

Inhaltsverzeichnis	2	MATERIAL Das Cytoskelett bringt Bewegung	39
1 Zellbiologie	10	Bakterien sind überall	40
1.1 Zellen werden erforscht		Vom Einzeller zum Vielzeller	42
Gibt es Leben im Weltraum?	12	PRAKTIKUM Euglena – Tier oder Pflanze?	43
Entsteht Leben immer wieder neu?	14	Zellen mit verschiedenen Aufgaben	44
MATERIAL Entdeckung einer neuen Welt	15	Pflanzen wachsen lebenslänglich	46
Zelluläre Organisation von Lebewesen	16	MATERIAL Die Ausdifferenzierung von Zellen lässt sich beeinflussen	47
MATERIAL Koordiniertes Wachstum in einem Organismus	17	1.2 Der Zellkern – eine Steuerzentrale?	
Vom Mikro- zum Nanokosmos	18	Die Bedeutung des Zellkerns	48
MATERIAL Vergleich von Größenverhältnissen	20	MATERIAL Experimente mit der Alge Acetabularia	49
PRAKTIKUM Wie lassen sich die tatsächlichen Größen von Präparaten ermitteln?	21	Chromosomen – Transportform der DNA	50
Eukaryotische Zellen	22	Keine Zellteilung ohne Mitose	52
METHODE Vom Bild zum Schema	24	INFOGRAFIK Der Zellzyklus – Mitose und Interphase	54
MATERIAL Vom Bild zum Schema	25	Zellen zerstören sich selbst – Apoptose	56
METHODE Wie werden Zellbestandteile isoliert?	26	MATERIAL Apoptose – Zellen sterben ab	57
PRAKTIKUM Modellversuche zur Dichtegradientenzentrifugation	27	1.3 Biomembranen sind Grenzen	
Mitochondrien – Orte der Energieübertragung	28	Chemische Eigenschaften der Zellinhaltsstoffe	58
MATERIAL Ohne Mitochondrien läuft nichts	29	Lipide	60
INFOGRAFIK Kohlenhydrate – kleiner Einblick in die Vielfalt	30	PRAKTIKUM Was uns der Rotkohl verrät	61
Plastiden sind ineinander umwandelbar	32	Aufbau einer Biomembran	62
EXTRA Chloroplast im Dienst der Schnecke?	33	MATERIAL Sind die Proteine in der Biomembran beweglich?	63
INFOGRAFIK Zellorganellen in Aktion	34	EXTRA Ein Modell entwickelt sich	64
Tracer – Moleküle werden verfolgt	36	MATERIAL Ein Modell zur Beweglichkeit in der Membran	65
MATERIAL In welchem Pflanzengewebe wird Glucose transportiert?	37	Teilchen bewegen sich – Diffusion	66
Das Cytoskelett – ständig in Aktion	38	Plasmolyse – Deplasmolyse	68
		PRAKTIKUM Wirkung von Stoffen auf den zellulären Wasserhaushalt	69
		Transportvorgänge durch Biomembranen	70
		EXTRA Salz: Ein Problem – verschiedene Lösungen	72
		MATERIAL Anpasstheit ans Meerwasser	73

Transport über Vesikel	74
MATERIAL Membran im Fluss	75
Zellwachstum bei Pflanzen	76

ABI-TRAINING Ich kann...	78
ABI-TRAINING Zellen organisieren sich um	79

2 Biokatalyse 80

2.1 Aufbau und Funktion von Enzymen

Enzyme sind Biokatalysatoren	82
MATERIAL Modelle zur Biokatalyse	83
Proteine	84
Struktur und Wirkungsweise von Enzymen	86
Eigenschaften von Enzymen	88
PRAKTIKUM Substratspezifität von Enzymen	89
INFOGRAFIK Klassifizierung von Enzymen und Nomenklatur	90
Geschwindigkeit enzymkatalysierter Reaktionen	92
MATERIAL Ein Enzym mit verschiedenen Substrataffinitäten	94
METHODE Gel-Elektrophorese	95

2.2 Beeinflussung der Enzymaktivität

Wie beeinflusst die Temperatur die Geschwindigkeit enzymatischer Reaktionen?	96
MATERIAL Einfluss der Temperatur auf Lebensvorgänge	98
MATERIAL Enzymaktivität von Bromelain	99
Hemmung enzymkatalysierter Reaktionen	100
PRAKTIKUM Beeinflussung der Geschwindigkeit enzymkatalysierter Reaktionen	102
Regulation durch allosterische Enzyme	104
MATERIAL Der Blutzuckerspiegel beim Menschen	105
Enzyme im Alltag	106

MATERIAL Enzyme in der Lebensmittel-industrie	107
---	-----

ABI-TRAINING Ich kann...	108
--------------------------	-----

ABI-TRAINING Biologisches Recycling von Mikroplastik	109
--	-----

3 Immunbiologie 110

3.1 Bestandteile des Immunsystems und ihre Funktion

Barrieren gegen Krankheitserreger	112
MATERIAL Wenn das Immunsystem nicht richtig funktioniert	113
Angeborene Immunreaktion	114
PRAKTIKUM Erkennung von Krankheits-erregern	115
Erworbene Immunreaktion	116
Das Lymphsystem	118
Herkunft und Reifung der Leukocyten	120
MATERIAL Erworbene Immunität	121
Kommunikation zwischen Lymphocyten	122
MATERIAL Gut getarnt – wie entkommen Krebszellen dem Immunsystem?	123
Antikörper	124
MATERIAL Antikörper	125
INFOGRAFIK Das Immunsystem unseres Körpers	126
Aktive und passive Immunisierung	128
MATERIAL Impfen	129
Epidemien, Pandemien und Endemien	130
MATERIAL Die Corona-Pandemie	131

3.2 Unerwünschte Immunreaktionen

Allergien	132
MATERIAL Schützt der Bauernhof vor Allergien?	133
Autoimmunerkrankungen	134

ABI-TRAINING Ich kann...	136
ABI-TRAINING Aids – wieso kann ein Schnupfen zum Tod führen?	137

4 Keimzellen – Start ins Leben 138

4.1 Meiose als Grundlage der Variabilität	
Entstehung von Geschlechtszellen	140
MATERIAL Genetische Vielfalt der Nachkommen	142
MATERIAL Fortpflanzung ohne Sex	143
Fehlverteilung in der Meiose	144
MATERIAL Zellen mit anderer Chromosomenzahl	145

4.2 Grundlagen der Reproduktionsbiologie	
INFOGRAFIK Von der Befruchtung bis zum Fetus	146
Entwicklungsstörungen während der Schwangerschaft	148
MATERIAL Zellen werden zu „Virus-Fabriken“	149
ABI-TRAINING Ich kann...	150
ABI-TRAINING Vergleich von Mitose und Meiose	151

5 Stoffwechsel 152

5.1 Zusammenhang von auf- und abbauendem Stoffwechsel	
Energie in Lebewesen	154
Energieübertragung mit Transportmolekülen	156
Muskelaufbau und -kontraktion	158
ATP-Synthase	160

MATERIAL Die chemiosmotische Hypothese	161
INFOGRAFIK Energieumwandlung in autotrophen Lebewesen	162

5.2 Abbauender Stoffwechsel	
Atmungskette	164
Glykolyse	166
Pyruvatoxidation und Citratzyklus	168
INFOGRAFIK Überblick Dissimilation	170
MATERIAL Die „Drehscheibe“ des Stoffwechsels	172
Gärung	174
MATERIAL Gärung	176
PRAKTIKUM Gärung	177
Zellatmung oder Gärung?	178
MATERIAL Regulation der Zellatmung	179

5.3 Aufbauender Stoffwechsel	
Grundlage für die Fotosynthese: Licht	180
PRAKTIKUM Blattfarbstoffe	182
Die Pigmente im Lichtsammelkomplex	183
Fotoreaktion – der erste Teil der Fotosynthese	184
MATERIAL Erforschung der Fotosynthesereaktionen	186
MATERIAL Die Experimente von Arnon	187
Synthesereaktion – Glucose entsteht	188
Fotosynthese und Umweltfaktoren	190
PRAKTIKUM Fotosynthese: Abhängigkeit von Umweltfaktoren	192
INFOGRAFIK Fotosynthese	194
MATERIAL Fotosynthese bei C ₄ -Pflanzen	196
MATERIAL Fotosynthese bei CAM-Pflanzen	197
EXTRA Autotrophes Leben ohne Licht – Chemosynthese	198
EXTRA Künstliche Fotosynthese: Fotosynthese 2.0	199

ABI-TRAINING Ich kann...	200
ABI-TRAINING Wie reagieren Pflanzen auf Sauerstoffmangel?	201
ABI-TRAINING Bunte Blattläuse	202

6 Informationssysteme 204

6.1 Nervenzellen

Nervenzellen - Vom Reiz zur Reaktion	206
Nervenzellen	208
MATERIAL Gleichgewichtspotenzial	210
PRAKTIKUM Membranpotenzial	211
Das Ruhepotenzial	212
MATERIAL Die Natrium-Kalium-Ionenpumpe	214
EXTRA Potenzial	215
Potenzialänderungen	216
MATERIAL Erforschung des Aktionspotenzials	218
Codierung	219
Erregungsweiterleitung	220
Synapse	222
MATERIAL Synapsengifte	224
Verrechnung von Synapsen	226
INFOGRAFIK Motoneuron	228
Die Entwicklung der Ionentheorie der Erregung	230

6.2 Sinne

Das Auge des Menschen	232
MATERIAL Das Auge	233
Transduktion in Lichtsinneszellen	234
Farbsehen	236
INFOGRAFIK Das Auge	238
MATERIAL Rezeptive Felder	240
MATERIAL Kontrastverstärkung	241
Sehwahrnehmung im Gehirn	242

6.3 Nervensystem

INFOGRAFIK Das Nervensystem	244
MATERIAL Methoden der Hirnforschung	246
Alzheimer - Demenz	248

Belohnungssystem und Lernen	250
MATERIAL Neuronale Plastizität	252
MATERIAL Gehirndoping	253

6.4 Hormone

Wirkungsweise der Hormone	254
MATERIAL Wirkungsmechanismen	255
Die Hormone der Schilddrüse	256
MATERIAL Über- und Unterfunktion der Schilddrüse	257
Regulation des Blutzuckers	258
MATERIAL Insulin	259
Stressreaktion	260
Sexualhormone und weiblicher Zyklus	262
MATERIAL Weiblicher Zyklus	263

ABI-TRAINING Ich kann...	264
--------------------------	-----

ABI-TRAINING Nervengifte der Kegelschnecken	265
---	-----

ABI-TRAINING Nervensystem des Kalifornischen Seehasen	266
---	-----

ABI-TRAINING Erythropoietin	267
-----------------------------	-----

7 Ökologie 268

7.1 Umweltfaktoren und Ressourcenverfügbarkeit

Biosphäre 2 – ein Modell der Erde?	270
Angepasstheiten an Umweltbedingungen	272
MATERIAL Licht als Umweltfaktor	274
Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf Pflanzen	276
PRAKTIKUM Umweltfaktor Wasser – Mikroskopische Untersuchungen	278
Physiologische Toleranz und Reaktionsnorm	280
PRAKTIKUM Umweltfaktor Temperatur	282
MATERIAL Einfluss verschiedener Umweltfaktoren	283

Ökologische Potenz	284
Zeigerarten und Ökosystemmanagement	286
Vegetationsanalyse im Wald	288

7.2 Dynamik in Lebensgemeinschaften

Biozönosen werden erforscht	290
MATERIAL Wechselbeziehungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften	292
Die ökologische Nische	294
INFOGRAFIK Neobiota – Gäste aus einer anderen Welt	296
EXTRA Mathematische Modelle zum Populationswachstum	298
Populationen werden reguliert	300
MATERIAL Populationszyklus und Populationsdichte	301
Lebenszyklusstrategien	302
MATERIAL Sukzession – die Industriebrache wird wieder grün	303
Räuberpopulation und Beutepopulation	304
Räuber und Beute sind vernetzt	306
MATERIAL Wer reguliert wen?	308
Symbiose – jeder profitiert	310
MATERIAL Symbiosen haben viele Varianten	311
Parasiten – Schmarotzer	312
MATERIAL Manche Pflanzen sind Parasiten	313
MATERIAL Analyse von Wechselbeziehungen	314
Populationsökologie und Pflanzenschutz	316
Der Mensch verändert die Biodiversität	318

7.3 Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme

Energie im Ökosystem	320
Nahrungsnetze über mehrere Trophieebenen	322
MATERIAL Ausschlussexperimente klären Zusammenhänge	323

Giftstoffanreicherung in den Trophieebenen	324
Kohlenstoffkreislauf	326
Folgen der Klimaerwärmung	328
MATERIAL Kippunkte beschleunigen den Klimawandel	329
INFOGRAFIK Maßnahmen zur Abmilderung des Klimawandels	330
Ökologischer Fußabdruck und Biokapazität	332
MATERIAL Der persönliche Ökologische Fußabdruck	333
Stickstoff – vom Mangel zum Überschuss	334
Sanierung nitratbelasteter Gewässer	336
MATERIAL Nitrat im Trinkwasser – Eine Gefahr für die Gesundheit?	337
ABI-TRAINING Ich kann...	338
ABI-TRAINING Freilandexperimente mit Kolibris	339
ABI-TRAINING Freilanduntersuchungen zur Sukzession	340

8 Genetik - Molekulargenetische Grundlagen des Lebens 342

8.1 Aufbau der DNA

Die Entdeckung der DNA	344
MATERIAL Die Identifizierung des genetischen Materials	346
PRAKTIKUM DNA-Isolierung	347
MATERIAL Historische Vorstellung des DNA-Modells	348
Die Nucleinsäuren DNA und RNA	350
MATERIAL Verwandtschaftsanalyse durch DNA-Hybridisierung	352
MATERIAL Replikation der DNA	353
Replikation – das Kopieren der DNA	354

8.2 Funktion der DNA

Vom Gen zum Merkmal	356
Transkription – der erste Schritt der Proteinbiosynthese	358

Prozessierung der prä-mRNA	360
Genetischer Code	362
MATERIAL Entschlüsselung des genetischen Codes	363
Translation – Funktion von tRNA und Ribosomen	364
Translation – ein Protein entsteht	366
INFOGRAFIK Proteinbiosynthese	368
MATERIAL Translatierte Polypeptide	370
EXTRA mRNA-Impfstoffe	371
Proteinbiosynthese bei Prokaryoten	372
MATERIAL Antibiotika	373

8.3 Beeinflussung der Genaktivität

Regulation der Proteinbiosynthese bei Eukaryoten	374
MATERIAL Regulation der Translation	376
EXTRA Genregulation bei Prokaryoten	377
Epigenetik	378
MATERIAL Wie die Umwelt das Genom beeinflusst	380
MATERIAL RNA-Interferenz	382
Genmutationen	384
MATERIAL Punktmutationen können Krankheiten hervorrufen	385
MATERIAL DNA-Reparatur	386
Krebs	388
MATERIAL Krebs	390

8.4 Analyseverfahren

PCR – Replikation im Reagenzglas	392
MATERIAL PCR-Test	394
Sequenzierung der DNA	396
EXTRA Hochdurchsatz-Sequenzierung	398
Genetischer Fingerabdruck	400
Personalisierte Medizin	402
MATERIAL Krebs ist nicht gleich Krebs	403

8.5 Genetik menschlicher Erkrankungen

INFOGRAFIK Mutationen	404
Autosomale Vererbung	406
Gonosomale Vererbung	408

METHODE Analyse von Familienstammbäumen	409
METHODE Stammbäumen-Schnellanalyse	410
MATERIAL Ursachen erhöhter Cholesterin-Werte	411
Pränatale Diagnostik	412
MATERIAL Chorea Huntington	414
Genetische Beratung	416
MATERIAL Gentest für Chorea Huntington	417
Assistierte Reproduktion	418
MATERIAL Präimplantationsdiagnostik	419

8.6 Gentechnische Verfahren und Gentherapie

Grundprinzipien der Gentechnik	420
MATERIAL Gentechnische Herstellung von Insulin	422
MATERIAL Gentechnisch veränderte Organismen	424
CRISPR-Cas-Systeme	426
MATERIAL CRISPR-Cas-Systeme in der Gentechnik	427
Gentherapie	428
MATERIAL Gentechnik in der Medizin	430
ABI-TRAINING Ich kann...	432
ABI-TRAINING Faktor-V-Leiden	433
ABI-TRAINING Lesch-Nyhan-Syndrom	434
ABI-TRAINING Gentechnisch veränderte Pappeln	435

9 Evolution - Entstehung und Entwicklung des Lebens 436

9.1 Grundlegende Prinzipien der Evolution

Biodiversität und Vielfalt	438
Darwins Evolutionstheorie	440
Selektion	442

MATERIAL Sexuelle Selektion	443
MATERIAL Industriemelanismus	444
Von der Population zum Genpool	446
Synthetische Evolutionstheorie	448
Variabilität	450
Gendrift	452
PRAKTIKUM Simulationsexperiment zur Gendrift	453
Der Artbegriff	454
Artbildung	456
MATERIAL Artbildung bei Fruchtfliegen	458
Adaptive Radiation	459
MATERIAL Adaptive Radiation	460
Koevolution	462
MATERIAL Koevolution	463
INFOGRAFIK Artbildung und Evolutionsfaktoren	464

9.2 Stammesgeschichtliche Verwandtschaft

Darstellung stammesgeschichtlicher Verwandtschaft	466
MATERIAL Stammbäume	468
MATERIAL Kladogramme	469
Homologie und Analogie	470
Molekulare Hinweise auf Verwandtschaft	472
MATERIAL Kladogramme erstellen	474
MATERIAL Molekulare Verwandtschaftsanalyse	475
Naturwissenschaftliche Theoriebildung	476

9.3 Adaptiver Wert von Verhalten

Lebenslaufstrategien und reproduktive Fitness	478
MATERIAL Unterschiedliche Lebenslaufstrategien	479
Kosten-Nutzen-Analyse	480
MATERIAL Strategien beim Nahrungserwerb	481
MATERIAL Kosten-Nutzen-Analyse	482
Sozialverhalten bei Primaten	484
MATERIAL Interaktion bei Makaken	485

9.4 Stammesgeschichte des Menschen

Primaten	486
Entwicklungsschritte zum Menschen	488
Aufrechter Gang	490
MATERIAL Hypothesen zum aufrechten Gang	491
Fossilfunde des Menschen	492
Gattung Homo	494
Einordnung neuer Fossilfunde	496
Neandertaler und moderner Mensch	498
MATERIAL Neandertaler	500
MATERIAL Forschungsmethoden	501
INFOGRAFIK Die Verbreitung des Menschen auf der Welt	502
MATERIAL Verwandtschaftsanalyse mithilfe von DNA	504
Kulturelle Evolution	506
MATERIAL Werkzeugentwicklung	508
PRAKTIKUM Werkzeugherstellung	509
ABI-TRAINING Ich kann...	510
ABI-TRAINING Marienkäfer	511
ABI-TRAINING Evolution der Großkatzen	512
ABI-TRAINING Der Floresmensch	513

Basiskonzepte

Struktur und Funktion	514
Stoff- und Energieumwandlung	516
Information und Kommunikation	518
Steuerung und Regelung	520
Individuelle und evolutive Entwicklung	522

METHODEN

Wie forschen Biologen?	524
Umgang mit wissenschaftlichen Daten	526
Modelle veranschaulichen	
Zusammenhänge	528
Wie stellt man Informationen grafisch dar?	530
Wie werden Bewertungsprozesse in der Biologie strukturiert?	532
Aufgabenstellungen mit Operatoren	534
Operatorenliste	535
Glossar	536
Register	552
Grundregeln für das Experimentieren	562
Sicherheitszeichen	563
Bildnachweis	564
Impressum	568