

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Die Biowissenschaften und ihre chemischen Grundlagen

<b>1 Die Erforschung des Lebens</b> . . . . .	<b>3</b>
1.1 Lebewesen weisen Gemeinsamkeiten auf und gehen auf einen gemeinsamen Ursprung zurück . . . . .	4
1.2 Biologen erforschen das Leben mithilfe von Experimenten, mit denen sie Hypothesen überprüfen . . . . .	18
1.3 Biologisches Wissen ist wichtig für die Gesundheit, das Wohlergehen und politische Entscheidungen . . . . .	24
Kapitelzusammenfassung . . . . .	31
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	32
<b>2 Leben und Chemie: kleine Moleküle</b> . . . . .	<b>33</b>
2.1 Der atomare Aufbau beeinflusst die Eigenschaften der Materie . . . . .	34
2.2 Atome verbinden sich zu Molekülen . . . . .	41
2.3 Atome wechseln in chemischen Reaktionen ihre Partner . . . . .	48
2.4 Wasser hat für das Leben eine zentrale Bedeutung . . . . .	49
Kapitelzusammenfassung . . . . .	57
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	58
<b>3 Proteine, Kohlenhydrate und Lipide</b> . . . . .	<b>59</b>
3.1 Makromoleküle sind für Lebewesen charakteristisch . . . . .	60
3.2 Die Funktion eines Proteins ist abhängig von dessen räumlicher Struktur . . . . .	66
3.3 Einfache Zucker sind die Grundbausteine der Kohlenhydrate . . . . .	78
3.4 Lipide werden eher durch ihre Löslichkeit definiert als durch ihre chemische Struktur . . . . .	83
Kapitelzusammenfassung . . . . .	89
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	90
<b>4 Nucleinsäuren und die Entstehung des Lebens</b> . . . . .	<b>93</b>
4.1 Die Struktur von Nucleinsäuren spiegelt die Funktionen dieser Makromoleküle wider . . . . .	94
4.2 Die Bausteine des Lebens entstanden auf der jungen Erde . . . . .	100
4.3 Die für das Leben typischen Makromoleküle sind aus kleinen Molekülen entstanden . . . . .	109
4.4 Die ersten Zellen bildeten sich aus makromolekularen Komponenten . . . . .	111
Kapitelzusammenfassung . . . . .	115
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	116

## Teil II Zellen

<b>5</b>	<b>Zellen: die kleinsten Einheiten des Lebens</b> . . . . .	119
5.1	Zellen sind die Grundeinheiten des Lebens . . . . .	120
5.2	Prokaryotische Zellen sind klein und effizient . . . . .	125
5.3	Eukaryotische Zellen enthalten membranumhüllte Organellen . . . . .	128
5.4	Extrazelluläre Strukturen haben wichtige Funktionen . . . . .	149
5.5	Eukaryotische Zellen sind in mehreren Schritten entstanden . . . . .	151
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	155
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	156
<b>6</b>	<b>Zelluläre Membranen</b> . . . . .	157
6.1	Biomembranen sind proteinhaltige Lipiddoppelschichten . . . . .	158
6.2	Die Plasmamembran ist an der gegenseitigen Erkennung und Adhäsion von Zellen beteiligt . . . . .	164
6.3	Substanzen können Biomembranen durch passiven Transport durchqueren . . . . .	168
6.4	Der aktive Transport durch Biomembranen erfordert den Aufwand von chemischer Energie . . . . .	176
6.5	Makromoleküle gelangen mithilfe von Vesikeln in die Zelle hinein oder aus ihr heraus . . . . .	179
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	183
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	184
<b>7</b>	<b>Signalübertragung und Kommunikation zwischen Zellen</b> . . . . .	187
7.1	Das Erkennen und Übertragen von Signalen beeinflusst die Zellfunktion . . . . .	188
7.2	Die Bindung eines Rezeptors an ein Signalmolekül löst eine Signalübertragung aus . . . . .	191
7.3	Die Signalübertragung kann über eine komplexe Proteinkaskade laufen . . . . .	196
7.4	Die Antwort von Zellen auf Signale kann sehr unterschiedlich sein . . . . .	201
7.5	Benachbarte Zellen eines Gewebes können über Kanäle direkt miteinander kommunizieren . . . . .	205
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	210
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	211

## Teil III Zellen und Energie

<b>8</b>	<b>Energie, Enzyme und Stoffwechsel</b> . . . . .	215
8.1	Biologische Energieumwandlungen erfolgen nach physikalischen Prinzipien . . . . .	216
8.2	ATP spielt bei der biochemischen Energieübertragung eine Schlüsselrolle . . . . .	222
8.3	Enzyme beschleunigen biochemische Reaktionen . . . . .	225

8.4	Enzyme bringen Substrate so zusammen, dass sie leicht miteinander reagieren können	229
8.5	Enzymaktivitäten können reguliert werden	233
	Kapitelzusammenfassung	243
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	244
<b>9</b>	<b>Stoffwechselwege zur Gewinnung chemischer Energie</b>	<b>245</b>
9.1	Zellen gewinnen aus der Oxidation von Glucose Energie	246
9.2	Bei Anwesenheit von O <sub>2</sub> wird Glucose vollständig zu CO <sub>2</sub> oxidiert	251
9.3	Die ATP-Synthese erfolgt über einen Protonengradienten	254
9.4	Bei O <sub>2</sub> -Mangel wird nur ein Teil der in Glucose enthaltenen Energie gewonnen	263
9.5	Stoffwechselwege sind miteinander verknüpft und werden reguliert	266
	Kapitelzusammenfassung	272
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	273
<b>10</b>	<b>Photosynthese: Energie aus dem Sonnenlicht</b>	<b>275</b>
10.1	Die Photosynthese nutzt Licht zur Synthese von Kohlenhydraten	276
10.2	Die Lichtreaktionen wandeln Lichtenergie in chemische Energie um	281
10.3	Die chemische Energie aus den Lichtreaktionen dient dem Aufbau von Kohlenhydraten	288
10.4	Spezielle Umweltanpassungen verbessern die Photosyntheserate	293
10.5	Die Photosynthese ist ein integraler Bestandteil des Pflanzenstoffwechsels	298
	Kapitelzusammenfassung	301
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	302
 <b>Teil IV Gene und Vererbung</b>		
<b>11</b>	<b>Zellzyklus und Zellteilung</b>	<b>307</b>
11.1	Alle Zellen stammen von anderen Zellen ab	308
11.2	Die Zellteilung der Eukaryoten wird durch den Zellzyklus reguliert	311
11.3	Zellkerne teilen sich durch Mitose	317
11.4	Die Meiose ist für die geschlechtliche Fortpflanzung unabdingbar	323
11.5	Die Meiose führt zur Bildung von Keimzellen	326
11.6	Der programmierte Zelltod ist für Lebewesen wichtig	334
11.7	Eine nicht regulierte Zellteilung führt zu Krebs	336
	Kapitelzusammenfassung	342
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	343

<b>12</b>	<b>Vererbung, Gene und Chromosomen</b>	<b>345</b>
12.1	Die Vererbung von Genen folgt den Mendel-Regeln	346
12.2	Allele können mehrere Phänotypen hervorrufen	359
12.3	Gene können durch Wechselwirkung einen bestimmten Phänotyp hervorrufen	363
12.4	Chromosomen sind die Träger der Gene	366
12.5	Einige eukaryotische Gene liegen außerhalb des Zellkerns	375
12.6	Prokaryoten können durch Paarung Gene übertragen	376
	Kapitelzusammenfassung	379
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	380
<b>13</b>	<b>DNA und ihre Funktion bei der Vererbung</b>	<b>381</b>
13.1	Experimente zeigten: Das genetische Material ist die DNA	382
13.2	DNA besitzt eine Struktur, die zu ihrer Funktion passt	388
13.3	Die DNA wird semikonservativ repliziert	393
13.4	Fehler in der DNA können repariert werden	403
13.5	Die Polymerasekettenreaktion dient der Vervielfältigung von DNA	405
	Kapitelzusammenfassung	408
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	409
<b>14</b>	<b>Von der DNA zum Protein: die Genexpression</b>	<b>411</b>
14.1	Gene codieren Proteine	412
14.2	Die Information fließt von den Genen zu den Proteinen	417
14.3	DNA wird in RNA transkribiert	419
14.4	Eukaryotische Prä-mRNA-Transkripte werden vor der Translation prozessiert	426
14.5	Die Information der mRNA wird in Proteine translatiert	430
14.6	Polypeptide können nach der Translation modifiziert und zu Zielorten transportiert werden	438
	Kapitelzusammenfassung	443
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	444
<b>15</b>	<b>Genmutationen und molekulare Medizin</b>	<b>447</b>
15.1	Mutationen sind vererbare Veränderungen in der DNA	448
15.2	Mutationen können Krankheiten hervorrufen	457
15.3	Mutationen lassen sich in der DNA nachweisen und analysieren	462
15.4	Mithilfe genetischer Screenings kann man Krankheiten erkennen	470
15.5	Ziel ist, genetisch bedingte Krankheiten ursächlich zu behandeln	473
	Kapitelzusammenfassung	478
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	479

<b>16</b>	<b>Regulation der Genexpression</b>	481
16.1	Die Genexpression der Prokaryoten wird in Form von Operons reguliert	482
16.2	Die Genexpression der Eukaryoten wird durch Transkriptionsfaktoren reguliert	488
16.3	Viren regulieren während ihres Vermehrungszyklus ihre Genexpression	493
16.4	Epigenetische Veränderungen regulieren die Genexpression	498
16.5	Die Genexpression der Eukaryoten kann auch nach der Transkription reguliert werden	504
	Kapitelzusammenfassung	509
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	510

## Teil V Genome

<b>17</b>	<b>Genome</b>	513
17.1	Genome lassen sich heute sehr schnell sequenzieren	514
17.2	Das Genom von Prokaryoten ist sehr kompakt	520
17.3	Das Genom von Eukaryoten enthält viele Arten von Sequenzen	526
17.4	Die Biologie des Menschen zeigt sich in seinem Genom	532
17.5	Transkriptomik, Proteomik und Metabolomik erforschen die Vorgänge jenseits des Genoms	536
	Kapitelzusammenfassung	540
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	541
<b>18</b>	<b>Rekombinante DNA und Gentechnik</b>	543
18.1	Rekombinante DNA entsteht, indem aus unterschiedlichen Quellen stammende DNA zusammengesetzt wird	544
18.2	Es gibt mehrere Methoden, DNA in Zellen einzuschleusen	547
18.3	Jede DNA-Sequenz kann kloniert werden	551
18.4	Die Veränderung und Untersuchung von DNA erfordert spezielle Methoden	554
18.5	DNA kann zum Nutzen des Menschen verändert werden, was aber auch Probleme schafft	558
	Kapitelzusammenfassung	568
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	569
<b>19</b>	<b>Gene, Entwicklung und Evolution</b>	571
19.1	Die vier wichtigsten Prozesse der Entwicklung sind Determination, Differenzierung, Morphogenese und Wachstum	572
19.2	Unterschiede in der Genexpression legen das Schicksal und die Differenzierung einer Tierzelle fest	582
19.3	Die Genexpression bestimmt die Morphogenese und die Musterbildung	587

19.4 Veränderungen der Genexpression sind die Basis für die Evolution von Entwicklungsprozessen . . . . .	593
19.5 Veränderungen von Entwicklungsgenen können die Evolution beeinflussen . . . . .	599
Kapitelzusammenfassung . . . . .	603
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	604

**Teil VI Prozesse und Muster der Evolution**

<b>20 Prozesse der Evolution . . . . .</b>	<b>607</b>
20.1 Das Evolutionsgeschehen ist eine historische Tatsache und bildet die Grundlage der Evolutionstheorie . . . . .	608
20.2 Mutation, Selektion, Genfluss, Gendrift und nichtzufällige Paarung bewirken Evolution . . . . .	612
20.3 Evolution lässt sich anhand von Veränderungen der Allelfrequenzen bemessen . . . . .	622
20.4 Selektion kann stabilisierend, gerichtet oder disruptiv sein . . . . .	625
20.5 Die Variabilität in Populationen wird durch mehrere Faktoren aufrechterhalten . . . . .	629
20.6 Die Evolution unterliegt Einschränkungen durch die Vergangenheit und durch Kompromisse . . . . .	634
Kapitelzusammenfassung . . . . .	639
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	640
<b>21 Die Rekonstruktion der Phylogenie und ihre Anwendungen . . . . .</b>	<b>643</b>
21.1 Sämtliche Organismen sind durch eine gemeinsame Stammesgeschichte miteinander verbunden . . . . .	644
21.2 Die Phylogenie lässt sich anhand der Merkmale von Organismen rekonstruieren . . . . .	649
21.3 Die Phylogenie ermöglicht der Biologie Vergleiche und Vorhersagen . . . . .	657
21.4 Die Phylogenie bildet die Grundlage für die biologische Klassifikation . . . . .	663
Kapitelzusammenfassung . . . . .	668
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	669
<b>22 Artbildung . . . . .</b>	<b>671</b>
22.1 Arten sind reproduktiv isolierte Zweige am Stammbaum des Lebens . . . . .	672
22.2 Artbildung ist eine natürliche Folge der Unterteilung von Populationen . . . . .	675
22.3 Artbildung kann durch geographische Isolation, aber auch sympatrisch erfolgen . . . . .	678
22.4 Wenn divergierende Arten miteinander in Kontakt kommen, verstärkt sich die reproduktive Isolation . . . . .	683
22.5 Die Artbildungsraten in verschiedenen Organismengruppen sind höchst variabel . . . . .	689
Kapitelzusammenfassung . . . . .	694
Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	695

<b>23</b>	<b>Evolution von Genen und Genomen</b> . . . . .	<b>697</b>
	23.1 In den DNA-Sequenzen ist die Evolutionsgeschichte der Gene aufgezeichnet . . . . .	698
	23.2 An Genomen lassen sich sowohl neutrale als auch selektive Evolutionsprozesse ablesen . . . . .	704
	23.3 Horizontaler Gentransfer und Genduplikationen können große Veränderungen nach sich ziehen . . . . .	711
	23.4 Die Prinzipien der molekularen Evolution haben viele praktische Anwendungsmöglichkeiten . . . . .	716
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	724
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	725
<b>24</b>	<b>Die Geschichte des Lebens auf der Erde</b> . . . . .	<b>727</b>
	24.1 Ereignisse in der Erdgeschichte lassen sich datieren . . . . .	728
	24.2 Veränderungen der physikalischen Umwelt der Erde haben sich auf die Evolution des Lebens ausgewirkt . . . . .	732
	24.3 Bedeutende Ereignisse in der Geschichte des Lebens lassen sich aus Fossilfunden ablesen . . . . .	743
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	754
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	755
 <b>Teil VII Die Evolution der biologischen Vielfalt</b>		
<b>25</b>	<b>Bakterien, Archaeen und Viren</b> . . . . .	<b>759</b>
	25.1 Das Leben spaltete sich zuerst in Bakterien und Archaeen auf . . . . .	760
	25.2 Die Diversität der Prokaryoten spiegelt wider, dass das Leben schon vor sehr langer Zeit entstanden ist . . . . .	767
	25.3 Ökosysteme und Biozönosen sind auf Prokaryoten angewiesen . . . . .	776
	25.4 Viren haben sich viele Male unabhängig voneinander entwickelt . . . . .	784
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	789
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	790
<b>26</b>	<b>Die Entstehung und Diversifizierung der Eukaryoten</b> . . . . .	<b>791</b>
	26.1 Eukaryoten erwarben Merkmale von Archaeen und Bakterien . . . . .	792
	26.2 Im Präkambrium kam es zur Radiation mehrerer großer Linien der Eukaryoten . . . . .	797
	26.3 Protisten pflanzen sich sexuell und asexuell fort . . . . .	809
	26.4 Protisten sind wesentliche Bestandteile vieler Ökosysteme . . . . .	811
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	818
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	819

<b>27</b>	<b>Samenlose Pflanzen: Übergang vom Wasser ans Land</b>	<b>821</b>
27.1	Die ersten zur Photosynthese fähigen Eukaryoten entstanden durch eine primäre Endosymbiose	822
27.2	Entscheidende Anpassungen ermöglichten den Pflanzen, das Festland zu besiedeln	829
27.3	Die Entstehung von Leitgeweben führte zu einer raschen Diversifizierung der Landpflanzen	836
	Kapitelzusammenfassung	846
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	847
<b>28</b>	<b>Die Evolution der Samenpflanzen</b>	<b>849</b>
28.1	Pollen, Samen und Holz trugen zum Erfolg der Samenpflanzen bei	850
28.2	Die einst weltweit dominierenden Gymnospermen gedeihen in manchen Gebieten nach wie vor gut	856
28.3	Blüten und Früchte führten zur zunehmenden Diversifizierung der Angiospermen	861
28.4	Pflanzen übernehmen wichtige Funktionen in terrestrischen Ökosystemen	871
	Kapitelzusammenfassung	875
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	876
<b>29</b>	<b>Die Evolution und Vielfalt der Pilze</b>	<b>877</b>
29.1	Pilze verdauen ihre Nahrung außerhalb ihres Körpers	878
29.2	Pilze sind Zersetzer, Parasiten, Räuber oder Symbionten	881
29.3	Die geschlechtliche Fortpflanzung der Pilze erfolgt zwischen unterschiedlichen Paarungstypen	889
29.4	Für Pilze gibt es viele praktische Verwendungsmöglichkeiten	899
	Kapitelzusammenfassung	905
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	906
<b>30</b>	<b>Die Entstehung der Tiere und die Evolution ihrer Körperbaupläne</b>	<b>907</b>
30.1	Manche der Merkmale von Tieren sind mehrmals unabhängig entstanden	908
30.2	Bei den Tieren haben sich zahlreiche spezielle Körperbaupläne entwickelt	915
30.3	Tiere erlangen ihre Nahrung auf sehr unterschiedliche Weise	919
30.4	Die Entwicklungszyklen von Tieren sind von Kompromissen geprägt	922
30.5	Manche Verzweigungen im Stammbaum der Tiere sind noch unklar	926
	Kapitelzusammenfassung	938
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	939

<b>31</b>	<b>Protostomier</b> . . . . .	<b>941</b>
31.1	Über die Hälfte aller beschriebenen Organismenarten sind Protostomier . . . . .	942
31.2	Viele Lophotrochozoa haben bewimperte Strudelorgane oder Lebensstadien . . . . .	948
31.3	Ecdysozoa müssen sich für ihr Wachstum häuten . . . . .	959
31.4	Die Arthropoden sind die artenreichste aller Tiergruppen . . . . .	963
31.5	Der Erfolg der Protostomier beruht auf mehreren Faktoren . . . . .	975
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	977
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	978
<b>32</b>	<b>Deuterostomier</b> . . . . .	<b>981</b>
32.1	Die Deuterostomier umfassen die Stachelhäuter, die Hemichordaten und die Chordatiere . . . . .	982
32.2	Stachelhäuter und Hemichordaten sind auf marine Lebensräume beschränkt . . . . .	984
32.3	Chordaten besitzen ein dorsales Neuralrohr und eine Chorda dorsalis . . . . .	989
32.4	Die Anpassung an ein Leben an Land trug zur Diversifizierung der Wirbeltiere bei . . . . .	997
32.5	Innerhalb der Primaten evolvierte auch der Mensch . . . . .	1015
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1022
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1023

## Teil VIII Blütenpflanzen: Form und Funktion

<b>33</b>	<b>Der Pflanzenkörper</b> . . . . .	<b>1027</b>
33.1	Der Pflanzenkörper hat eine charakteristische Organisation . . . . .	1028
33.2	Die Organe von Pflanzen werden aus drei verschiedenen Gewebetypen gebildet . . . . .	1033
33.3	Meristeme sorgen dafür, dass Pflanzen zeitlebens weiterwachsen können . . . . .	1037
33.4	Durch gezielte Züchtung hat sich die Gestalt des Pflanzenkörpers verändert . . . . .	1050
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1052
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1053
<b>34</b>	<b>Transport in Pflanzen</b> . . . . .	<b>1055</b>
34.1	Pflanzen nehmen Wasser und Mineralstoffe aus dem Boden auf . . . . .	1056
34.2	Wasser und Mineralionen werden im Xylem transportiert . . . . .	1062
34.3	Die Spaltöffnungen kontrollieren den Wasserverlust und die CO <sub>2</sub> -Aufnahme . . . . .	1067
34.4	Gelöste Assimilate werden im Phloem transportiert . . . . .	1069
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1074
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1075

<b>35</b>	<b>Mineralstoffversorgung der Pflanzen</b> . . . . .	1077
35.1	Pflanzen benötigen Mineralstoffe . . . . .	1078
35.2	Pflanzen nehmen Mineralstoffe aus dem Boden auf . . . . .	1081
35.3	Die Bodenstruktur wirkt sich auf die Mineralstoffversorgung von Pflanzen aus . . . . .	1082
35.4	Bodenorganismen erleichtern Pflanzenwurzeln die Aufnahme von Mineralstoffen . . . . .	1086
35.5	Tierfangende und parasitische Pflanzen stillen ihren Bedarf auf besondere Weise . . . . .	1093
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1096
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1097
<b>36</b>	<b>Regulation des Pflanzenwachstums</b> . . . . .	1099
36.1	Pflanzen reagieren bei ihrer Entwicklung auf ihre Umgebung . . . . .	1100
36.2	Gibberelline und Auxin wirken unterschiedlich, aber der Mechanismus ist ähnlich . . . . .	1106
36.3	Andere Pflanzenhormone haben vielfältige Wirkungen . . . . .	1116
36.4	Photorezeptoren lösen als Reaktion auf Licht Entwicklungsvorgänge aus . . . . .	1119
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1126
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1127
<b>37</b>	<b>Fortpflanzung bei Blütenpflanzen</b> . . . . .	1129
37.1	Die meisten Angiospermen pflanzen sich sexuell fort . . . . .	1130
37.2	Hormone und Umweltsignale determinieren den Übergang vom vegetativen Stadium zur Fortpflanzung . . . . .	1138
37.3	Angiospermen können sich auch vegetativ vermehren . . . . .	1148
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1153
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1154
<b>38</b>	<b>Reaktionen der Pflanze auf Umweltstress</b> . . . . .	1155
38.1	Pflanzen begegnen Pathogenen mit konstitutiven und induzierten Abwehrmechanismen . . . . .	1156
38.2	Pflanzen besitzen mechanische und chemische Abwehrmechanismen gegen Herbivoren . . . . .	1164
38.3	Pflanzen können sich an Umweltstress anpassen . . . . .	1169
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1177
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1178
 <b>Teil IX Tiere: Form und Funktion</b>		
<b>39</b>	<b>Physiologie, Homöostase und Temperaturregulation</b> . . . . .	1181
39.1	Tiere bestehen aus Organen, die sich aus vier Gewebetypen aufbauen . . . . .	1182
39.2	Physiologische Systeme halten die Homöostase des inneren Milieus aufrecht . . . . .	1187

39.3	Biologische Prozesse sind temperaturempfindlich . . . . .	1190
39.4	Tiere beeinflussen ihren Wärmeaustausch mit der Umgebung . . . . .	1195
39.5	Die Körpertemperatur wird durch Anpassungen von Wärmeproduktion und Wärmeabgabe reguliert . . . . .	1201
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1209
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1210
<b>40</b>	<b>Hormone der Tiere . . . . .</b>	<b>1211</b>
40.1	Hormone beeinflussen Zellen, die über passende Rezeptoren verfügen .	1212
40.2	Das Hormonsystem arbeitet eng mit dem Nervensystem zusammen . . .	1219
40.3	Hormone spielen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung . . . . .	1225
40.4	Hormone regulieren den Stoffwechsel und das innere Milieu . . . . .	1230
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1242
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1243
<b>41</b>	<b>Immunologie: Abwehrsysteme der Tiere . . . . .</b>	<b>1245</b>
41.1	Tiere haben angeborene und adaptive Abwehrmechanismen . . . . .	1246
41.2	Die angeborene Immunabwehr ist wenig spezifisch . . . . .	1250
41.3	Die adaptive Immunabwehr ist hochspezifisch . . . . .	1254
41.4	An der humoralen adaptiven Immunantwort sind Antikörper beteiligt . . . . .	1261
41.5	An der zellulären adaptiven Immunantwort sind T-Zellen und T-Zell-Rezeptoren beteiligt. . . . .	1266
41.6	Fehlfunktionen des Immunsystems können schädlich sein . . . . .	1270
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1275
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1276
<b>42</b>	<b>Fortpflanzung der Tiere . . . . .</b>	<b>1279</b>
42.1	Asexuelle Fortpflanzung ist effizient, schränkt aber die genetische Variabilität ein . . . . .	1280
42.2	Bei der bisexualen Fortpflanzung vereinigen sich eine haploide Eizelle und ein haploides Spermium . . . . .	1284
42.3	Die männlichen Sexualorgane produzieren und übertragen Spermien . . . . .	1294
42.4	Die weiblichen Sexualorgane produzieren Eizellen und ernähren Embryonen . . . . .	1298
42.5	Die Fruchtbarkeit lässt sich kontrollieren . . . . .	1308
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1313
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1314

<b>43</b>	<b>Entwicklung der Tiere</b> . . . . .	1315
	43.1 Die Befruchtung der Eizelle aktiviert die Embryonalentwicklung . . . . .	1316
	43.2 Eine Serie von Mitosen furchen den frühen Embryo . . . . .	1319
	43.3 Die Gastrulation erzeugt mehrere Gewebeschichten . . . . .	1324
	43.4 Organe entwickeln sich aus den drei Keimblättern . . . . .	1334
	43.5 Extraembryonale Membranen schützen und versorgen den Embryo der Amnioten . . . . .	1338
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1343
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1344
<b>44</b>	<b>Nervenzellen, Gliazellen und Nervensysteme</b> . . . . .	1345
	44.1 Das Nervensystem besteht aus Neuronen und Gliazellen . . . . .	1346
	44.2 Neuronen erzeugen elektrische Signale und leiten sie weiter . . . . .	1350
	44.3 Neuronen kommunizieren über Synapsen mit anderen Zellen . . . . .	1361
	44.4 Neuronen und Gliazellen bilden informationsverarbeitende Schaltkreise . . . . .	1369
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1374
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1375
<b>45</b>	<b>Sensorische Systeme</b> . . . . .	1377
	45.1 Sinneszellen wandeln Reize in Rezeptorpotenziale um . . . . .	1378
	45.2 Chemorezeptoren wirken über die Bindung eines Duft- oder Geschmacksstoffs . . . . .	1383
	45.3 Mechanische Kräfte werden über eine Verformung der Plasmamembran wahrgenommen . . . . .	1387
	45.4 Photorezeptoren reagieren auf einzelne Lichtquanten . . . . .	1395
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1405
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1406
<b>46</b>	<b>Das Nervensystem von Säugern: Struktur und höhere Funktionen</b> . . . . .	1409
	46.1 Die Areale des Nervensystems lassen sich einzelnen Funktionen zuordnen . . . . .	1410
	46.2 Die Funktion des Nervensystems beruht auf neuronalen Schaltkreisen . . . . .	1420
	46.3 Höhere Gehirnfunktionen erfordern die Integration zahlreicher neuronaler Systeme . . . . .	1426
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1433
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1434
<b>47</b>	<b>Muskeln und Skelette</b> . . . . .	1437
	47.1 Muskeln kontrahieren sich, weil Actin und Myosin in Wechselwirkung treten . . . . .	1438
	47.2 Viele Faktoren beeinflussen die Muskelleistung . . . . .	1447
	47.3 Muskel- und Skelettsysteme arbeiten zusammen . . . . .	1455
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	1463
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	1464

<b>48</b>	<b>Gasaustausch</b>	1467
48.1	Physikalische Faktoren bestimmen den Atemgasaustausch	1468
48.2	Höhere Diffusionsraten verbessern den Atemgasaustausch	1472
48.3	Der Atemluftstrom von Säugern ist bidirektional	1480
48.4	Atemgase werden im Blut transportiert	1484
48.5	Die Atmung wird homöostatisch kontrolliert	1491
	Kapitelzusammenfassung	1495
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	1496
<b>49</b>	<b>Kreislaufsysteme</b>	1497
49.1	Kreislaufsysteme erfüllen viele Funktionen	1498
49.2	Bei Wirbeltieren haben sich aus einem einfachen Kreislauf doppelte Kreisläufe entwickelt	1501
49.3	Die Herzfunktion beruht auf den besonderen Eigenschaften des Herzmuskels	1505
49.4	Die Eigenschaften des Blutes und der Gefäße bestimmen die Funktionsweise des Kreislaufsystems	1515
49.5	Das Kreislaufsystem wird hormonell und neuronal kontrolliert	1523
	Kapitelzusammenfassung	1527
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	1528
<b>50</b>	<b>Ernährung, Verdauung und Resorption</b>	1531
50.1	Nahrung liefert Energieträger und Baustoffe für die Biosynthese	1532
50.2	Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, Nahrung aufzunehmen und zu verdauen	1540
50.3	Im Verdauungssystem der Wirbeltiere werden die Nährstoffe schrittweise zerlegt	1546
50.4	Der Nährstofffluss wird kontrolliert und reguliert	1555
	Kapitelzusammenfassung	1562
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	1563
<b>51</b>	<b>Salzhaushalt, Wasserhaushalt und Stickstoffausscheidung</b>	1565
51.1	Exkretionssysteme regulieren den Salz- und Wasserhaushalt des Körpers	1566
51.2	Tiere scheiden Stickstoff als Ammoniak, Harnstoff oder Harnsäure aus	1570
51.3	Zur Exkretion nutzen Wirbellose Druckfiltration, Sekretion und Reabsorption	1571
51.4	Das Nephron ist die funktionelle Einheit des Exkretionssystems der Wirbeltiere	1574
51.5	Die Säugerniere kann einen konzentrierten Harn erzeugen	1578
51.6	Die Nierenfunktion wird sehr genau reguliert	1587
	Kapitelzusammenfassung	1593
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben	1594

<b>52</b>	<b>Verhalten von Tieren</b> . . . . .	.1597
	52.1 Die Ethologie führte zur modernen Verhaltensbiologie . . . . .	.1598
	52.2 Verhalten kann genetisch determiniert sein . . . . .	.1601
	52.3 Verhalten hängt oft vom Entwicklungsstadium ab . . . . .	.1604
	52.4 Kosten und Nutzen bestimmen den Anpassungswert von Verhalten . . .	.1610
	52.5 Die Wirkursachen von Verhalten können erforscht werden . . . . .	.1614
	52.6 Sozialverhalten erhöht die biologische Fitness . . . . .	.1622
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	.1629
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	.1630

**Teil X Ökologie**

<b>53</b>	<b>Abiotische Umwelt und Biogeographie der Organismen</b> . . . . .	.1635
	53.1 Ökologie ist die Erforschung der Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt . . . . .	.1636
	53.2 Das globale Klima ist ein grundlegender abiotischer Umweltfaktor . . .	.1638
	53.3 Die Topographie, die Vegetation und der Mensch beeinflussen die abiotischen Umweltfaktoren . . . . .	.1645
	53.4 Die Biogeographie befasst sich mit der Verbreitung der Organismenarten auf der Erde . . . . .	.1650
	53.5 Die Habitatfläche und der Mensch beeinflussen die regionale Artenvielfalt . . . . .	.1661
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	.1667
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	.1668
<b>54</b>	<b>Populationen</b> . . . . .	.1671
	54.1 Die Größe von Populationen unterliegt dynamischen räumlichen und zeitlichen Schwankungen . . . . .	.1672
	54.2 Das Populationswachstum beschreibt die Veränderungen der Populationsgröße im Laufe der Zeit . . . . .	.1678
	54.3 Das lebenslange Muster von Wachstum, Fortpflanzung und Überleben bestimmt den Lebenszyklus . . . . .	.1687
	54.4 Erkenntnisse aus der Populationsbiologie lassen sich für das Populationsmanagement nutzen . . . . .	.1692
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	.1696
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	.1697
<b>55</b>	<b>Wechselbeziehungen zwischen Arten</b> . . . . .	.1699
	55.1 Wechselbeziehungen zwischen Arten wirken sich auf die Beteiligten unterschiedlich aus . . . . .	.1700
	55.2 Prädation ist eine trophische Wechselbeziehung, durch die Prädatoren profitieren und Beutearten geschädigt werden . . . . .	.1704
	55.3 Interspezifische Konkurrenz ist eine negative Interaktion, bei der mehrere Arten die gleiche begrenzte Ressource nutzen . . . . .	.1713
	55.4 Von positiven Interaktionen spricht man, wenn davon mindestens eine Art profitiert und keine geschädigt wird . . . . .	.1718
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	.1724
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	.1725

<b>56</b>	<b>Biozönosen</b> . . . . .	<b>.1727</b>
	56.1 Biozönosen bestehen aus verschiedenen Arten, die miteinander interagieren . . . . .	.1728
	56.2 Die Artenzusammensetzung einer Biozönose hängt vom Artenpool und den lokalen Bedingungen ab . . . . .	.1733
	56.3 Die Wechselbeziehungen in Biozönosen unterscheiden sich in ihrer Stärke und Ausrichtung . . . . .	.1736
	56.4 Biozönosen unterliegen einem stetigen Wandel . . . . .	.1741
	56.5 Artenvielfalt und Effizienz von Biozönosen korrelieren häufig positiv miteinander . . . . .	.1749
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	.1752
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	.1753
<b>57</b>	<b>Ökosysteme</b> . . . . .	<b>.1755</b>
	57.1 Die Ökosystemforschung befasst sich mit Energieflüssen und Stoffkreisläufen . . . . .	.1756
	57.2 Energie und Stoffe gelangen über die Primärproduzenten in die Ökosysteme . . . . .	.1759
	57.3 In Nahrungsnetzen übernehmen Konsumenten energiereiche Stoffe von den Primärproduzenten . . . . .	.1764
	57.4 Die Stoffkreisläufe in Ökosystemen beruhen auf chemischen Umwandlungen . . . . .	.1769
	57.5 Ökosysteme sind aufgrund ihrer wichtigen Dienstleistungen wertvoll für den Menschen . . . . .	.1779
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	.1784
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	.1785
<b>58</b>	<b>Die Biosphäre im Wandel</b> . . . . .	<b>.1787</b>
	58.1 Aktivitäten des Menschen verändern die Biosphäre und führen zu einem Verlust an biologischer Vielfalt . . . . .	.1788
	58.2 Die größten Verluste an Biodiversität beruhen auf der Zerstörung von Habitaten . . . . .	.1793
	58.3 Die Bewahrung der biologischen Vielfalt erfordert Schutzmaßnahmen und ein geeignetes Management . . . . .	.1805
	Kapitelzusammenfassung . . . . .	.1812
	Synapsenfutter: Wenden Sie an, was Sie gelernt haben . . . . .	.1813
	<b>Anhang A: Der Stammbaum des Lebens</b> . . . . .	<b>.1815</b>
	<b>Anhang B: Wie man aus Daten schlau wird – eine kleine Statistikfibel</b> . . . . .	<b>.1833</b>
	<b>Anhang C: Einige in der Biologie gebräuchliche Einheiten</b> . . . . .	<b>.1845</b>
	<b>Anhang D: Lösungen</b> . . . . .	<b>.1847</b>
	<b>Bildnachweise</b> . . . . .	<b>.1983</b>
	<b>Glossar</b> . . . . .	<b>.1993</b>
	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	<b>.2095</b>