

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	
MATERIAL Koordiniertes Wachstum in		Zellen lässt sich beeinflussen	47
einem Organismus	17		
Vom Mikro- zum Nanokosmos	18	1.2 Der Zellkern – eine Steuerzentrale?	
MATERIAL Vergleich von Größen-		Die Bedeutung des Zellkerns	48
verhältnissen	20	MATERIAL Experimente mit der Alge	
PRAKTIKUM Wie lassen sich die		Acetabularia	49
tatsächlichen Größen von Präparaten		Chromosomen – Transportform der DNA	50
ermitteln?	21	Keine Zellteilung ohne Mitose	52
Eukaryotische Zellen	22	INFOGRAFIK Der Zellzyklus –	
METHODE Vom Bild zum Schema	24	Mitose und Interphase	54
MATERIAL Vom Bild zum Schema	25	Zellen zerstören sich selbst – Apoptose	56
METHODE Wie werden Zellbestandteile		MATERIAL Apoptose – Zellen sterben ab	57
isoliert?	26		
PRAKTIKUM Modellversuche zur		1.3 Biomembranen sind Grenzen	
Dichtegradientenzentrifugation	27	Chemische Eigenschaften der	
Mitochondrien – Orte der		Zellinhaltsstoffe	58
Energieübertragung	28	Lipide	60
MATERIAL Ohne Mitochondrien läuft		PRAKTIKUM Was uns der Rotkohl verrät	61
nichts	29	Aufbau einer Biomembran	62
INFOGRAFIK Kohlenhydrate – kleiner		MATERIAL Sind die Proteine in der	
Einblick in die Vielfalt	30	Biomembran beweglich?	63
Plastiden sind ineinander umwandelbar	32	EXTRA Ein Modell entwickelt sich	64
EXTRA Chloroplast im Dienst der		MATERIAL Ein Modell zur Beweglichkeit	
Schnecke?	33	in der Membran	65
INFOGRAFIK Zellorganellen in Aktion	34	Teilchen bewegen sich – Diffusion	66
Tracer – Moleküle werden verfolgt	36	Plasmolyse – Deplasmolyse	68
MATERIAL In welchem Pflanzengewebe		PRAKTIKUM Wirkung von Stoffen auf den	
wird Glucose transportiert?	37	zellulären Wasserhaushalt	69
Das Cytoskelett – ständig in Aktion	38	Transportvorgänge durch Biomembranen	70
		EXTRA Salz: Ein Problem – verschiedene	
		Lösungen	72
		MATERIAL Angepasstheit ans Meerwasser	73

Transport über Vesikel	74	MATERIAL Enzyme in der Lebensmittel-industrie	107
MATERIAL Membran im Fluss	75	ABI-TRAINING Ich kann...	108
Zellwachstum bei Pflanzen	76	ABI-TRAINING Biologisches Recycling von Mikroplastik	109
ABI-TRAINING Ich kann...	78		
ABI-TRAINING Zellen organisieren sich um	79		
2 Biokatalyse	80	3 Immunbiologie	110
2.1 Aufbau und Funktion von Enzymen		3.1 Bestandteile des Immunsystems und ihre Funktion	
Enzyme sind Biokatalysatoren	82	Barrieren gegen Krankheitserreger	112
MATERIAL Modelle zur Biokatalyse	83	MATERIAL Wenn das Immunsystem nicht richtig funktioniert	113
Proteine	84	Angeborene Immunreaktion	114
Struktur und Wirkungsweise von Enzymen	86	PRAKTIKUM Erkennung von Krankheitserregern	115
Eigenschaften von Enzymen	88	Erworbene Immunreaktion	116
PRAKTIKUM Substratspezifität von Enzymen	89	Das Lymphsystem	118
INFOGRAFIK Klassifizierung von Enzymen und Nomenklatur	90	Herkunft und Reifung der Leukocyten	120
Geschwindigkeit enzymkatalysierter Reaktionen	92	MATERIAL Erworbene Immunität	121
MATERIAL Ein Enzym mit verschiedenen Substrataffinitäten	94	Kommunikation zwischen Lymphocyten	122
METHODE Gel-Elektrophorese	95	MATERIAL Gut getarnt – wie entkommen Krebszellen dem Immunsystem?	123
2.2 Beeinflussung der Enzymaktivität		Antikörper	124
Wie beeinflusst die Temperatur die Geschwindigkeit enzymatischer Reaktionen?	96	MATERIAL Antikörper	125
MATERIAL Einfluss der Temperatur auf Lebensvorgänge	98	INFOGRAFIK Das Immunsystem unseres Körpers	126
MATERIAL Enzymaktivität von Bromelain	99	Aktive und passive Immunisierung	128
Hemmung enzymkatalysierter Reaktionen	100	MATERIAL Impfen	129
PRAKTIKUM Beeinflussung der Geschwindigkeit enzymkatalysierter Reaktionen	102	Epidemien, Pandemien und Endemien	130
Regulation durch allosterische Enzyme	104	MATERIAL Die Corona-Pandemie	131
MATERIAL Der Blutzuckerspiegel beim Menschen	105	3.2 Unerwünschte Immunreaktionen	
Enzyme im Alltag	106	Allergien	132
		MATERIAL Schützt der Bauernhof vor Allergien?	133
		Autoimmunerkrankungen	134

ABI-TRAINING Ich kann...	136	MATERIAL Die chemiosmotische Hypothese	161
ABI-TRAINING Aids – wieso kann ein Schnupfen zum Tod führen?	137	INFOGRAFIK Energieumwandlung in autotrophen Lebewesen	162
4 Keimzellen – Start ins Leben	138	5.2 Abbauender Stoffwechsel	
4.1 Meiose als Grundlage der Variabilität		Atmungskette	164
Entstehung von Geschlechtszellen	140	Glykolyse	166
MATERIAL Genetische Vielfalt der Nachkommen	142	Pyruvatoxidation und Citratzyklus	168
MATERIAL Fortpflanzung ohne Sex	143	INFOGRAFIK Überblick Dissimilation	170
Fehlverteilung in der Meiose	144	MATERIAL Die „Drehscheibe“ des Stoffwechsels	172
MATERIAL Zellen mit anderer Chromosomenzahl	145	Gärung	174
4.2 Grundlagen der Reproduktionsbiologie		MATERIAL Gärung	176
INFOGRAFIK Von der Befruchtung bis zum Fetus	146	PRAKTIKUM Gärung	177
Entwicklungsstörungen während der Schwangerschaft	148	Zellatmung oder Gärung?	178
MATERIAL Zellen werden zu „Virus-Fabriken“	149	MATERIAL Regulation der Zellatmung	179
ABI-TRAINING Ich kann...	150	5.3 Aufbauender Stoffwechsel	
ABI-TRAINING Vergleich von Mitose und Meiose	151	Grundlage für die Fotosynthese: Licht	180
5 Stoffwechsel	152	PRAKTIKUM Blattfarbstoffe	182
5.1 Zusammenhang von auf- und abbauendem Stoffwechsel		Die Pigmente im Lichtsammelkomplex	183
Energie in Lebewesen	154	Fotoreaktion – der erste Teil der Fotosynthese	184
Energieübertragung mit Transportmolekülen	156	MATERIAL Erforschung der Fotosynthesereaktionen	186
Muskelaufbau und -kontraktion	158	MATERIAL Die Experimente von Arnon	187
ATP-Synthase	160	Synthesereaktion – Glucose entsteht	188
		Fotosynthese und Umweltfaktoren	190
		PRAKTIKUM Fotosynthese: Abhängigkeit von Umweltfaktoren	192
		INFOGRAFIK Fotosynthese	194
		MATERIAL Fotosynthese bei C₄-Pflanzen	196
		MATERIAL Fotosynthese bei CAM-Pflanzen	197
		EXTRA Autotropes Leben ohne Licht – Chemosynthese	198
		EXTRA Künstliche Fotosynthese: Fotosynthese 2.0	199

ABI-TRAINING Ich kann...	200	Belohnungssystem und Lernen	250
ABI-TRAINING Wie reagieren Pflanzen auf Sauerstoffmangel?	201	MATERIAL Neuronale Plastizität	252
ABI-TRAINING Bunte Blattläuse	202	MATERIAL Gehirndoping	253
6 Informationssysteme	204	6.4 Hormone	
6.1 Nervenzellen		Wirkungsweise der Hormone	254
Nervenzellen - Vom Reiz zur Reaktion	206	MATERIAL Wirkungsmechanismen	255
Nervenzellen	208	Die Hormone der Schilddrüse	256
MATERIAL Gleichgewichtspotenzial	210	MATERIAL Über- und Unterfunktion der Schilddrüse	257
PRAKTIKUM Membranpotenzial	211	Regulation des Blutzuckers	258
Das Ruhepotenzial	212	MATERIAL Insulin	259
MATERIAL Die Natrium-Kalium-Ionenpumpe	214	Stressreaktion	260
EXTRA Potenzial	215	Sexualhormone und weiblicher Zyklus	262
Potenzialänderungen	216	MATERIAL Weiblicher Zyklus	263
MATERIAL Erforschung des Aktionspotenzials	218	 	
Codierung	219	ABI-TRAINING Ich kann...	264
Erregungsweiterleitung	220	ABI-TRAINING Nervengifte der Kegelschnecken	265
Synapse	222	ABI-TRAINING Nervensystem des Kalifornischen Seehasen	266
MATERIAL Synapsengifte	224	ABI-TRAINING Erythropoietin	267
Verrechnung von Synapsen	226	 	
INFOGRAFIK Motoneuron	228	7 Ökologie	268
Die Entwicklung der Ionentheorie der Erregung	230	 	
6.2 Sinne		7.1 Umweltfaktoren und Ressourcenverfügbarkeit	
Das Auge des Menschen	232	Biosphäre 2 – ein Modell der Erde?	270
MATERIAL Das Auge	233	Anangepasstheiten an Umweltbedingungen	272
Transduktion in Lichtsinneszellen	234	MATERIAL Licht als Umweltfaktor	274
Farbensehen	236	Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf Pflanzen	276
INFOGRAFIK Das Auge	238	PRAKTIKUM Umweltfaktor Wasser – Mikroskopische Untersuchungen	278
MATERIAL Rezeptive Felder	240	Physiologische Toleranz und Reaktionsnorm	280
MATERIAL Kontrastverstärkung	241	PRAKTIKUM Umweltfaktor Temperatur	282
Sehwahrnehmung im Gehirn	242	MATERIAL Einfluss verschiedener Umweltfaktoren	283
6.3 Nervensystem			
INFOGRAFIK Das Nervensystem	244		
MATERIAL Methoden der Hirnforschung	246		
Alzheimer - Demenz	248		

Ökologische Potenz	284	Giftstoffanreicherung in den Trophieebenen	324
Zeigerarten und Ökosystemmanagement	286	Kohlenstoffkreislauf	326
Vegetationsanalyse im Wald	288	Folgen der Klimaerwärmung	328
7.2 Dynamik in Lebensgemeinschaften		MATERIAL Kippunkte beschleunigen den Klimawandel	329
Biozönosen werden erforscht	290	INFOGRAFIK Maßnahmen zur Abmilderung des Klimawandels	330
MATERIAL Wechselbeziehungen und Dynamik in Lebensgemeinschaften	292	Ökologischer Fußabdruck und Biokapazität	332
Die ökologische Nische	294	MATERIAL Der persönliche Ökologische Fußabdruck	333
INFOGRAFIK Neobiota – Gäste aus einer anderen Welt	296	Stickstoff – vom Mangel zum Überschuss	334
EXTRA Mathematische Modelle zum Populationswachstum	298	Sanierung nitratbelasteter Gewässer	336
Populationen werden reguliert	300	MATERIAL Nitrat im Trinkwasser – Eine Gefahr für die Gesundheit?	337
MATERIAL Populationszyklus und Populationsdichte	301	ABI-TRAINING Ich kann...	338
Lebenszyklusstrategien	302	ABI-TRAINING Freilandexperimente mit Kolibris	339
MATERIAL Sukzession – die Industriebrache wird wieder grün	303	ABI-TRAINING Freilanduntersuchungen zur Sukzession	340
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	8 Genetik - Molekulargenetische Grundlagen des Lebens	342
Parasiten – Schmarotzer	312		
MATERIAL Manche Pflanzen sind Parasiten	313	8.1 Aufbau der DNA	
MATERIAL Analyse von Wechselbeziehungen	314	Die Entdeckung der DNA	344
Populationsökologie und Pflanzenschutz	316	MATERIAL Die Identifizierung des genetischen Materials	346
Der Mensch verändert die Biodiversität	318	PRAKTIKUM DNA-Isolierung	347
7.3 Stoff- und Energiefluss durch Ökosysteme		MATERIAL Historische Vorstellung des DNA-Modells	348
Energie im Ökosystem	320	Die Nucleinsäuren DNA und RNA	350
Nahrungsnetze über mehrere Trophieebenen	322	MATERIAL Verwandtschaftsanalyse durch DNA-Hybridisierung	352
MATERIAL Ausschlussexperimente klären Zusammenhänge	323	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	METHODE Analyse von Familienstamm-
Genetischer Code	362	bäumen
MATERIAL Entschlüsselung des		409
genetischen Codes	363	METHODE Stammbäumen-Schnellanalyse
Translation – Funktion von tRNA und		410
Ribosomen	364	MATERIAL Ursachen erhöhter Cholesterin-
Translation – ein Protein entsteht	366	Werte
INFOGRAFIK Proteinbiosynthese	368	411
MATERIAL Translatierte Polypeptide	370	Pränatale Diagnostik
EXTRA mRNA-Impfstoffe	371	412
Proteinbiosynthese bei Prokaryoten	372	MATERIAL Chorea Huntington
MATERIAL Antibiotika	373	414
8.3 Beeinflussung der Genaktivität		Genetische Beratung
Regulation der Proteinbiosynthese bei		416
Eukaryoten	374	MATERIAL Gentest für Chorea Huntington
MATERIAL Regulation der Translation	376	417
EXTRA Genregulation bei Prokaryoten	377	Assistierte Reproduktion
Epigenetik	378	418
MATERIAL Wie die Umwelt das Genom		MATERIAL Präimplantationsdiagnostik
beeinflusst	380	419
MATERIAL RNA-Interferenz	382	
Genmutationen	384	8.6 Gentechnische Verfahren und
MATERIAL Punktmutationen können		Gentherapie
Krankheiten hervorrufen	385	Grundprinzipien der Gentechnik
MATERIAL DNA-Reparatur	386	420
Krebs	388	MATERIAL Gentechnische Herstellung
MATERIAL Krebs	390	von Insulin
8.4 Analyseverfahren		422
PCR – Replikation im Reagenzglas	392	MATERIAL Gentechnisch veränderte
MATERIAL PCR-Test	394	Organismen
Sequenzierung der DNA	396	424
EXTRA Hochdurchsatz-Sequenzierung	398	CRISPR-Cas-Systeme
Genetischer Fingerabdruck	400	426
Personalisierte Medizin	402	MATERIAL CRISPR-Cas-Systeme in der
MATERIAL Krebs ist nicht gleich Krebs	403	Gentechnik
8.5 Genetik menschlicher Erkrankungen		427
INFOGRAFIK Mutationen	404	Gentherapie
Autosomale Vererbung	406	428
Gonosomale Vererbung	408	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	9.4 Stammesgeschichte des Menschen	
MATERIAL Industriemelanismus	444	Primaten	486
Von der Population zum Genpool	446	Entwicklungsschritte zum Menschen	488
Synthetische Evolutionstheorie	448	Aufrechter Gang	490
Variabilität	450	MATERIAL Hypothesen zum aufrechten	
Gendrift	452	Gang	491
PRAKTIKUM Simulationsexperiment zur		Fossilfunde des Menschen	492
Gendrift	453	Gattung Homo	494
Der Artbegriff	454	Einordnung neuer Fossilfunde	496
Artbildung	456	Neandertaler und moderner Mensch	498
MATERIAL Artbildung bei Fruchtfliegen	458	MATERIAL Neandertaler	500
Adaptive Radiation	459	MATERIAL Forschungsmethoden	501
MATERIAL Adaptive Radiation	460	INFOGRAFIK Die Verbreitung des	
Koevolution	462	Menschen auf der Welt	502
MATERIAL Koevolution	463	MATERIAL Verwandschaftsanalyse	
INFOGRAFIK Artbildung und Evolutions-		mithilfe von DNA	504
faktoren	464	Kulturelle Evolution	506
9.2 Stammesgeschichtliche Verwandtschaft		MATERIAL Werkzeugentwicklung	508
Darstellung stammesgeschichtlicher		PRAKTIKUM Werkzeugherstellung	509
Verwandtschaft	466		
MATERIAL Stammbäume	468	ABI-TRAINING Ich kann...	510
MATERIAL Kladogramme	469	ABI-TRAINING Marienkäfer	511
Homologie und Analogie	470	ABI-TRAINING Evolution der Großkatzen	512
Molekulare Hinweise auf Verwandtschaft	472	ABI-TRAINING Der Floresmensch	513
MATERIAL Kladogramme erstellen	474		
MATERIAL Molekulare Verwandschafts-			
analyse	475		
Naturwissenschaftliche Theoriebildung	476		
9.3 Adaptiver Wert von Verhalten			
Lebenslaufstrategien und reproduktive			
Fitness	478		
MATERIAL Unterschiedliche Lebenslauf-			
strategien	479		
Kosten-Nutzen-Analyse	480		
MATERIAL Strategien beim Nahrungs-			
erwerb	481		
MATERIAL Kosten-Nutzen-Analyse	482		
Sozialverhalten bei Primaten	484		
MATERIAL Interaktion bei Makaken	485		

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