

# Inhalt

Was ist Biologie? .....	9	2.4 Reaktionsgeschwindigkeit und Hemmung der Enzymaktivität .....	60
Die Basiskonzepte der Biologie .....	11	AUFGABEN Enzymhemmung in der Medizin.....	61
Biologische Systeme und ihre Ebenen .....	12	2.5 Enzymregulation .....	62
<b>System Zelle</b> .....	14	2.6 Angewandte Biologie: Enzyme für Industrie und Haushalt .....	63
<b>1 Der Bau von Zellen</b> .....	16	AUFGABEN Enzyme .....	64
1.1 Das lichtmikroskopische Bild von Zellen .....	16	PRAKTIKUM Enzyme .....	65
METHODE Mikroskopische Techniken .....	18	<b>3 Struktur und Funktion von Nucleinsäuren</b> ....	66
PRAKTIKUM Mikroskopieren .....	20	3.1 DNA und RNA .....	66
1.2 Das elektronenmikroskopische Bild von Zellen .....	22	PRAKTIKUM selbstorganisiert DNA-Isolierung. ...	67
1.3 Vergleich von Prokaryoten und Eukaryoten ....	24	3.2 DNA-Replikation: Das MESELSON-STÄHL- Experiment .....	68
1.4 Die Endosymbionten-Theorie .....	25	3.3 Molekularer Mechanismus der DNA-Replikation.....	69
1.5 Spezialisierung von Zellen .....	26	<b>4 Von der DNA zum Protein</b> .....	70
1.6 Die Struktur von Biomembranen .....	28	4.1 Transkription .....	70
METHODE Arbeiten mit Modellen .....	29	4.2 Der genetische Code .....	71
1.7 Stofftransport durch Biomembranen .....	30	4.3 Translation .....	72
AUFGABEN Osmose und Plasmolyse .....	32	AUFGABEN DNA .....	74
PRAKTIKUM Plasmolyse bei Pflanzenzellen ....	33	METHODE Chromatografie .....	75
1.8 Zellbestandteile .....	34	METHODE Gelelektrophorese.....	76
AUFGABEN vernetzt Erythrocyten .....	39	METHODE Tracertechnik.....	77
1.9 Die zelluläre Kompartimentierung .....	40	<b>BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN</b>	
<b>BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN</b>		System Zelle .....	42
System Zelle .....	42	<b>Biomoleküle und Biokatalyse</b> ....	44
<b>Biomoleküle und Biokatalyse</b> ....	44	<b>1 Inhaltsstoffe von Zellen</b> .....	46
<b>1 Inhaltsstoffe von Zellen</b> .....	46	1.1 Wasser .....	46
1.1 Wasser .....	46	1.2 Biomoleküle .....	47
1.2 Biomoleküle .....	47	1.3 Proteine .....	48
1.3 Proteine .....	48	1.4 Kohlenhydrate .....	50
1.4 Kohlenhydrate .....	50	1.5 Lipide .....	52
1.5 Lipide .....	52	1.6 Nucleotide und Nucleinsäuren .....	53
1.6 Nucleotide und Nucleinsäuren .....	53	AUFGABEN Inhaltsstoffe von Zellen .....	54
AUFGABEN Inhaltsstoffe von Zellen .....	54	AUFGABEN vernetzt Naturfasern im Vergleich ...	55
AUFGABEN vernetzt Naturfasern im Vergleich ...	55	<b>2 Wirkungsweise von Enzymen</b> .....	56
<b>2 Wirkungsweise von Enzymen</b> .....	56	2.1 Enzyme sind Biokatalysatoren .....	56
2.1 Enzyme sind Biokatalysatoren .....	56	2.2 Beeinflussung der Enzymaktivität .....	58
2.2 Beeinflussung der Enzymaktivität .....	58	2.3 Cofaktoren.....	59
2.3 Cofaktoren.....	59	AUFGABEN Das HARDEN-YOUNG-Experiment ....	59
AUFGABEN Das HARDEN-YOUNG-Experiment ....	59	<b>Immunsystem</b> .....	80
<b>Immunsystem</b> .....	80	<b>1 Abwehrsysteme</b> .....	82
<b>1 Abwehrsysteme</b> .....	82	1.1 Unspezifische Immunabwehr .....	82
1.1 Unspezifische Immunabwehr .....	82	1.2 Die Zellen des Immunsystems.....	83
1.2 Die Zellen des Immunsystems.....	83	1.3 Spezifische Immunabwehr .....	84
1.3 Spezifische Immunabwehr .....	84	AUFGABEN Transplantationsexperimente .....	84
AUFGABEN Transplantationsexperimente .....	84	1.4 Die Spezifität der Antikörper.....	85
1.4 Die Spezifität der Antikörper.....	85	1.5 Humorale und zelluläre Immunantwort .....	86
1.5 Humorale und zelluläre Immunantwort .....	86	AUFGABEN Immunantwort .....	89
AUFGABEN Immunantwort .....	89	<b>2 Fehlfunktionen des Immunsystems</b> .....	90
<b>2 Fehlfunktionen des Immunsystems</b> .....	90	2.1 Allergien .....	90
2.1 Allergien .....	90	2.2 Autoimmunerkrankungen.....	91
2.2 Autoimmunerkrankungen.....	91	2.3 Angewandte Biologie: Transplantatabstoßung ....	92
2.3 Angewandte Biologie: Transplantatabstoßung ....	92		

<b>3 Unterstützung des Immunsystems</b> .....	<b>93</b>	METHODE DNA-Sequenzierung .....	130
3.1 Impfungen .....	93	PRAKTIKUM Gelelektrophorese .....	131
3.2 Angewandte Biologie: Zellkulturen in der Medizin .....	94	3.4 DNA-Mutationen und DNA-Reparatur .....	132
EXKURS Impfungen – eine gesellschaftliche Aufgabe .....	95	AUFGABEN Hämophilie .....	134
3.3 Angewandte Biologie: Monoklonale Antikörper ...	96	METHODE DNA-Chip .....	135
3.4 HIV – ein Retrovirus .....	97	3.5 Genregulation bei Prokaryoten .....	136
EXKURS Therapieansätze bei AIDS .....	98	3.6 Genregulation bei Eukaryoten .....	138
AUFGABEN Abwehrsystem .....	99	3.7 Epigenetik .....	141
PRAKTIKUM ELISA-Test .....	100	AUFGABEN vernetzt Mukoviszidose .....	142
AUFGABEN vernetzt Humanes Immundefizienz-Virus .....	101	<b>4 Entwicklungsgenetik</b> .....	<b>144</b>
AUFGABEN vernetzt SARS-CoV-2: Erreger von COVID-19 .....	102	4.1 Entwicklung bei Samenpflanzen .....	144
 BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN		4.2 Keimesentwicklung bei Amphibien .....	146
Immunsystem .....	104	4.3 Embryonalentwicklung beim Menschen .....	148
 <b>Genetik</b> .....	<b>106</b>	4.4 Hormonelle Regulation der Entwicklung bei Tieren und Pflanzen .....	150
<b>1 Fortpflanzung und Vererbung</b> .....	<b>108</b>	4.5 Gene kontrollieren die Entwicklung .....	152
1.1 Ungeschlechtliche Fortpflanzung und Mitose ...	108	AUFGABEN Mutationen maternaler Gene .....	154
1.2 Geschlechtliche Fortpflanzung und Meiose .....	111	4.6 Fehlgesteuerte Zellteilung: Krebs .....	155
1.3 Angewandte Biologie: Reproduktionsmedizin ...	114	EXKURS Klassische und moderne Krebstherapien .....	157
AUFGABEN Präimplantationsdiagnostik .....	115	4.7 Angewandte Biologie: Nutzung von Stammzellen .....	158
 <b>2 Klassische Genetik</b> .....	<b>116</b>	METHODE Bewerten im Bereich der Bioethik. ...	160
2.1 Die MENDELSchen Regeln .....	116	AUFGABEN Entwicklungsgenetik .....	162
2.2 Chromosomen als Träger der Erbanlagen .....	118	 <b>5 Bakterien- und Virengenetik</b> .....	<b>163</b>
AUFGABEN Intermediärer Erbgang .....	119	5.1 Bakterien als genetische Versuchsobjekte. ....	163
AUFGABEN Forschen und Erkennen Genlokalisierung .....	119	METHODE Arbeiten mit Bakterienkulturen ....	164
2.3 Mutationen .....	120	PRAKTIKUM Versuche mit Bakterien .....	166
2.4 Modifikationen .....	121	5.2 Systematik der Bakterien .....	167
AUFGABEN Forschen und Erkennen Variabilität von Bohnensamen .....	121	5.3 Angewandte Biologie: Bakterien in der Biotechnologie .....	168
AUFGABEN Forschen und Erkennen Transplantation von Zellkernen .....	122	5.4 Genetische Rekombination bei Bakterien .....	169
 <b>3 Molekulare Genetik</b> .....	<b>123</b>	5.5 Angewandte Biologie: Antibiotika und Antibiotikaresistenzen .....	170
3.1 Die DNA als Erbsubstanz .....	123	5.6 Bau und Vermehrung von Viren .....	172
3.2 Die Funktion von Genen .....	124	5.7 Rekombination und Gentransfer bei Viren .....	173
3.3 Das genetische System der Eukaryoten .....	126	AUFGABEN Bakterien- und Virengenetik .....	174
METHODE PCR .....	128	 <b>6 Gentechnik</b> .....	<b>175</b>
AUFGABEN vernetzt PCR .....	129	6.1 Methoden der Gentechnik .....	175
		AUFGABEN Restriktionsenzyme in der Gentechnik .....	178
		6.2 Angewandte Biologie: Genom-Editierung .....	179
		METHODE Gentransfer .....	182
		6.3 Gensuche .....	183

6.4	Angewandte Biologie: Gentechnik in der Medizin .....	184
6.5	Angewandte Biologie: Der genetische Fingerabdruck .....	185
6.6	Transgene Tiere und Pflanzen.....	186
	EXKURS Gentechnik – Pro und Kontra.....	188
	AUFGABEN Ethische Bewertung der Gentechnik .....	189
<b>7</b>	<b>Humangenetik .....</b>	<b>190</b>
7.1	Bedeutung der Humangenetik .....	190
7.2	Chromosomenanalyse beim Menschen.....	191
7.3	Erbgänge .....	192
	METHODE Stammbaumanalyse und Wahrscheinlichkeitsberechnung .....	195
7.4	Genommutationen.....	196
7.5	Chromosomenmutationen.....	198
7.6	Angewandte Biologie: Genetische Beratung und Diagnostik .....	200
7.7	Angewandte Biologie: Gentherapie beim Menschen .....	202
	AUFGABEN Humangenetik.....	203
	 BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN	
	Genetik .....	204

## **Evolution..... 206**

<b>1</b>	<b>Evolutionstheorien.....</b>	<b>208</b>
1.1	Biodiversität und Systematik .....	208
1.2	Die Entstehung der Evolutionstheorie.....	210
1.3	Die Synthetische Theorie der Evolution .....	212
	AUFGABEN Evolutionstheorien.....	213
<b>2</b>	<b>Belege für die Evolution.....</b>	<b>214</b>
2.1	Belege aus der vergleichenden Morphologie und Anatomie .....	214
2.2	Belege aus der Paläontologie .....	216
	EXKURS Methoden der Altersbestimmung.....	219
2.3	Belege aus der Biogeografie.....	220
	EXKURS Theorie der Plattentektonik .....	221
	AUFGABEN Belege für die Evolution .....	222
2.4	Belege aus der Molekularbiologie .....	224
	AUFGABEN DNA-DNA-Hybridisierung.....	225
	AUFGABEN DNA-Sequenzvergleiche bei Süßwasseregeln .....	226

EXKURS Kreationismus .....	227
AUFGABEN Stammbäume .....	227

## **3 Evolutionsmechanismen..... 228**

3.1	Genetische Variabilität – Grundlage evolutionen Wandels .....	228
3.2	Populationsgenetik .....	230
3.3	Gendrift .....	232
	AUFGABEN Evolutionsmechanismen.....	233
3.4	Natürliche Selektion – Grundlage biologischer Anpasstheit .....	234
	AUFGABEN Natürliche Selektion bei Stichlingen .....	235
3.5	Angewandte Biologie: Tier- und Pflanzenzüchtung .....	236

## **4 Evolution und Verhalten..... 238**

4.1	Kommunikation, Kooperation, Sozialsysteme .....	238
4.2	Sexuelle Selektion .....	240
	AUFGABEN Partnerwahl bei Hahnschweif-Widafinken .....	241
4.3	Konfliktverhalten und Aggression .....	242
4.4	Adaptiver Wert von Verhalten.....	243
4.5	Paarungssysteme .....	244
4.6	Verwandtenselektion .....	246
	AUFGABEN Paarungssysteme .....	247

## **5 Artbildung..... 248**

5.1	Artbegriff und Isolation .....	248
	AUFGABEN Reproduktive Isolation .....	248
5.2	Formen der Artbildung.....	250
	AUFGABEN Artbildung bei Salamandern .....	251
5.3	Adaptive Radiation .....	252
	AUFGABEN Lemuren auf Madagaskar .....	253
	AUFGABEN Artbildung .....	254
5.4	Coevolution.....	255
	AUFGABEN Coevolution bei Webervögeln .....	255

## **6 Die Stammesgeschichte der Lebewesen..... 256**

6.1	Chemische Evolution.....	256
	AUFGABEN Modellexperiment von Miller .....	257
6.2	Die Evolution der Zellen.....	258
6.3	Domänen.....	259
6.4	Die Evolution der biologischen Vielfalt .....	260
	METHODE Erstellen von phylogenetischen Stammbäumen.....	263

<b>7</b>	<b>Die Evolution des Menschen</b> .....	<b>264</b>
7.1	Der Mensch und seine nächsten Verwandten ....	264
	AUFGABEN Skelettvergleich .....	265
7.2	Stammesgeschichte des Menschen .....	266
7.3	Herkunft und Vielfalt des modernen Menschen ..	268
7.4	Die Stellung des Neandertalers – eine wissenschaftliche Kontroverse .....	270
	AUFGABEN Ausbreitungswege von <i>Homo sapiens</i> .....	271
7.5	Geistige und kulturelle Evolution des Menschen .....	272
	AUFGABEN Faktoren der Menschwerdung .....	272
	AUFGABEN Stammesgeschichtliche Verwandtschaft des Menschen .....	275
	 BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN	
	Evolution .....	276

## Stoffwechselbiologie – Dissimilation und Assimilation .....

<b>1</b>	<b>Energiefreisetzung durch Dissimilation</b> .....	<b>280</b>
1.1	Zellatmung .....	280
1.2	Energie und Energieumwandlung .....	281
	AUFGABEN Offene und geschlossene Systeme ..	281
1.3	Energiespeicher und Energieübertragung .....	282
	AUFGABEN Umwandlung und Speicherung von Energie .....	283
1.4	Zellatmung im Überblick .....	284
	AUFGABEN Versuche zur Zellatmung .....	284
1.5	Glykolyse .....	285
1.6	Citratzyklus .....	286
	AUFGABEN Untersuchung von Mitochondrienfragmenten .....	287
1.7	Atmungskette .....	288
	AUFGABEN Entkoppler .....	289
	AUFGABEN Zellatmung .....	290
1.8	Gärungen .....	291
1.9	Angewandte Biologie: Bierbrauen in der Antike und heute .....	292
	PRAKTIKUM Gärungen .....	293
1.10	Verknüpfungen im Zellstoffwechsel .....	294
	AUFGABEN Zellstoffwechsel .....	295
<b>2</b>	<b>Bewegung und Energiestoffwechsel</b> .....	<b>296</b>

2.1	Messung des Energieumsatzes .....	296
2.2	Bau und Funktion des Muskels .....	298
2.3	Muskelstoffwechsel .....	300
	AUFGABEN Energiebereitstellung im Skelettmuskel .....	300
2.4	Leistungssteigerung durch Training .....	301
2.5	Doping .....	302
	AUFGABEN Energiestoffwechsel beim Sport ....	303
	AUFGABEN vernetzt Hämoglobin und Myoglobin .....	304
<b>3</b>	<b>Assimilation – Fotosynthese</b> .....	<b>306</b>
3.1	Bedeutung der Fotosynthese .....	306
3.2	Abhängigkeit der Fotosynthese von Außenfaktoren .....	307
	AUFGABEN Fotosynthese und Zellatmung .....	307
	METHODE Experimentieren .....	308
3.3	Das Blatt als Ort der Fotosynthese .....	309
3.4	Sonnenblätter und Schattenblätter .....	310
3.5	Transpiration und Fotosynthese .....	311
	AUFGABEN Außenfaktoren der Fotosynthese ...	312
3.6	Absorptionsspektrum und Wirkungsspektrum ..	313
	EXKURS Licht und Lichtabsorption .....	314
	PRAKTIKUM Blattfarbstoffe .....	315
3.7	Fotosysteme .....	316
3.8	Fotosynthese im Überblick .....	317
	AUFGABEN BLACKMAN-Versuche .....	317
3.9	Lichtabhängige Reaktionen .....	318
3.10	Lichtunabhängige Reaktionen .....	320
3.11	Angewandte Biologie: Pflanzen als Energiequelle .....	321
	AUFGABEN Biokraftstoffe im Vergleich .....	321
	PRAKTIKUM Fotosynthese .....	322
	AUFGABEN Fotosynthese .....	323
	 BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN	
	Stoffwechselbiologie .....	324

## Ökologie .....

<b>1</b>	<b>Einwirkung abiotischer und biotischer Umweltfaktoren auf Lebewesen</b> .....	<b>328</b>
<b>2</b>	<b>Abiotische Umweltfaktoren</b> .....	<b>330</b>
2.1	Ökologische Potenz .....	330
2.2	Einfluss der Temperatur auf Lebewesen .....	332

2.3	Einfluss des Wassers auf Lebewesen .....	334	8	<b>Globale Stoffkreisläufe .....</b>	<b>376</b>
	AUFGABEN Angepasstheiten von Pflanzen .....	334	9	<b>Der Mensch als Teil der Biosphäre .....</b>	<b>378</b>
	AUFGABEN Angepasstheiten des Kamels .....	335	9.1	Die Erde im Anthropozän .....	378
2.4	Einfluss des Lichts auf Lebewesen .....	336	9.2	Der ökologische Fußabdruck .....	382
	AUFGABEN Abiotische Umweltfaktoren .....	337	9.3	Nachhaltige Entwicklungskonzepte .....	383
3	<b>Biotische Umweltfaktoren .....</b>	<b>338</b>	9.4	Ökobilanzen .....	385
3.1	Konkurrenz .....	338		AUFGABEN Ökoeffizienzanalyse .....	385
	AUFGABEN Konkurrenz bei Bakterien .....	338	9.5	Rückgang der Biodiversität und Naturschutz ....	386
3.2	Räuber-Beute-Beziehungen .....	339		AUFGABEN Rückgang der Biodiversität .....	388
3.3	Parasitismus .....	340		AUFGABEN Ökologisches Bewerten und	
3.4	Symbiose .....	341		Nachhaltigkeit .....	389
	AUFGABEN Forschen und Erkennen			AUFGABEN vernetzt Die Erde im Anthropozän ..	390
	Konkurrenzausschlussprinzip .....	342			
3.5	Ökologische Nische .....	343		BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN	
	AUFGABEN Biotische Umweltfaktoren .....	344		Ökologie .....	392
4	<b>Populationsökologie .....</b>	<b>346</b>			
4.1	Populationswachstum .....	346		<b>Nervensystem und</b>	
4.2	Regulation der Populationsdichte .....	347		<b>Sinnesorgane .....</b>	<b>394</b>
	AUFGABEN Populationsökologie .....	349	1	<b>Bau und Funktion von Nervenzellen .....</b>	<b>396</b>
5	<b>Ökosystem Wald .....</b>	<b>350</b>	1.1	Nervenzellen .....	396
5.1	Funktionaler Aufbau des Ökosystems Wald ....	350	1.2	Ruhepotential .....	398
5.2	Stoffkreisläufe im Wald .....	352	1.3	Aktionspotential .....	400
5.3	Energiefluss im Wald .....	353	1.4	Erregungsleitung .....	402
5.4	Trophiestufen im Wald .....	354		AUFGABEN Forschen und Erkennen Untersu-	
	AUFGABEN Energienutzung durch			chungen an isolierten Ionenkanälen .....	403
	Nahrung beim Menschen .....	355	1.5	Erregungsübertragung .....	404
	PRAKTIKUM Wald .....	356		AUFGABEN Neuronale Verrechnung .....	405
6	<b>Ökosystem See .....</b>	<b>358</b>	1.6	Synapsengifte .....	406
6.1	Biotope und Biozönosen eines Sees .....	358		AUFGABEN Nervenzellen .....	407
6.2	Mineralstoffe im oligotrophen und		2	<b>Informationsaufnahme .....</b>	<b>408</b>
	eutrophen See .....	360	2.1	Sinneszellen – Sinnesorgane .....	408
	AUFGABEN Ökosystem See .....	362	2.2	Das Auge – ein Lichtsinnesorgan .....	410
	METHODE Analyseverfahren .....	364	2.3	Fototransduktion .....	412
	PRAKTIKUM Ökosystem See .....	366	2.4	Informationsverarbeitung in der Netzhaut ....	414
7	<b>Ökosystem Fließgewässer .....</b>	<b>368</b>		AUFGABEN Laterale Inhibition .....	415
7.1	Biotope und Biozönosen in Fließgewässern .....	368		AUFGABEN vernetzt Sinnesorgane –	
7.2	Bioindikatoren in Fließgewässern .....	370		Sinneszellen .....	416
	AUFGABEN Fließgewässer .....	371	3	<b>Informationsverarbeitung .....</b>	<b>418</b>
	PRAKTIKUM Fließgewässer .....	372	3.1	Das Nervensystem des Menschen .....	418
	METHODE Bewerten eines ökologisch-		3.2	Rückenmark und Reflexe .....	420
	sozialen Dilemmas .....	374	3.3	Das menschliche Gehirn .....	421
			3.4	Funktionelle Hirnanatomie .....	422

METHODE Bildgebende Verfahren .....	424	4.5 Angewandte Biologie: Geschlechtshormone und Empfängnisverhütung .....	440
3.5 Vom Reiz zur Wahrnehmung .....	425	AUFGABEN Hormonelle Regulation der Keimzellenbildung beim Mann .....	441
3.6 Angewandte Biologie: PARKINSON-Krankheit .....	426	AUFGABEN vernetzt Hormone .....	442
AUFGABEN vernetzt Multiple Sklerose und ALZHEIMER-Krankheit .....	427		
3.7 Veränderungen des Gehirns durch Sucht .....	428	BASISKONZEPTE UND KOMPETENZEN	
AUFGABEN Wirkung von Opiaten .....	429	Nervensystem und Sinnesorgane .....	444
AUFGABEN Informationsverarbeitung .....	430		
<b>4 Hormonale und neuronale Steuerung .....</b>	<b>432</b>	Glossar .....	446
4.1 Das menschliche Hormonsystem .....	432	Hinweise zum sicheren Experimentieren. ....	453
4.2 Hierarchie der Hormondrüsen .....	434	Stoffliste .....	454
AUFGABEN Schilddrüsenfunktionsstörungen ...	435	GHS-Gefahren- und Sicherheitshinweise .....	456
4.3 Blutzuckerregulation. ....	436	Die GHS-Verordnung .....	458
AUFGABEN Diabetes .....	437	Register .....	459
4.4 Zusammenarbeit von Nerven- und Hormonsystem am Beispiel Stress .....	438	Bildquellen .....	466
AUFGABEN Zusammenhang von Stress und Schweißbildung .....	439		