorezeption .....	495
21.2	Orientierung im Magnetfeld der Erde .....	498
21.3	Infrarotortung .....	502
	Zusammenfassung des Kapitels 21 .....	504
	<b>Farbtafeln 25-32</b> .....	T31
<b>22</b>	<b>Der Sehsinn</b>	
<b>Box 22.1</b>	<b>Zur Physik des Lichtes</b> .....	505
22.1	Der Primärvorgang: vom Licht bis zum Rezeptorpotential .....	507
22.2	Abbildung: Vorbedingung für Muster- und Bewegungssehen .....	512
<b>Box 22.2</b>	<b>Zur Psychophysik der Farben</b> .....	518
22.3	Farbensehen und erste Verarbeitung optischer Information in der Retina .....	524
22.4	Datenverarbeitung in der Retina .....	527
22.5	Erstaunliche Vielfalt der Lichtsinnesorgane, Aspekte der Evolution .....	532
22.6	Die Welt mit anderen Augen sehen: das Insektenauge .....	538
<b>Box 22.3</b>	<b>Polarisiertes Licht</b> .....	540
	Zusammenfassung des Kapitels 22 .....	545
<b>23</b>	<b>Zur Funktion des Gehirns: Die Sehwelt</b>	
23.1	Vom Auge zur gesehenen Welt .....	547
<b>Box 23.1</b>	<b>Untersuchungsmethoden der klassischen und neueren Neurobiologie</b> .....	549

23.2	Wahrnehmungspsychologie: von den Daten bis zum Bewusstsein .....	557
	<b>Box 23.2 Geist und Seele – nichts als Chemie und Physik?</b> .....	561
	Zusammenfassung des Kapitels 23 .....	564
<b>24</b>	<b>Lernen, Gedächtnis, prägende Erfahrung</b>	
24.1	Gedächtnisformen, Erinnerung .....	567
24.2	Lernen und weitere Einteilungsweisen von Gedächtnis .....	568
	<b>Box 24.1 Formen des Lernens aus der Sicht des Verhaltensforschers</b> .....	571
24.3	Mechanismen von Lernen und Gedächtnisbildung .....	572
24.4	Entwicklungsprägende Erfahrung .....	576
	Zusammenfassung des Kapitels 24 .....	578
<b>25</b>	<b>Verhalten: Kommunikation, Orientierung, Navigation</b>	
25.1	Selbsterzeugte Lichtsignale .....	579
25.2	Chemische Signale: Pheromone .....	582
25.3	Im Staat der Bienen .....	585
25.4	Orientierung und Tanzsprache der Bienen .....	587
25.5	Fernorientierung und Navigation .....	591
	<b>Box 25.1 Glossar der Verhaltensforschung zum Thema Orientierung</b> .....	593
	Zusammenfassung des Kapitels 25 .....	598
<b>26</b>	<b>Biorhythmik II: Jahres-, Mond-, Gezeitenrhythmen</b>	
26.1	Jahresrhythmen (circannuale Periodik) .....	599
26.2	Mond- und Gezeitenrhythmen .....	602
	<b>Box 26.1 Geophysikalisches zu Mond- und Gezeitenrhythmen, nebst einer Empfehlung für Exkursionen ins Watt</b> .....	603
26.3	Zu den inneren, physiologischen Ursachen der Langzeitcyclen ...	608
	Zusammenfassung des Kapitels 26 .....	609
<b>27</b>	<b>Ökophysiologie: Anpassungen an extreme und wechselnde Lebensräume</b>	
27.1	Leben und Überleben in der Kälte .....	611
27.2	Anpassung an extreme Hitze .....	617
27.3	Anpassungen an Sauerstoffarmut .....	619

27.4	In der Tiefsee .....	623
27.5	Wechsel von Salzwasser zu Süßwasser und umgekehrt .....	625
27.6	Wechsel von Land zu Wasser und umgekehrt: Beispiel Amphibien .....	628
27.7	Wechsel der Lebensweise: freier Vagabund oder sesshaft .....	628
	Zusammenfassung des Kapitels 27 .....	630
	<b>Anhang: Maßeinheiten und einige Standardwerte der Physiologie .....</b>	<b>631</b>
	<b>Referenzen und weiterführende Literatur .....</b>	<b>635</b>
	<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>653</b>