

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	xii	4	<b>Kohlenstoff und die molekulare Vielfalt des Lebens .....</b>	26	
1	<b>Einführung: Schlüsselthemen der Biologie .....</b>	1	4.1	Die organische Chemie befasst sich mit dem Studium von Verbindungen des Kohlenstoffs .....	27
1.1	Theorien und Konzepte verbinden die Disziplinen der Biologie .....	2	4.2	Kohlenstoffgerüste erlauben die Bildung vielgestaltiger Moleküle .....	28
1.2	Einheitlichkeit und Vielfalt der Organismen sind das Ergebnis der Evolution .....	4	4.3	Eine kleine Anzahl funktioneller Gruppen bildet den Schlüssel zur Funktion von Biomolekülen .....	32
1.3	Naturwissenschaftler verwenden unterschiedliche Methoden .....	7	5	<b>Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle .....</b>	33
2	<b>Chemische Grundlagen der Biologie .....</b>	11	5.1	Makromoleküle sind aus Monomeren aufgebaute Polymere .....	34
2.1	Materie besteht aus chemischen Elementen, die in reiner Form und in Form chemischer Verbindungen vorkommen .....	12	5.2	Kohlenhydrate dienen als Energiequelle und Baumaterial .....	35
2.2	Die Eigenschaften eines chemischen Elementes hängen vom Aufbau seiner Atome ab .....	12	5.3	Lipide: Eine heterogene Gruppe hydrophober Moleküle .....	38
2.3	Bildung und Eigenschaften von Molekülen hängen von den chemischen Bindungen zwischen den Atomen ab .....	15	5.4	Proteine: Funktionsvielfalt durch Strukturvielfalt .....	40
2.4	Chemische Reaktionen führen zur Bildung und Auflösung von chemischen Bindungen .....	18	5.5	Nukleinsäuren speichern und übertragen die Erbinformation .....	45
3	<b>Wasser als Grundstoff für Leben .....</b>	19	6	<b>Die Struktur von Zellen .....</b>	47
3.1	Vier Eigenschaften des Wassers tragen dazu bei, dass die Erde für das Leben ein geeigneter Ort ist .....	20	6.1	Untersuchung von Zellen mittels Mikroskopie und Biochemie .....	48
3.2	Die Säure-/Base-Bedingungen beeinflussen lebende Organismen .....	23	6.2	Eukaryotische Zellen sind kompartimentiert .....	49
			6.3	Die genetischen Anweisungen einer eukaryotischen Zelle sind im Zellkern codiert und werden von den Ribosomen umgesetzt .....	53
			6.4	Das Endomembransystem der Zelle: Regulation und Teil des Stoffwechsels .....	55
			6.5	Mitochondrien und Chloroplasten: Kraftwerke der Zelle .....	59

6.6	Das Cytoskelett: Organisation von Struktur und Aktivität .....	62	9.6	Die Glykolyse und der Citratzyklus sind mit vielen anderen Stoffwechselwegen verknüpft.....	120
6.7	Zell-Zell-Kommunikation.....	66			
<b>7</b>	<b>Struktur und Funktion biologischer Membranen .....</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>Photosynthese .....</b>	<b>122</b>
7.1	Zelluläre Membranen bilden ein flüssiges Mosaik aus Lipiden und Proteinen .....	71	10.1	Die Photosynthese wandelt Lichtenergie in chemische Energie um .....	123
7.2	Die Membranstruktur bedingt selektive Permeabilität .....	76	10.2	Die Lichtreaktionen wandeln Sonnenenergie in chemische Energie in Form von ATP und NADPH um .....	126
7.3	Passiver Transport: Diffusion durch eine Membran ohne Energiezufuhr .....	78	10.3	Der Calvin-Zyklus verbraucht ATP und NADPH, um CO <sub>2</sub> in Zucker umzuwandeln ....	133
7.4	Aktiver Transport: Gelöste Stoffe werden gegen ihr Konzentrationsgefälle unter Energieverbrauch transportiert.....	82	10.4	In heißen, trockenen Klimazonen haben sich alternative Mechanismen der Kohlenstofffixierung herausgebildet .....	135
7.5	Massentransport durch die Plasmamembran per Exo- und Endozytose ....	84			
<b>8</b>	<b>Konzepte des Stoffwechsels .....</b>	<b>87</b>	<b>11</b>	<b>Zelluläre Kommunikation.....</b>	<b>140</b>
8.1	Stoffwechsel: Umwandlung von Stoffen und Energie nach den Gesetzen der Thermodynamik .....	88	11.1	Externe Signale werden in intrazelluläre Antworten umgewandelt.....	141
8.2	Die Spontaneität einer Reaktion hängt von der Änderung ihrer freien Enthalpie ab .....	90	11.2	Die Apoptose (programmierter Zelltod) geht mit der Integration mehrerer Signaltransduktionswege einher .....	144
8.3	ATP ermöglicht Zellarbeit durch die Kopplung von exergonen an endergone Reaktionen .....	92			
8.4	Enzyme beschleunigen chemische Reaktionen durch das Absenken von Energiebarrieren .....	94	<b>12</b>	<b>Der Zellzyklus .....</b>	<b>147</b>
8.5	Steuerung des Stoffwechsels durch Regulation der Enzymaktivität .....	99	12.1	Aus der Zellteilung gehen genetisch identische Tochterzellen hervor .....	148
<b>9</b>	<b>Zellatmung: Die Gewinnung chemischer Energie.....</b>	<b>101</b>	12.2	Der Wechsel von Mitose und Interphase im Zellzyklus .....	150
9.1	Der katabole Stoffwechsel liefert Energie durch die Oxidation organischer Brennstoffe .....	102	12.3	Der eukaryotische Zellzyklus wird durch ein molekulares Kontrollsystem gesteuert....	151
9.2	Die Glykolyse oxidiert Glucose zu Pyruvat, wobei Energie frei wird .....	106			
9.3	Der Citratzyklus vervollständigt die energieliefernde Oxidation organischer Moleküle .....	109			
9.4	Ein chemiosmotischer Prozess koppelt den Elektronentransport an die ATP-Synthese .....	111			
9.5	Durch Gärung und anaerobe Atmung können Zellen auch ohne Sauerstoff ATP synthetisieren.....	117	<b>Genetik</b>		
			13	Meiose und geschlechtliche Fortpflanzung .....	157
			13.1	Gene werden mit den Chromosomen von den Eltern an ihre Nachkommen weitergegeben .....	158
			13.2	Befruchtung und Meiose wechseln sich beim geschlechtlichen Generationswechsel ab .....	159

13.3	In der Meiose wird der diploide auf einen haploiden Chromosomensatz reduziert .....	162	17.6	Das Genkonzept gilt universell für alle Lebewesen, nicht aber die Mechanismen der Genexpression.....	228
13.4	Die geschlechtliche Fortpflanzung erhöht die genetische Variabilität – ein wichtiger Motor der Evolution .....	163			
<b>14</b>	<b>Mendel und das Genkonzept.....</b>	<b>169</b>	<b>18</b>	<b>Regulation der Genexpression .....</b>	<b>230</b>
14.1	Das wissenschaftliche Vorgehen von Mendel führte zu den Gesetzen der Vererbung.....	170	18.1	Bakterien reagieren auf wechselnde Umweltbedingungen häufig mit Transkriptionsveränderungen .....	231
14.2	Die Mendel'schen Regeln sind oft unzureichend, um beobachtete Erbgänge zu erklären .....	177	18.2	Die Expression eukaryotischer Gene kann auf verschiedenen Stufen reguliert werden ...	235
14.3	Viele Merkmale des Menschen werden nach den Mendel'schen Regeln vererbt .....	181	18.3	Krebs entsteht durch genetische Veränderungen, die den Zellzyklus deregulieren .....	241
<b>15</b>	<b>Chromosomen bilden die Grundlage der Vererbung .....</b>	<b>188</b>	<b>19</b>	<b>Viren .....</b>	<b>244</b>
15.1	Die Chromosomen bilden die strukturelle Grundlage der Mendel'schen Vererbung .....	189	19.1	Ein Virus besteht aus einer von einer Proteinhülle eingeschlossenen Nucleinsäure .....	245
15.2	Die Vererbung geschlechtsgebundener Gene .....	190	19.2	Viren vermehren sich nur in Wirtszellen .....	246
15.3	Abweichungen in Chromosomenzahl oder -struktur verursachen einige bekannte Erbkrankheiten .....	193			
15.4	Von der Chromosomentheorie abweichende Erbgänge.....	197	<b>20</b>	<b>Biotechnologie .....</b>	<b>252</b>
<b>16</b>	<b>Die molekularen Grundlagen der Vererbung .....</b>	<b>199</b>	20.1	Die DNA-Klonierung liefert viele Kopien eines Gens oder anderer DNA-Abschnitte.....	253
16.1	Die DNA ist die Erbsubstanz .....	200	20.2	Die Gentechnik erlaubt die Untersuchung der Sequenz, der Expression und der Funktion eines Gens .....	257
16.2	Viele Proteine kooperieren bei der Replikation und Reparatur der DNA .....	203	20.3	Die Klonierung von Organismen zur Bereitstellung von Stammzellen für die Forschung und andere Anwendungen .....	263
16.3	Ein Chromosom besteht aus einem mit Proteinen verpackten DNA-Molekül.....	208	20.4	Gentechnische Anwendungen beeinflussen unser Leben .....	265
<b>17</b>	<b>Vom Gen zum Protein .....</b>	<b>212</b>			
17.1	Die Verbindung von Genen und Proteinen über Transkription und Translation ..	213	<b>21</b>	<b>Genome und ihre Evolution.....</b>	<b>268</b>
17.2	Transkription – die DNA-abhängige RNA-Synthese: Eine nähere Betrachtung .....	216	21.1	Neue Ansätze zur schnelleren Genomsequenzierung .....	269
17.3	Eukaryotische Zellen modifizieren mRNA-Moleküle nach der Transkription .....	218	21.2	Genomanalyse mithilfe der Bioinformatik .....	271
17.4	Translation – die RNA-abhängige Polypeptidsynthese: Eine nähere Betrachtung ..	220	21.3	Genome unterscheiden sich in der Größe und der Zahl der Gene sowie in der Gendichte .....	273
17.5	Punktmutationen können die Struktur und Funktion eines Proteins beeinflussen .....	226	21.4	Eukaryotische Vielzeller besitzen viel nicht-codierende DNA und viele Multigenfamilien .....	274
			21.5	Genomevolution durch Duplikation, Umlagerung und Mutation der DNA .....	277
			21.6	Ein Vergleich von Genomsequenzen .....	278

## Evolutionsmechanismen

<b>22 Evolutionstheorie: Die darwinistische Sicht des Lebens .....</b>	281		
22.1 Die Darwin'sche Theorie widersprach der traditionellen Ansicht, die Erde sei jung und von unveränderlichen Arten bewohnt ....	282	25.1 Die Bedingungen auf der jungen Erde ermöglichen die Entstehung des Lebens .....	327
22.2 Evolutionstheorie: Gemeinsame Abstammung, Variationen zwischen den Individuen und natürliche Selektion erklären die Anpassungen von Organismen .....	285	25.2 Fossilfunde dokumentieren die Geschichte des Lebens .....	330
22.3 Die Evolutionstheorie wird durch eine Vielzahl wissenschaftlicher Befunde gestützt .....	291	25.3 Schlüsselereignisse in der Evolution sind die Entstehung der Organismen und die Besiedlung des Festlands .....	333
<b>23 Die Evolution von Populationen ....</b>	298	25.4 Aufstieg und Niedergang dominanter Gruppen in Zusammenhang mit Kontinentaldrift, Massenaussterben und adaptiver Radiation .....	336
23.1 Mutation und sexuelle Fortpflanzung sorgen für die genetische Variabilität, die Evolution möglich macht .....	299	25.5 Veränderungen im Körperbau können durch Änderungen in der Sequenz und Regulation von Entwicklungsgenen entstehen .....	340
23.2 Mithilfe der Hardy-Weinberg-Gleichung lässt sich herausfinden, ob in einer Population Evolution stattfindet .....	301	25.6 Evolution ist nicht zielorientiert .....	342
23.3 Natürliche Selektion, genetische Drift und Genfluss können die Allelfrequenzen in einer Population verändern .....	305		
23.4 Die natürliche Selektion ist der einzige Mechanismus, der auf Dauer für eine adaptive Evolution sorgt .....	308		
<b>24 Die Entstehung der Arten .....</b>	313		
24.1 Das biologische Artkonzept betont die reproduktiven Isolationsmechanismen .....	314	<b>26 Der phylogenetische Stammbaum der Lebewesen .....</b>	345
24.2 Artbildung mit und ohne geografische Isolation .....	316	26.1 Phylogenie als Spiegelbild stammesgeschichtlicher Verwandtschaftsbeziehungen .....	346
24.3 Hybridzonen ermöglichen die Analyse von Faktoren, die zur reproduktiven Isolation führen.....	321	26.2 Die Ableitung der Stammesgeschichte aus morphologischen und molekularbiologischen Befunden .....	348
24.4 Artbildung kann schnell oder langsam erfolgen und aus Veränderungen weniger oder vieler Gene resultieren.....	323	26.3 Die Rekonstruktion phylogenetischer Stammbäume anhand gemeinsamer Merkmale .....	349
		26.4 Das Genom als Beleg für die evolutive Vergangenheit eines Lebewesens .....	351
		26.5 Mit molekularen Uhren kann man den zeitlichen Ablauf der Evolution verfolgen .....	352
		26.6 Neue Befunde und die Weiterentwicklung unserer Kenntnisse über den Stammbaum der Organismen.....	353

## Die Evolutionsgeschichte der biologischen Vielfalt

<b>26 Der phylogenetische Stammbaum der Lebewesen .....</b>	345
26.1 Phylogenie als Spiegelbild stammesgeschichtlicher Verwandtschaftsbeziehungen .....	346
26.2 Die Ableitung der Stammesgeschichte aus morphologischen und molekularbiologischen Befunden .....	348
26.3 Die Rekonstruktion phylogenetischer Stammbäume anhand gemeinsamer Merkmale .....	349
26.4 Das Genom als Beleg für die evolutive Vergangenheit eines Lebewesens .....	351
26.5 Mit molekularen Uhren kann man den zeitlichen Ablauf der Evolution verfolgen .....	352
26.6 Neue Befunde und die Weiterentwicklung unserer Kenntnisse über den Stammbaum der Organismen.....	353

<b>27</b>	<b>Bacteria und Archaea</b>	355	<b>31</b>	<b>Pilze</b>	394
27.1	Das Erfolgsrezept der Prokaryonten: Strukturelle und funktionelle Anpassungen	356	31.1	Pilze sind heterotroph und nehmen ihre Nährstoffe durch Absorption auf	395
27.2	Schnelle Vermehrung, Mutation und Neukombination von Genen als Ursache der genetischen Vielfalt von Prokaryonten	358	31.2	Pilze bilden während der geschlechtlichen oder der ungeschlechtlichen Vermehrung Sporen	396
27.3	Die Evolution vielfältiger Anpassungen in der Ernährung und im Stoffwechsel von Prokaryonten	359	31.3	Die zentrale Bedeutung der Pilze für ökologische Wechselbeziehungen	397
27.4	Die Phylogenie der Prokaryonten, aufgeklärt mit molekularer Systematik	361	<b>32</b>	<b>Eine Einführung in die Diversität und Evolution der Metazoa</b>	400
27.5	Die entscheidende Bedeutung der Prokaryonten für die Biosphäre	362	32.1	Metazoa sind vielzellige heterotrophe Eukaryonten mit Geweben, die sich aus embryonalen Keimblättern entwickeln	401
27.6	Schädliche und nützliche Auswirkungen der Prokaryonten auf den Menschen	363	32.2	Metazoa lassen sich über „Baupläne“ beschreiben	402
<b>28</b>	<b>Protisten</b>	365	32.4	Aus den molekularen Daten erwachsen neue Erkenntnisse über die Phylogenie	405
28.1	Die meisten Eukaryonten sind Einzeller	366	<b>33</b>	<b>Wirbellose Tiere</b>	407
28.2	Protisten als wichtige Komponenten ökologischer Wechselbeziehungen	371	33.1	Schwämme sind Tiere ohne echte Gewebe	408
<b>29</b>	<b>Die Vielfalt der Pflanzen I: Wie Pflanzen das Land eroberten</b>	372	33.2	Cnidaria bilden eine phylogenetisch alte Metazoengruppe	409
29.1	Die Entstehung der Landpflanzen aus Grünalgen	373	33.3	Lophotrochozoa, ein Taxon, das anhand molekularer Daten identifiziert wurde, weist das breiteste Spektrum aller Baupläne im Tierreich auf	409
29.2	Moose haben einen vom Gametophyten dominierten Lebenszyklus	377	33.4	Ecdysozoa sind die artenreichste Tiergruppe	415
29.3	Die ersten hochwüchsigen Pflanzen: Farne und andere samenechte Gefäßpflanzen	380	33.5	Echinodermata und Chordata sind Deuterostomia	421
<b>30</b>	<b>Die Vielfalt der Pflanzen II: Evolution der Samenpflanzen</b>	383	<b>34</b>	<b>Wirbeltiere</b>	422
30.1	Samen und Pollen: Schlüsselanpassungen an das Landleben	384	34.1	Chordaten haben eine Chorda dorsalis und ein dorsales Neuralrohr	423
30.2	Die Zapfen der Gymnospermen tragen „nackte“, direkt zugängliche Samenanlagen	386	34.2	Gnathostomata sind Wirbeltiere, die einen Kiefer haben	424
30.3	Die wichtigsten Weiterentwicklungen der Angiospermen sind Blüten und Früchte	387	34.3	Tetrapoda sind Osteognathostomata, die Laufbeine haben	427
			34.4	Amniota sind Tetrapoda, bei denen ein für das Landleben angepasstes Eistadium entstanden ist	429
			34.5	Mammalia sind Amnioten, die behaart sind und Milch produzieren	433
			34.6	Menschen sind Säugetiere, die ein großes Gehirn haben und sich auf zwei Beinen fortbewegen	440

## Pflanzen – Form und Funktion

### 35 Blütenpflanzen: Struktur, Wachstum, Entwicklung ..... 447

- 35.1 Bau und Funktion des Pflanzenkörpers – die Anatomie von Organen, Geweben und Zellen ..... 448
- 35.2 Meristeme bilden Zellen für neue Organe ..... 454
- 35.3 Primäres Wachstum ist verantwortlich für die Längenzunahme von Wurzel und Sprossachse ..... 455
- 35.4 Sekundäres Dickenwachstum vergrößert bei verholzten Pflanzen den Umfang von Sprossachse und Wurzel ..... 460
- 35.5 Wachstum, Morphogenese und Differenzierung formen den Pflanzenkörper ..... 461

### 36 Stoffaufnahme und Stofftransport bei Gefäßpflanzen ..... 467

- 36.1 Landpflanzen nehmen Stoffe sowohl oberirdisch als auch unterirdisch auf ..... 468
- 36.2 Transport durch Kurzstrecken-Diffusion oder aktiven Transport sowie durch Langstrecken-Massenströmung ..... 469
- 36.3 Wasser und Mineralstoffe werden von der Wurzel zum Spross transportiert ..... 473
- 36.4 Stomata sind an der Regulierung der Transpirationsrate beteiligt ..... 476
- 36.5 Zuckertransport erfolgt vom Produktionsort – den Blättern – zum Verbrauchs- oder Speicherort ..... 479
- 36.6 Der Symplast – ein dynamisches System ..... 481

### 37 Boden und Pflanzennährung ..... 482

- 37.1 Boden – eine lebende, jedoch endliche Ressource ..... 483
- 37.2 Pflanzen benötigen für ihren Lebenszyklus essenzielle Nährelemente ..... 486
- 37.3 Zur Pflanzennährung tragen auch andere Organismen bei ..... 488

### 38 Fortpflanzung und Biotechnologie bei Angiospermen ..... 494

- 38.1 Blüten, doppelte Befruchtung und Früchte: Besonderheiten im Entwicklungszyklus der Angiospermen ..... 495
- 38.2 Sexuelle und asexuelle Fortpflanzung bei Angiospermen ..... 499
- 38.3 Der Mensch verändert die Nutzpflanzen durch Züchtung und Gentechnik ..... 502

### 39 Pflanzenreaktionen auf innere und äußere Signale ..... 505

- 39.1 Signaltransduktionswege – die Verbindung zwischen Perzeption und Antwort ..... 506
- 39.2 Pflanzenhormone koordinieren Wachstum, Entwicklung und Reizantworten ..... 508
- 39.3 Pflanzen brauchen Licht ..... 509
- 39.4 Pflanzen reagieren, abgesehen von Licht, auf viele weitere Reize ..... 513
- 39.5 Reaktionen der Pflanze auf Herbivoren und Pathogene ..... 515

## Tiere – Form und Funktion

### 40 Grundprinzipien tierischer Form und Funktion ..... 519

- 40.1 Form und Funktion sind bei Tieren auf allen Organisationsebenen eng miteinander korreliert ..... 520
- 40.2 Regulation des inneren Milieus ..... 526
- 40.3 Einfluss von Form, Funktion und Verhalten auf homöostatische Prozesse ..... 527
- 40.4 Energiebedarf eines Tieres in Abhängigkeit von Größe, Aktivität und Umwelt ..... 530

### 41 Hormone und das endokrine System ..... 533

- 41.1 Signalmoleküle, ihre Bindung an die Rezeptoren und die von ihnen ausgelösten spezifischen Reaktionswege ..... 534

41.2	Negative Rückkopplung und antagonistische Hormonpaare: Zwei verbreitete Merkmale des endokrinen Systems .....	536	44.2	Erworbene Immunität, Lymphocytenrezeptoren und spezifische Erkennung von Krankheitserregern .....	570
41.3	Physiologische Regulation bei Tieren durch getrennte und gemeinsame Wirkungen von Hormon- und Nervensystem .....	539	44.3	Erworbene Immunität und die Abwehr von Infektionen in Körperzellen und Körperflüssigkeiten .....	572
<b>42</b>	<b>Die Ernährung der Tiere .....</b>	<b>541</b>	44.4	Störungen des Immunsystems .....	576
42.1	Die Nahrung der Tiere muss die Versorgung mit chemischer Energie, organischen Molekülen und essenziellen Nährstoffen gewährleisten.....	542	<b>45</b>	<b>Osmoregulation und Exkretion .....</b>	<b>579</b>
42.2	Die wichtigsten Stadien der Nährstoffverarbeitung: Nahrungsaufnahme, Verdauung, Resorption und Ausscheidung .....	544	45.1	Osmoregulation: Gleichgewicht zwischen Aufnahme und Abgabe von Wasser und den darin gelösten Stoffen .....	580
42.3	Spezialisierte Organe für die verschiedenen Stadien der Nahrungsverarbeitung im Verdauungssystem der Säugetiere .....	545	45.2	Die stickstoffhaltigen Exkretionsprodukte eines Tieres spiegeln dessen Phylogenie und Habitat wider .....	582
42.4	Ernährung und die evolutive Anpassung der Verdauungssysteme von Wirbeltieren .....	551	45.3	Verschiedene Exkretionssysteme sind Abwandlungen tubulärer Systeme .....	582
42.5	Homöostasemechanismen und Energiehaushalt .....	552	45.4	Das Nephron: Schrittweise Verarbeitung des Ultrafiltrats .....	585
<b>43</b>	<b>Kreislauf und Gasaustausch .....</b>	<b>553</b>	45.5	Hormonelle Regelkreise verknüpfen Nierenfunktion, Wasserhaushalt und Blutdruck .....	586
43.1	Kreislaufsysteme verknüpfen alle Zellen des Körpers mit Austauschflächen .....	554	<b>46</b>	<b>Fortpflanzung der Tiere .....</b>	<b>587</b>
43.2	Koordinierte Kontraktionszyklen des Herzens treiben den doppelten Kreislauf bei Säugern an .....	556	46.1	Sexuelle und asexuelle Fortpflanzung im Tierreich .....	588
43.3	Blutdruck und Blutfluss spiegeln Bau und Anordnung der Blutgefäße wider .....	557	46.2	Keimzellenproduktion und -transport mittels Fortpflanzungsorganen .....	588
43.4	Blutbestandteile und ihre Funktion bei Stoffaustausch, Transport und Abwehr .....	558	46.3	Fortpflanzungsregulierung bei Säugern: Ein komplexes Zusammenspiel von Hormonen .....	592
43.5	Gasaustausch erfolgt an spezialisierten respiratorischen Oberflächen .....	560	46.4	Bei plazentalen Säugern findet die gesamte Embryonalentwicklung im Uterus statt .....	596
43.6	Atmung: Ventilation der Lunge .....	563	<b>47</b>	<b>Entwicklung der Tiere .....</b>	<b>600</b>
43.7	Anpassungen an den Gasaustausch: Respiratorische Proteine binden und transportieren Atemgase .....	565	47.1	Nach der Befruchtung schreitet die Embryonalentwicklung durch Furchung, Gastrulation und Organogenese fort .....	601
<b>44</b>	<b>Das Immunsystem .....</b>	<b>567</b>	47.2	Das Schicksal von sich entwickelnden Zellen ist von ihrer Vorgeschichte und induktiven Signalen abhängig .....	605
44.1	Das angeborene Immunsystem basiert auf der Erkennung gemeinsamer Muster von Krankheitserregern .....	568	<b>48</b>	<b>Neurone, Synapsen und Signalgebung .....</b>	<b>608</b>
			48.1	Neuronale Organisation und Struktur als Spiegel der Funktion bei der Informationsübermittlung .....	609

48.2	Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials eines Neurons durch Ionenpumpen und Ionenkanäle .....	610	51.5	Gesamtfitness kann die Evolution von altruistischem Sozialverhalten erklären	658
48.3	Axonale Fortleitung von Aktionspotenzialen .....	611			
48.4	Synapsen als Kontaktstellen zwischen Neuronen .....	615			
<b>49</b>	<b>Nervensysteme .....</b>	<b>621</b>			
49.1	Nervensysteme bestehen aus Neuronenschaltkreisen und unterstützenden Zellen .....	622			
49.2	Regionale Spezialisierung des Wirbeltiergehirns .....	625	<b>52</b>	<b>Ökologie und die Biosphäre: Eine Einführung .....</b>	<b>661</b>
49.3	Die Großhirnrinde: Kontrolle von Willkürbewegungen und kognitiven Funktionen .....	628	52.1	Die Ökologie integriert viele biologische Forschungsrichtungen und dient als wissenschaftliche Grundlage für den Natur- und Umweltschutz .....	662
49.4	Gedächtnis und Lernen als Folge von Veränderungen der synaptischen Verbindungen .....	631	52.2	Die Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt bestimmen ihre Verbreitung und Häufigkeit .....	665
<b>50</b>	<b>Sensorische und motorische Mechanismen .....</b>	<b>633</b>	52.3	Aquatische Biome: Vielfältige und dynamische Systeme, die den größten Teil der Erdoberfläche einnehmen .....	672
50.1	Sensorische Rezeptoren: Umwandlung von Reizenergie und Signalübermittlung an das Zentralnervensystem .....	634	52.4	Klima und unvorhersagbare Umweltveränderungen bestimmen die Struktur und Verbreitung der terrestrischen Biome .....	679
50.2	Mechanorezeptoren nehmen Flüssigkeits- oder Partikelbewegungen wahr .....	637	52.5	Pflanzengesellschaften sind Grundbausteine der Vegetation .....	682
50.3	Geschmacks- und Geruchssinn basieren auf ähnlichen Sinneszellsätzen .....	639			
50.4	Im ganzen Tierreich basiert das Sehen auf ähnlichen Mechanismen .....	641	<b>53</b>	<b>Populationsökologie .....</b>	<b>689</b>
50.5	Muskelkontraktion erfordert die Interaktion von Muskelproteinen .....	645	53.1	Dynamische Prozesse und ihr Einfluss auf die Individuendichte, Individuenverteilung und Demografie von Populationen .....	690
50.6	Das Skelettsystem wandelt Muskelkontraktion in Fortbewegung um .....	649	53.2	Wichtige Phasen im Lebenszyklus einer Organismenart als Produkt der natürlichen Selektion .....	692
<b>51</b>	<b>Tierisches Verhalten .....</b>	<b>650</b>	53.3	Exponentielles Wachstum: Ein Modell für Populationen in einer idealen, unbegrenzten Umwelt .....	693
51.1	Bestimmte sensorische Eingangssignale können sowohl einfaches als auch komplexes Verhalten auslösen .....	651	53.4	Das logistische Wachstumsmodell: Langsameres Populationswachstum bei Annäherung an die Umweltkapazität .....	696
51.2	Lernen: Spezifische Verknüpfung von Erfahrung und Verhalten .....	654	53.5	Dichteabhängige Einflüsse auf das Populationswachstum .....	699
51.3	Genetische Ausstattung und Umwelt tragen zur Verhaltensentwicklung bei .....	655	53.6	Die menschliche Bevölkerung: Kein exponentielles Wachstum mehr, aber immer noch ein steiler Anstieg .....	701
51.4	Verhaltensweisen lassen sich durch Selektion auf Überleben und Fortpflanzungserfolg eines Individuums erklären .....	656			

## Ökologie

<b>54</b>	<b>Ökologie der Lebensgemeinschaften .....</b>	703
54.1	Wechselbeziehungen zwischen Organismen: Positiv, negativ oder neutral.....	704
54.2	Der Einfluss von dominanten Arten und Schlüsselarten auf die Struktur von Lebensgemeinschaften .....	708
54.3	Der Einfluss von Störungen auf Artendiversität und Artenzusammensetzung .....	711
<b>55</b>	<b>Ökosysteme .....</b>	714
55.1	Der Energiehaushalt und die biogeochemischen Kreisläufe von Ökosystemen .....	715
55.2	Energie und andere limitierende Faktoren der Primärproduktion der Ökosysteme .....	717
55.3	Energietransfer zwischen Trophieebenen: Effizienz meist unter zehn Prozent .....	721
55.4	Biologische und geochemische Prozesse regulieren die Nährstoffkreisläufe eines Ökosystems .....	722
55.5	Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde .....	726
<b>56</b>	<b>Naturschutz und Renaturierungsökologie .....</b>	729
56.1	Der Mensch als Gefahr für die biologische Vielfalt .....	730
56.2	Landschafts- und Gebietsschutz zur Erhaltung ganzer Biota .....	733
56.4	Renaturierung: Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme .....	734
56.5	Nachhaltige Entwicklung: Die Bewahrung der biologischen Vielfalt und ihr Nutzen für den Menschen .....	735
	<b>Bildnachweis .....</b>	737
	<b>Index .....</b>	741