

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	xii
---------------	-----

1 Einführung: Schlüsselthemen der Biologie	1
1.1 Theorien und Konzepte verbinden die Disziplinen der Biologie	2
1.2 Einheitlichkeit und Vielfalt der Organismen sind das Ergebnis der Evolution	4
1.3 Naturwissenschaftler verwenden unterschiedliche Methoden	7

Die chemischen Grundlagen des Lebens

2 Chemische Grundlagen der Biologie	11
2.1 Materie besteht aus chemischen Elementen, die in reiner Form und in Form chemischer Verbindungen vorkommen	12
2.2 Die Eigenschaften eines chemischen Elementes hängen vom Aufbau seiner Atome ab	12
2.3 Bildung und Eigenschaften von Molekülen hängen von den chemischen Bindungen zwischen den Atomen ab	15
2.4 Chemische Reaktionen führen zur Bildung und Auflösung von chemischen Bindungen	18
3 Wasser als Grundstoff für Leben	19
3.1 Vier Eigenschaften des Wassers tragen dazu bei, dass die Erde für das Leben ein geeigneter Ort ist	20
3.2 Die Säure-/Base-Bedingungen beeinflussen lebende Organismen	23

4 Kohlenstoff und die molekulare Vielfalt des Lebens	26
4.1 Die organische Chemie befasst sich mit dem Studium von Verbindungen des Kohlenstoffs	27
4.2 Kohlenstoffgerüste erlauben die Bildung vielgestaltiger Moleküle	28
4.3 Eine kleine Anzahl funktioneller Gruppen bildet den Schlüssel zur Funktion von Biomolekülen	32
5 Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle	33
5.1 Makromoleküle sind aus Monomeren aufgebaute Polymere	34
5.2 Kohlenhydrate dienen als Energiequelle und Baumaterial	35
5.3 Lipide: Eine heterogene Gruppe hydrophober Moleküle	38
5.4 Proteine: Funktionsvielfalt durch Strukturvielfalt	40
5.5 Nucleinsäuren speichern und übertragen die Erbinformation	45

Die Zelle

6 Die Struktur von Zellen	47
6.1 Untersuchung von Zellen mittels Mikroskopie und Biochemie	48
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 Glycolyse und der Citratzyklus sind mit vielen anderen Stoffwechselwegen verknüpft	120
6.7	Zell-Zell-Kommunikation	66			
7	Struktur und Funktion biologischer Membranen	70	10	Photosynthese	122
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 ₂ 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 Endocytose	84	11	Zelluläre Kommunikation	140
8	Konzepte des Stoffwechsels	87	11.1	Externe Signale werden in intrazelluläre Antworten umgewandelt	141
8.1	Stoffwechsel: Umwandlung von Stoffen und Energie nach den Gesetzen der Thermodynamik	88	11.2	Die Apoptose (programmierter Zelltod) geht mit der Integration mehrerer Signaltransduktionswege einher	144
8.2	Die Spontaneität einer Reaktion hängt von der Änderung ihrer freien Enthalpie ab	90	12	Der Zellzyklus	147
8.3	ATP ermöglicht Zellarbeit durch die Kopplung von exergonen an endergone Reaktionen	92	12.1	Aus der Zellteilung gehen genetisch identische Tochterzellen hervor	148
8.4	Enzyme beschleunigen chemische Reaktionen durch das Absenken von Energiebarrieren	94	12.2	Der Wechsel von Mitose und Interphase im Zellzyklus	150
8.5	Steuerung des Stoffwechsels durch Regulation der Enzymaktivität	99	12.3	Der eukaryotische Zellzyklus wird durch ein molekulares Kontrollsystem gesteuert	151
9	Zellatmung: Die Gewinnung chemischer Energie	101			
9.1	Der katabole Stoffwechsel liefert Energie durch die Oxidation organischer Brennstoffe	102	Genetik		
9.2	Die Glycolyse oxidiert Glucose zu Pyruvat, wobei Energie frei wird	106	13	Meiose und geschlechtliche Fortpflanzung	157
9.3	Der Citratzyklus vervollständigt die energieliefernde Oxidation organischer Moleküle	109	13.1	Gene werden mit den Chromosomen von den Eltern an ihre Nachkommen weitergegeben	158
9.4	Ein chemiosmotischer Prozess koppelt den Elektronentransport an die ATP-Synthese	111	13.2	Befruchtung und Meiose wechseln sich beim geschlechtlichen Generationswechsel ab	159
9.5	Durch Gärung und anaerobe Atmung können Zellen auch ohne Sauerstoff ATP synthetisieren	117			

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

Evolutionenmechanismen

22	Evolutionstheorie: Die darwinistische Sicht des Lebens	281
22.1	Die Darwin'sche Theorie widersprach der traditionellen Ansicht, die Erde sei jung und von unveränderlichen Arten bewohnt	282
22.2	Evolutionstheorie: Gemeinsame Abstammung, Variationen zwischen den Individuen und natürliche Selektion erklären die Anpassungen von Organismen	285
22.3	Die Evolutionstheorie wird durch eine Vielzahl wissenschaftlicher Befunde gestützt	291
23	Die Evolution von Populationen	298
23.1	Mutation und sexuelle Fortpflanzung sorgen für die genetische Variabilität, die Evolution möglich macht	299
23.2	Mithilfe der Hardy-Weinberg-Gleichung lässt sich herausfinden, ob in einer Population Evolution stattfindet	301
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
24	Die Entstehung der Arten	313
24.1	Das biologische Artkonzept betont die reproduktiven Isolationsmechanismen	314
24.2	Artbildung mit und ohne geografische Isolation	316
24.3	Hybridzonen ermöglichen die Analyse von Faktoren, die zur reproduktiven Isolation führen.....	321
24.4	Artbildung kann schnell oder langsam erfolgen und aus Veränderungen weniger oder vieler Gene resultieren.....	323

25	Vergangene Welten	326
25.1	Die Bedingungen auf der jungen Erde ermöglichten die Entstehung des Lebens	327
25.2	Fossilfunde dokumentieren die Geschichte des Lebens.....	330
25.3	Schlüsselereignisse in der Evolution sind die Entstehung der Organismen und die Besiedlung des Festlands.....	333
25.4	Aufstieg und Niedergang dominanter Gruppen in Zusammenhang mit Kontinentaldrift, Massenaussterben und adaptiver Radiation	336
25.5	Veränderungen im Körperbau können durch Änderungen in der Sequenz und Regulation von Entwicklungsgenen entstehen	340
25.6	Evolution ist nicht zielorientiert	342

Die Evolutionsgeschichte der biologischen Vielfalt

26	Der phylogenetische Stammbaum der Lebewesen	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

27	Bacteria und Archaea	355	31	Pilze	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	32	Eine Einführung in die Diversität und Evolution der Metazoa	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
28	Protisten	365	32.4	Aus den molekularen Daten erwachsen neue Erkenntnisse über die Phylogenie	405
28.1	Die meisten Eukaryonten sind Einzeller	366	33	Wirbellose Tiere	407
28.2	Protisten als wichtige Komponenten ökologischer Wechselbeziehungen	371	33.1	Schwämme sind Tiere ohne echte Gewebe	408
29	Die Vielfalt der Pflanzen I: Wie Pflanzen das Land eroberten	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 samenlose Gefäßpflanzen	380	33.5	Echinodermata und Chordata sind Deuterostomia	421
30	Die Vielfalt der Pflanzen II: Evolution der Samenpflanzen	383	34	Wirbeltiere	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 Pflanzenernährung 482

- 37.1 Boden – eine lebende, jedoch endliche Ressource 483
- 37.2 Pflanzen benötigen für ihren Lebenszyklus essenzielle Nährelemente 486
- 37.3 Zur Pflanzenernährung 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
42	Die Ernährung der Tiere	541	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	45	Osmoregulation und Exkretion	579
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 Nahrungverarbeitung 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
43	Kreislauf und Gasaustausch	553	45.5	Hormonelle Regelkreise verknüpfen Nierenfunktion, Wasserhaushalt und Blutdruck	586
43.1	Kreislaufsysteme verknüpfen alle Zellen des Körpers mit Austauschflächen	554	46	Fortpflanzung der Tiere	587
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 placentalen Säugern findet die gesamte Embryonalentwicklung im Uterus statt	596
43.6	Atmung: Ventilation der Lunge	563	47	Entwicklung der Tiere	600
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
44	Das Immunsystem	567	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	48	Neurone, Synapsen und Signalgebung	608
			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
48.3	Axonale Fortleitung von Aktionspotenzialen	611
48.4	Synapsen als Kontaktstellen zwischen Neuronen	615

49 Nervensysteme 621

49.1	Nervensysteme bestehen aus Neuronenschaltkreisen und unterstützenden Zellen	622
49.2	Regionale Spezialisierung des Wirbeltiergehirns	625
49.3	Die Großhirnrinde: Kontrolle von Willkürbewegungen und kognitiven Funktionen	628
49.4	Gedächtnis und Lernen als Folge von Veränderungen der synaptischen Verbindungen	631

50 Sensorische und motorische Mechanismen 633

50.1	Sensorische Rezeptoren: Umwandlung von Reizenergie und Signalübermittlung an das Zentralnervensystem	634
50.2	Mechanorezeptoren nehmen Flüssigkeits- oder Partikelbewegungen wahr	637
50.3	Geschmacks- und Geruchssinn basieren auf ähnlichen Sinneszellsätzen	639
50.4	Im ganzen Tierreich basiert das Sehen auf ähnlichen Mechanismen	641
50.5	Muskelkontraktion erfordert die Interaktion von Muskelproteinen	645
50.6	Das Skelettsystem wandelt Muskelkontraktion in Fortbewegung um	649

51 Tierisches Verhalten 650

51.1	Bestimmte sensorische Eingangssignale können sowohl einfaches als auch komplexes Verhalten auslösen	651
51.2	Lernen: Spezifische Verknüpfung von Erfahrung und Verhalten	654
51.3	Genetische Ausstattung und Umwelt tragen zur Verhaltensentwicklung bei	655
51.4	Verhaltensweisen lassen sich durch Selektion auf Überleben und Fortpflanzungserfolg eines Individuums erklären	656

51.5	Gesamtfitness kann die Evolution von altruistischem Sozialverhalten erklären	658
------	--	-----

Ökologie

52 Ökologie und die Biosphäre: Eine Einführung 661

52.1	Die Ökologie integriert viele biologische Forschungsrichtungen und dient als wissenschaftliche Grundlage für den Natur- und Umweltschutz	662
52.2	Die Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt bestimmen ihre Verbreitung und Häufigkeit	665
52.3	Aquatische Biome: Vielfältige und dynamische Systeme, die den größten Teil der Erdoberfläche einnehmen	672
52.4	Klima und unvorhersagbare Umweltveränderungen bestimmen die Struktur und Verbreitung der terrestrischen Biome	679
52.5	Pflanzengesellschaften sind Grundbausteine der Vegetation	682

53 Populationsökologie 689

53.1	Dynamische Prozesse und ihr Einfluss auf die Individuendichte, Individuenverteilung und Demografie von Populationen	690
53.2	Wichtige Phasen im Lebenszyklus einer Organismenart als Produkt der natürlichen Selektion	692
53.3	Exponentielles Wachstum: Ein Modell für Populationen in einer idealen, unbegrenzten Umwelt	693
53.4	Das logistische Wachstumsmodell: Langsameres Populationswachstum bei Annäherung an die Umweltkapazität	696
53.5	Dichteabhängige Einflüsse auf das Populationswachstum	699
53.6	Die menschliche Bevölkerung: Kein exponentielles Wachstum mehr, aber immer noch ein steiler Anstieg	701

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