

# Inhalt

## Arbeitsmethoden in der Biologie

*Methoden: Der Weg zu neuen Erkenntnissen* 8  
*Methoden: Umgang mit wissenschaftlichen Daten* 10  
*Methoden: Umgang mit wissenschaftlichen Fragestellungen* 12  
*Methoden: Klausurvorbereitung* 14  
*Methoden: Abituraufgaben* 16  
*Methoden: Bewerten* 18

## 1 Zellbiologie

### 1.1 Zellbiologie und Mikroskopie 22

Lichtmikroskopie und weitere Betrachtungsebenen 22  
*Praktikum: Herstellung von mikroskopischen Präparaten* 24  
Der Bau einer tierischen und einer pflanzlichen Zelle 26  
Zellorganellen: Bau und Funktion 28  
Der Zellkern und seine biologische Funktion 30  
Endosymbiose 31  
Zelldifferenzierung bei pflanzlichen Zellen 32  
Zelldifferenzierung bei tierischen Zellen 33  
Das Cytoskelett der Zelle 34  
Vom Einzeller zum Vielzeller — ein Denkmodell 35  
Elektronenmikroskopie 36  
Zellzyklus und Mitose 38  
*Praktikum: Kern- und Zellteilung* 40  
Eucyte und Procyte im Vergleich 41

### 1.2 Stoffgruppen der Zelle 42

Chemische Eigenschaften der Stoffe 42  
Die Kohlenhydrate 44  
Die Lipide 45  
Die Proteine 46  
*Material: Zentrifugation von Zellbestandteilen* 48  
*Material: Gelelektrophorese* 49

### 1.3 Stofftransport in Zellen 50

Diffusion und Osmose 50  
*Material: Osmoregulation* 52  
Aufbau und Funktion einer Biomembran 54  
Transportvorgänge durch Biomembranen 56  
Molekulare Sonden 58

### 1.4 Enzyme — Katalysatoren des Lebens 60

Enzyme sind Biokatalysatoren 60  
*Praktikum: Enzyme* 62  
*Material: Aufbau von Enzymen* 63  
Die Reaktionsbedingungen bestimmen die Enzymaktivität 64  
Der Einfluss des Bindungspartners auf die Enzymaktivität 66  
Enzymregulation 68  
*Material: Regulation von Enzymreaktionen* 69  
*Übungen: Zellbiologie* 70

## 2 Stoffwechsel

### 2.1 Energiehaushalt der Tiere 74

Volumen und Oberfläche, Kraft und Energie 74  
*Material: Körpergröße und Energiehaushalt* 75  
Messen des Energieumsatzes 76  
Sauerstofftransport im Blut 78  
Erythrocyten transportieren den Sauerstoff 79  
Regulation der Sauerstoffkonzentration im Blut 80  
*Material: Sauerstoffbindung* 81

### 2.2 Dissimilation 82

Sauerstoff und Nährstoffe 82  
*Praktikum: Auch Pflanzen atmen* 83  
Mitochondrien: Energiekraftwerke 84  
*Material: Befunde zum Ort der Zellatmung* 85  
Leben braucht Energie 86  
Glucose wird zerlegt: Glykolyse 88  
Der Citronensäurezyklus 89  
ATP-Synthese 90  
Bilanz der Dissimilation 92  
Gärung — es geht auch ohne Sauerstoff 93  
Die Muskelkontraktion 94  
*Material: Die Rolle des ATP bei der Muskelkontraktion* 95  
*Material: Winterschläfer sparen Energie* 96  
*Material: Tauchende Säugetiere* 97  
Stoffwechselvorgänge beim Sport 98

### 2.3 Energiehaushalt und Ernährung der Pflanzen 100

Fotosynthese: Die Sonne spendet Leben 100  
*Praktikum: Versuche zur Fotosynthese* 101  
Wasser- und Mineralstoffhaushalt der Pflanze 102  
Bau und Funktion des Blattes 104  
Pflanzen machen Mittagspause 105  
Überleben trotz Trockenheit 106  
Äußere Einflüsse auf die Fotosynthese 108  
Sonnenblätter — Schattenblätter 109  
Zweigeteilte Fotosynthese 110  
*Material: Die Experimente von Trebst, Tsujimoto und Arnon* 111  
Die lichtabhängige Reaktion 112  
Lichtunabhängige Reaktion — Glucosesynthese 114  
*Material: Mais — ein Sonnenspezialist* 116  
Glucoseaufbau und Fotosynthese 118  
Glucoseabbau und Dissimilation 119  
*Übungen: Stoffwechsel* 120

### 3 Genetik

#### 3.1 DNA — Träger der Erbinformation 124

Träger der Erbinformation — experimentelle Beweise 124

*Praktikum:* Experimente mit DNA 125

DNA — der Stoff aus dem die Gene sind 126

DNA-Verdopplung — aus eins mach zwei 128

*Material:* DNA-Replikation — wie und wann? 130

PCR — DNA-Replikation im Reagenzglas 131

Was ist ein Gen? 132

*Material:* Genwirkketten 133

Transkription — die genetische Information wird beweglich 134

Der genetische Code 135

*Material:* Die Entdeckung des genetischen Codes 137

Translation — t-RNA als Vermittler 138

Translation — ein Protein entsteht 140

Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten 142

*Material:* Wirkung von Hemmstoffen 144

Genregulation bei Prokaryoten 145

#### 3.2 Merkmalsbildung 146

Vom Genotyp zum Phänotyp 146

Genregulation bei Eukaryoten 148

DNA-Schäden und Reparatur 150

Genommutationen — Veränderung der

Chromosomenanzahl 152

*Material:* Mutagene 153

Gene und Umwelt 154

*Material:* Modifikationen 155

#### 3.3 Fortpflanzung und Vererbung 156

Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung 156

Befruchtung und Meiose 158

Gene außerhalb des Zellkerns 160

Genetische Rekombination bei Prokaryoten 161

#### 3.4 Humangenetik 162

Verfahren der Humangenetik 162

Mendel — der Entdecker der Vererbungsregeln 164

Polygenie — mehrere Gene bestimmen ein Merkmal 166

*Material:* Erbgänge beim Menschen 167

Künstliche Befruchtung 168

*Material:* Reproduktionstechnik, Klonen 169

Pränatale Diagnostik 170

*Material:* Mukoviszidose 172

Das Down-Syndrom 173

*Material:* Chorea Huntington 174

#### 3.5 Entwicklung 176

Von der Zygote zum Mehrzeller 176

*Material:* Embryonalentwicklung 177

Eigenschaften embryonaler und adulter Stammzellen 178

Differenzierung und Entwicklung 180

Altern 182

*Material:* Zelltod 183

Krebs — Fehler in der Informationsübertragung 184

#### 3.6 Grundlagen der Gentechnik 186

Überblick über gentechnische Methoden 186

DNA-Analyse 188

Proteom und Proteomforschung 190

Biotechnologie 192

Genetischer Fingerabdruck 194

Gentechnik in der Medizin 196

Gentechnisch veränderte Lebensmittel 198

*Material:* Gen-Ethik 200

*Übungen:* Genetik 202

### 4 Immunbiologie

#### 4.1 Krankheitserreger und Immunsystem 206

Krankheitserreger 206

Bakterien 207

Viren 208

Andere Krankheitserreger 209

Unspezifische Immunabwehr 210

Spezifische Immunität 212

Erkennung ist wichtig 214

Humorale Immunantwort — die Rolle der T-Helferzellen 216

Zellvermittelte Immunantwort 218

Die spezifische Immunabwehr im Überblick 219

#### 4.2 Gesundheit des Menschen 220

Erworbene Immunität 220

*Material:* Impfung 222

Vielfalt bei der Antikörperbildung 223

*Material:* Übersicht über die Immunbiologie 224

Anwendungen der Antigen-Antikörper-Reaktion 226

Unerwünschte Immunreaktionen 228

*Material:* Transplantation und Abstoßung 230

Tricks besonderer Erreger 231

Aids 232

*Material:* Weltgesundheit 234

Prion-Krankheiten: Eiweiße werden infektiös 236

*Material:* Geschichte der Immunbiologie 237

*Übungen:* Immunbiologie 238

## 5 Neurobiologie

### 5.1 Nervenzellen — Bau und Funktion 242

Vom Reiz zur Reaktion 242  
Das Neuron 243  
Das Ruhepotential 244  
Das Aktionspotential 246  
Weiterleitung des Aktionspotentials 248  
Umwandlung von Reizen in elektrische Signale 249  
*Material:* Erkenntnisgewinnung am Beispiel neurobiologischer Forschung 250

### 5.2 Neuronale Schaltungen 252

Synapsen 252  
Verrechnungsprozesse an Synapsen 254  
Synapsengifte — neuroaktive Stoffe 256  
*Material:* Synapsengifte als Arzneimittel 257  
Der neuronale Weg vom Reiz zur Reaktion 258  
Reflexe 260

### 5.3 Sinne 262

Riechsinneszellen 262  
Menschliches Auge und Netzhaut 264  
Adaptation: Anpassung der Lichtempfindlichkeit 265  
Funktion der Netzhaut 266  
Farben entstehen im Kopf 268  
Wahrnehmung 269  
Kontraste verbessern die Wahrnehmung 270  
Vom Reiz zum Sinneseindruck 272

### 5.4 Bau und Funktion des Nervensystems 274

Nervensystem des Menschen 274  
*Lexikon:* Bau und Funktion des menschlichen Gehirns 276  
Methoden der Hirnforschung 278  
Gehirn und Gedächtnis 280  
Schlaf und Traum 282  
Sucht nach Belohnung 284  
*Material:* Psychoaktive Stoffe 285

### 5.5 Hormone 286

Die Hierarchie der Botenstoffe 286  
Hormone im Überblick 288  
*Material:* Experimente zur Untersuchung der Metamorphose bei Insekten 289  
Wirkungsweise von Hormonen 290  
Regulation des Blutzuckerspiegels 292  
Stress 294  
*Übungen:* Neurobiologie 296

## 6 Verhalten

### 6.1 Grundlagen der Verhaltenslehre 300

Zur Geschichte der Verhaltensforschung 300  
Methoden in der Verhaltensforschung 302  
Angeboren — erlernt 303  
Beobachtungsmethoden 304

### 6.2 Verhaltensweisen und ihre Ursachen 306

Genetisch bedingte Verhaltenselemente 306  
Instinkthandlung 308  
Handlungsbereitschaft 309  
Verhaltensabfolgen 310  
*Praktikum:* Wandkontakt bei Mäusen 311

### 6.3 Lernverhalten 312

Lernen macht flexibel 312  
Prägung 314  
Prägungsähnliche Vorgänge beim Menschen 315  
Gehirnentwicklung und sensible Phasen 316  
Klassische Konditionierung 318  
Operante Konditionierung 319  
Komplexes Lernen 320  
Kognition und das Lösen von Problemen 321  
Signale und Kommunikation 322  
*Übungen:* Verhalten 324

## **7 Ökologie**

### **7.1 Lebewesen und Umwelt 328**

- Wechselbeziehungen in der Biosphäre 328
- Einfluss der Temperatur 330
  - Material:* Energie und Lebensweise 331
- Ökologische Potenz und Präferenz 332
  - Material:* Präferenz und Toleranz 333
- Der Einfluss von Sauerstoff auf Tiere 334
  - Material:* Leben mit wenig Wasser — die Kängururatte 335
  - Material:* Weitere abiotische Faktoren 336
- Tiergeografische Regeln 337
- Zeigerarten 338
  - Material:* Boden 339
- Das Konzept der ökologischen Nische 340
- Konkurrenz um Ressourcen 342
  - Material:* Die ökologische Nische von Strudelwürmern 344
- Praktikum:* Untersuchungen zur ökologischen Nische 345

### **7.2 Populationsökologie 346**

- Wachsende Populationen 346
- Populationsgrößen verändern sich 348
- Räuber und Beute 350
- Modelle zur Räuber-Beute-Beziehung 352
- Parasitismus 354
- Symbiose 355
- K- und r-Strategie 356
- Ernährungsstrategien: Spezialisten und Generalisten 357
- Populationsökologie und Pflanzenschutz 358

### **7.3 Ökosysteme 360**

- Gestufte Systeme 360
- Biomasseaufbau durch Primärproduktion 362
- Stoffabbau durch Destruenten 363
- Kohlenstoffkreislauf 364
- Stickstoffkreislauf und Energiefluss 365
- Biodiversität 366

### **7.4 Land- und Gewässerökosysteme 368**

- Der Wald 368
- Sukzession 370
  - Praktikum:* Wald 372
- Der See im Jahresverlauf 374
- Der oligotrophe See 376
- Der eutrophe See 377
- Mineralstoffe im See 378
- Fließgewässer 380
  - Praktikum:* Gewässer 382
- Material:* Trinkwasser und Abwasser 383

### **7.5 Mensch und Umwelt 384**

- Weltbevölkerung 384
- Regenerative Energiequellen 385
- Konventionelle Landwirtschaft 386
- Ökologische Landwirtschaft 388
- Der ökologische Fußabdruck 389
- Schutz der globalen Vielfalt 390
- Neobiota 391

### **7.6 Ökologie und Verhalten 392**

- Habitatwahl und Reviere 392
- Ernährungsstrategien 394
- Optimiertes Verhalten beim Nahrungserwerb 395
- Vor- und Nachteile des Zusammenlebens 396
- Sozialsysteme 397
- Übungen:* Ökologie 398

## 8 Evolution

### 8.1 Die Evolutionstheorie 402

- Über die Entstehung von Arten 402
- Lamarcks Vorstellungen 404
- Nicht wissenschaftliche Positionen 405
- Variabilität und ihre Ursachen 406
- Selektion verändert Populationen 408
- Material:* Die Birkenspanner in England 410
- Populationsgenetik 411
- Präadaptation 412
- Selektionstypen 413
- Selektionsfaktoren 414
- Angepasstheiten sind Kompromisse 415

### 8.2 Die Entstehung und Veränderung von Arten 416

- Artenvielfalt und Isolation 416
- Gendrift 418
- Allopatrische Artbildung 419
- Sympatrische Artbildung 420
- Parapatrische Artbildung 421
- Adaptive Radiation 422
- Material:* Radiation der Fledertiere 423
- Koevolution — Anpassung und Gegenanpassung 424
- Tarnung, Warnung, Mimikry 426
- Material:* Wirksamkeit der Mimikry 427
- Material:* Malaria und Sichelzellanämie 428

### 8.3 Ähnlichkeit und Verwandtschaft 430

- Divergenz und Konvergenz 430
- Entwicklungs- und Stammesgeschichte 432
- Merkmale und Merkmalsprüfungen 434
- Morphologische Rekonstruktion von Stammbäumen 435
- Molekulare Verwandtschaft 436
- Fossilien 438
- Altersbestimmung bei Fossilien 439
- Klimarekonstruktion 440
- Isotopengehalte zeigen Wanderbewegungen 441
- Rekonstruktionen der Stammesgeschichte 442

### 8.4 Evolution des Menschen 444

- Der Mensch ist ein Primat 444
- Unsere nächsten Verwandten 445
- Mensch und Schimpanse — ein Vergleich 446
- Die frühen Hominiden 448
- Homo — eine Gattung erobert die Erde 450
- Die Herkunft des heutigen Menschen 452
- Neandertaler — ein Stück Forschungsgeschichte 454
- Material:* Neandertaler und moderne Menschen 455
- Hautfarbe und Diskriminierung 456
- Material:* Hautfarbe und Sonnenlicht 457

### 8.5 Evolution und Verhalten 458

- Fortpflanzungserfolg 458
- Evolutionss stabile Fortpflanzungsstrategien der Orang-Utans 460
- Infantizid und Fortpflanzungserfolg 461
- Eltern investieren in ihre Nachkommen 462
- Material:* Fortpflanzungstaktiken der Heckenbraunelle 464
- Verwandtenselektion 466
- Gegenseitigkeit bei Vampiren 467

### 8.6 Die Evolution des Lebens auf der Erde 468

- Chemische Evolution: Organische Makromoleküle entstehen 468
- Frühe biologische Evolution: Erste lebende Zellen 470
- Endosymbiontentheorie: Eukaryoten entstehen 471
- Mehrzeller entstanden mehrmals in der Evolution 472
- Neue Gene und Informationen 473
- Tier- und Pflanzengeografie 474
- Erdzeitalter 476
- Systematik der Lebewesen 478
- Übungen:* Evolution 480

## Basiskonzepte

- Struktur und Funktion* 482
- Reproduktion* 484
- Kompartimentierung* 486
- Steuerung und Regelung* 488
- Stoff- und Energieumwandlung* 490
- Information und Kommunikation* 492
- Variabilität und Angepasstheit* 494
- Geschichte und Verwandtschaft* 496

## Anhang

- Lösungen zu den Übungsseiten 498
- Glossar 506
- Register 516
- Bildquellen 526