

# Inhalt

So lernen Sie mit Markl Biologie 3  
Notieren und Verstehen 4  
Biologie — eine Einführung 12

## Zelle

### 1

#### Die Makromoleküle des Lebens 19

- 1.1 Die Primärstruktur eines Proteins legt alle seine Eigenschaften fest 20
- 1.2 Die Polarität des Wassermoleküls ist eine Voraussetzung für irdisches Leben 23
- 1.3 Die Funktion eines Proteins beruht auf seiner räumlichen Struktur 24
- 1.4 Kohlenhydrate dienen als Energiespeicher, Baumaterial und Etiketten 27
- 1.5 Die Erbsubstanz DNA besteht aus nur vier verschiedenen Bausteinen 28
- 1.6 Lipide sind unpolar und stoßen daher Wasser ab 29
- 1.7 Die Makromoleküle des Lebens basieren auf dem Element Kohlenstoff 31

**Kombiniere!** 32

### 2

#### Die Zelle — Grundeinheit des Lebens 33

- 2.1 Mikroskope machen Zellen und deren Bestandteile sichtbar 34
- 2.2 In Tier- und Pflanzenzellen teilt sich eine Vielfalt an Organellen die Aufgaben 35
- 2.3 Der Zellkern ist die Steuerzentrale der Zellaktivität 38
- 2.4 Im Cytoplasma laufen viele Reaktionen gleichzeitig ab 40
- 2.5 Das Endomembransystem produziert, verpackt, verschickt und recycelt 41
- 2.6 Tierzellen werden vom Cytoskelett, Pflanzenzellen von der Zellwand gestützt 43
- 2.7 Die Mitose führt zu einer exakten Verdopplung des Zellkerns 44
- 2.8 Bakterien sind klein, effizient und äußerst vielfältig 47

**Kombiniere!** 50

### 3

#### Biomembranen und Transportvorgänge 51

- 3.1 Biomembranen sind ein flüssiges Mosaik aus Lipiden und Proteinen 52
- 3.2 Proteine und Kohlenhydrate machen Zellen von außen erkennbar 55
- 3.3 Substanzen diffundieren entlang ihres Konzentrationsgefälles 56
- 3.4 Durch Osmose können Zellen Wasser aufnehmen oder abgeben 58
- 3.5 Kanal- und Transportproteine erleichtern die Diffusion durch Membranen 60
- 3.6 Der Transport gegen ein Konzentrationsgefälle kostet die Zelle Energie 62
- 3.7 Der osmotische Druck von Körperflüssigkeiten kann reguliert werden 64
- 3.8 Größere Teilchen werden durch Membraneinstülpung ein- und ausgeschleust 65

**Kombiniere!** 66

### 4

#### Energie und Enzyme 67

- 4.1 Lebewesen benötigen Energie, um existieren zu können 68
- 4.2 Chemische Vorgänge liefern oder verbrauchen nutzbare Energie 70
- 4.3 Enzyme beschleunigen chemische Reaktionen 72
- 4.4 Enzyme sind substratspezifisch und wirkungsspezifisch 74
- 4.5 Enzym- und Substratkonzentration bestimmen die Reaktionsgeschwindigkeit 75
- 4.6 pH-Wert und Temperatur beeinflussen die Enzymaktivität 77
- 4.7 Enzyme werden durch andere Stoffe reguliert 79

**Kombiniere!** 82

**Abi-Training** Glucose ist der wichtigste Energielieferant für Zellen 83

# Stoffwechsel

## 5

### Stoff- und Energieaustausch bei Tieren 87

- 5.1 Die Konstanz des inneren Milieus ist für unsere Zellen lebenswichtig 88
- 5.2 Der Energiebedarf großer Tiere ist relativ niedrig 90
- 5.3 Tiere brauchen energiereiche Nährstoffe und Wärmeenergie 91
- 5.4 Verdauung zerlegt Makromoleküle in wasserlösliche Bausteine 93
- 5.5 Im Körper können Energiereserven gespeichert werden 96
- 5.6 Ein Kreislaufsystem ermöglicht allen Zellen und Organen den Stoffaustausch 99
- 5.7 Der Gasaustausch liefert Sauerstoff für die Zellatmung und beseitigt CO<sub>2</sub> 101
- 5.8 Die Niere filtert Blut und holt aus dem Filtrat alles Nötige zurück 104
- 5.9 Muskelfasern verkürzen sich, indem Proteine aneinander entlanggleiten 107

**Kombiniere!** 110

## 6

### Zellatmung — Energie aus Nährstoffen 111

- 6.1 Zellen brauchen organische Moleküle als Baustoffe und Energiequelle 112
- 6.2 Die Zellatmung stellt durch schrittweisen Abbau von Glucose Energie bereit 113
- 6.3 Glucose wird im Cytoplasma oxidativ zu Pyruvat abgebaut 114
- 6.4 Pyruvat wird in den Mitochondrien oxidativ zu Kohlenstoffdioxid abgebaut 116
- 6.5 Die Atmungskette nutzt die freigesetzte Energie zur ATP-Bildung 117
- 6.6 Gärung liefert bei Sauerstoffmangel Energie 120
- 6.7 Der Citratzyklus ist die zentrale Drehscheibe des Zellstoffwechsels 121
- 6.8 Die Zellatmung wird durch Rückkopplung fein reguliert 123

**Kombiniere!** 124

## 7

### Stoff- und Energieumwandlung bei Pflanzen 125

- 7.1 Pflanzen beziehen ihre Stoffwechselenergie aus dem Sonnenlicht 126
- 7.2 Eine große Blattoberfläche ermöglicht Lichtabsorption und Gasaustausch 128
- 7.3 Schließzellen regulieren Gasaustausch und Transpiration 130
- 7.4 Licht, CO<sub>2</sub> und Temperatur beeinflussen die Fotosyntheseleistung 132
- 7.5 Wasser verteilt Mineralstoffe und Assimilate über getrennte Leitungsbahnen 134
- 7.6 Viele Mineralstoffe sind für Pflanzen essenziell 136
- 7.7 Dünger versorgt Pflanzen mit zusätzlichen Mineralstoffen 138
- 7.8 Auch Pflanzen müssen atmen 139

**Kombiniere!** 140

## 8

### Fotosynthese — Solarenergie für das Leben 141

- 8.1 Fotosynthese ist die Umkehrung von Verbrennung oder Zellatmung 142
- 8.2 Die Fotosynthesefarbstoffe fangen blaues und rotes Licht ein 143
- 8.3 Die Fotosynthesefarbstoffe sind an Membranproteine gebunden 145
- 8.4 Der lichtabhängige Elektronentransport ermöglicht die Synthese von ATP 146
- 8.5 Aus sechs CO<sub>2</sub>-Molekülen wird lichtunabhängig ein Zuckermolekül aufgebaut 149
- 8.6 Manche Bakterien können ganz ohne Licht und organische Nährstoffe leben 152

**Kombiniere!** 154

**Abi-Training** Überleben in extremer Trockenheit 155

# Genetik

## 9

### DNA — Träger der Erbinformationen 159

- 9.1 Die Genetik erforscht, wie Merkmale entwickelt, vererbt und verteilt werden 160
- 9.2 Erbinformationen werden als Nucleinsäuren weitergegeben 161
- 9.3 Im DNA-Molekül bilden zwei Nucleotidstränge eine Doppelhelix 163
- 9.4 Die DNA wird im Verlauf des Zellzyklus abgelesen, verdoppelt und verteilt 165
- 9.5 Die DNA wird durch komplementäre Ergänzung der Einzelstränge kopiert 166
- 9.6 Die DNA wird mit Proteinen dicht verpackt und so transportierbar 169
- 9.7 Antibiotika richten sich gegen Bakterien — diese antworten mit Resistenzen 171

**Kombiniere!** 172

**10****Genetischer Code und Proteinbiosynthese 173**

- 10.1 Dreiergruppen der DNA-Basen A, T, G, C verschlüsseln 20 Aminosäuren 174
- 10.2 Bei der Transkription wird ein DNA-Abschnitt in RNA umgeschrieben 176
- 10.3 Bei der Translation wird die Basensequenz in die Aminosäuresequenz übersetzt 178
- 10.4 Eukaryotische mRNA wird noch im Kern zerschnitten und neu zusammengefügt 180
- 10.5 Genregulation passt bei Bakterien die Proteinsynthese an den Bedarf an 182
- 10.6 Ein Gen ist ein DNA-Abschnitt, an dem eine RNA transkribiert wird 183
- 10.7 Durch Genregulation hat jede Körperzelle eine typische Proteinausstattung 184
- 10.8 Viren programmieren ihre Wirtszelle auf Virenproduktion um 186
- 10.9 Eukaryotische DNA enthält größtenteils nicht codierende Sequenzen 188

**Kombiniere!** 190

**11****Neukombination von Genen bei der Fortpflanzung 191**

- 11.1 Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung entstehen erbgleiche Kopien 192
- 11.2 Die Meiose führt zu Zellen mit halbierten Chromosomenzahl 194
- 11.3 Rekombination des Erbguts erhöht die Variabilität innerhalb der Art 196
- 11.4 Vererbungsregeln beschreiben Merkmalsverteilungen in den Generationen 197
- 11.5 Nicht alle Gene werden unabhängig voneinander vererbt 200
- 11.6 Prokaryoten kennen keine Meiose, aber andere Wege der Rekombination 202

**Kombiniere!** 204

**12****Gene und Merkmalsbildung 205**

- 12.1 Bestimmte Merkmale lassen sich auf ein einziges Gen zurückführen 206
- 12.2 Den meisten Merkmalen liegen mehrere Gene zugrunde 207
- 12.3 Viele Genmutationen schädigen oder verbessern das Protein nicht 208
- 12.4 Fehler in der DNA können meistens rechtzeitig repariert werden 210
- 12.5 Änderungen im Chromosomenbau haben unterschiedliche Folgen 212
- 12.6 Bewegliche DNA-Abschnitte wechseln ihre Position im Genom 213
- 12.7 Überzählige Chromosomen beeinflussen die Entwicklung und die Meiose 214
- 12.8 Je nach Tierart bestimmen Gene oder die Umwelt das Geschlecht 216
- 12.9 Die Aktivität von Genen wird durch Umweltfaktoren beeinflusst 217

**Kombiniere!** 220

**13****Entwicklungsgenetik 221**

- 13.1 Zellen entwickeln sich zu unterschiedlichen Zell- und Gewebetypen 222
- 13.2 Mütterliche Faktoren steuern die ersten Entwicklungsschritte des Embryos 224
- 13.3 Die Zellentwicklung wird durch benachbarte Zellen und Signalstoffe beeinflusst 226
- 13.4 Stammzellen behalten ihre Teilungs- und Differenzierungsfähigkeit 227
- 13.5 Der Zelltod kann durch Gene gesteuert werden 228
- 13.6 Krebs entsteht durch die Anhäufung von DNA-Fehlern in Körperzellen 230

**Kombiniere!** 232

**14****Anwendungen und Methoden der Gentechnik 233**

- 14.1 DNA-Spuren lassen sich vervielfältigen und eindeutig einer Person zuordnen 234
- 14.2 Die DNA-Sequenzierung ganzer Genome ist heute Routine 235
- 14.3 Die Genkarte eines Chromosoms zeigt, welche Gene sich wo befinden 237
- 14.4 Gentechnisch veränderte Organismen exprimieren fremde Gene 239
- 14.5 Programmierbare DNA-Scheren erleichtern das Ändern von Genen 242
- 14.6 Gentechnische Eingriffe beim Menschen sind gesetzlich streng geregelt 244
- 14.7 Genetische Analysen können Aufschluss über Erkrankungsrisiken geben 245

**Kombiniere!** 246

**15****Humangenetik 247**

- 15.1 Die Sequenzierung des menschlichen Genoms hat unsere Gene enthüllt 248
- 15.2 Die Weitergabe vieler Gene folgt den Vererbungsregeln 248
- 15.3 Bestimmte Genmutationen lassen sich in Familienstammbäumen verfolgen 250
- 15.4 Genetisch bedingte Auffälligkeiten können Generationen überspringen 251
- 15.5 Mutationen der Gonosomen wirken sich bei Mann und Frau verschieden aus 253
- 15.6 Chromosomenanomalien können die Entwicklung stören 255

**Kombiniere!** 258

**16****Die Immunabwehr 259**

- 16.1 Das Immunsystem unterscheidet zwischen Selbst und Fremd 260
- 16.2 Krankheitserreger aktivieren zunächst die angeborene Immunabwehr 262
- 16.3 Bei der adaptiven Immunabwehr kommunizieren Weiße Blutzellen miteinander 263
- 16.4 Die adaptive Immunantwort erzeugt eine Vielfalt an Antikörpern und Rezeptoren 265
- 16.5 Erstinfektionen und Impfstoffe stimulieren das immunologische Gedächtnis 267
- 16.6 Bei Allergien und Autoimmunkrankheiten reagiert das Immunsystem falsch 269
- 16.7 Das Immunschwächevirus HIV führt zum Versagen des Immunsystems 270
- 16.8 Auch wirbellose Tiere haben eine angeborene Immunabwehr 273

**Kombiniere!** 274

**Abi-Training** Mukoviszidose ist eine genetisch bedingte Krankheit 275

## Evolution

**17****Mechanismen der Evolution 279**

- 17.1 Vererbare Variabilität und natürliche Auslese führen zu Evolution 280
- 17.2 Neue Varianten entstehen durch zufällige, ungerichtete Mutationen 281
- 17.3 Individuen mit günstigen Merkmalen vererben ihre Merkmale häufiger 283
- 17.4 Sexuelle Fortpflanzung erzeugt neue Allelkombinationen 285
- 17.5 Zufällige Auslese führt zu Evolution ohne Anpassung 286
- 17.6 An der Häufigkeit von Genotypen erkennt man, ob Evolution stattfindet 287
- 17.7 Die Evolutionstheorie hat sich historisch entwickelt und wird weiter überprüft 289
- 17.8 Schöpfungsmythen bieten keine naturwissenschaftliche Erklärung für Evolution 291

**Kombiniere!** 292

**18****Evolution in komplexen Umwelten 293**

- 18.1 Natürliche Selektion führt zu Kompromisslösungen 294
- 18.2 Wechselwirkungen zwischen Arten erzeugen hohe Selektionsdrücke 295
- 18.3 Männchenkonkurrenz fördert die Evolution von Kraft, Ausdauer und Waffen 297
- 18.4 Partnerwahl durch Weibchen fördert die Evolution von Prachtmerkmalen 298
- 18.5 Jedes Paarungssystem fördert andere Geschlechterunterschiede 300

**Kombiniere!** 302

**19****Die Entstehung von Arten 303**

- 19.1 Innerhalb von Populationen können Reproduktionsbarrieren entstehen 304
- 19.2 Geografische Isolation kann zu Artbildung führen 305
- 19.3 Neue Arten können sich auch im Gebiet der Elternart bilden 306
- 19.4 Artbildung kann explosiv erfolgen und wiederholt zu Ähnlichem führen 308
- 19.5 Biologen nutzen verschiedene sich ergänzende Artbegriffe 310

**Kombiniere!** 312

**20****Evolution als historisches Ereignis 313**

- 20.1 Fossilfunde belegen den evolutiven Wandel der Organismen 314
- 20.2 Manche Arten zeigen evolutive Übergänge besonders deutlich 315
- 20.3 Durch Merkmalsvergleiche wird die Stammesgeschichte rekonstruiert 317
- 20.4 Molekulare Stammbäume revolutionieren die Evolutionsbiologie 320
- 20.5 Atavismen und Rudimente verdeutlichen den evolutiven Wandel 322

- 20.6 Mögliche Schritte von Molekülen zu Urzellen lassen sich im Labor simulieren 323  
 20.7 Die Eucyte entstand durch Symbiose von Procyten 326

**Kombiniere!** 328

## **21 Evolution des Menschen 329**

- 21.1 Die Wege von Mensch und Schimpanse trennten sich vor sechs Millionen Jahren 330  
 21.2 Der aufrechte Gang entwickelte sich vor dem größeren Gehirn 331  
 21.3 Das große Gehirn war entscheidend für den Erfolg der Gattung Homo 333  
 21.4 Der moderne Mensch besiedelte von Afrika aus die ganze Erde 336  
 21.5 Die Weitergabe erworbener Fertigkeiten führt zu kultureller Evolution 337  
 21.6 Die Menschheit des 21. Jahrhunderts evolviert weiter 339  
 21.7 Mensch und Schimpanse haben unterschiedliche Genaktivitätsmuster 340

**Kombiniere!** 342

**Abi-Training** Blitz-Evolution bei Taggeckos 343

# Ökologie

## **22 Beziehungen zwischen Organismen und Umwelt 347**

- 22.1 Das Vorkommen einer Art hängt von Umweltfaktoren ab 348  
 22.2 Organismen zeigen gegenüber Umweltfaktoren eine weite oder enge Toleranz 350  
 22.3 Landpflanzen sind an Temperatur und Feuchtigkeit ihres Lebensraums angepasst 352  
 22.4 Vorkommen und Aktivität von Tieren hängen von der Umgebungstemperatur ab 353  
 22.5 Die ökologische Nische beschreibt alle Beziehungen einer Art zu ihrer Umwelt 355  
 22.6 Nicht verwandte Arten können sehr ähnlich, verwandte Arten sehr unähnlich sein 356  
 22.7 Der Körperbau von Tieren ist auch an die Klimazone angepasst 358

**Kombiniere!** 360

## **23 Wechselwirkungen innerhalb von Lebensgemeinschaften 361**

- 23.1 Zwischen Arten einer Lebensgemeinschaft bestehen vielfältige Wechselbeziehungen 362  
 23.2 Ein Nahrungsnetz ist aus Produzenten, Konsumenten und Destruenten aufgebaut 363  
 23.3 Tarnen, Täuschen und Abschrecken sind Spezialmittel gegen Fressfeinde 365  
 23.4 Parasiten schädigen ihren Wirt, töten ihn aber meist nicht 367  
 23.5 Symbiotische Arten profitieren voneinander 369  
 23.6 Konkurrierende Arten können einander verdrängen 371  
 23.7 Ressourcenaufteilung verringert die innerartliche Konkurrenz 374

**Kombiniere!** 376

## **24 Dynamik von Populationen 377**

- 24.1 Die Umweltkapazität begrenzt das Wachstum einer Population 378  
 24.2 Besonderheiten im Lebenszyklus verursachen Populationsschwankungen 379  
 24.3 Nahrungsangebot und Fressfeinde bewirken Populationsschwankungen 381  
 24.4 Schädlingpopulationen lassen sich durch natürliche Feinde regulieren 383  
 24.5 Zuwachsrate und Altersstruktur beeinflussen die Zukunft einer Population 384

**Kombiniere!** 386

## **25 Stoff- und Energiefluss in Ökosystemen 387**

- 25.1 Sonnenenergie treibt die Prozesse in Ökosystemen an 388  
 25.2 Der Kohlenstoffkreislauf ist eng mit dem Energiefluss verknüpft 390  
 25.3 Bakterien sind die Motoren des Stickstoffkreislaufs 391  
 25.4 Böden sind die wichtigsten Orte des Recyclings 393  
 25.5 In tropischen Regenwäldern sind die Stoffkreisläufe kurzgeschlossen 394

**Kombiniere!** 396

**26****Einblicke in Ökosysteme 397**

- 26.1 Strahlung und Wasserhaushalt bestimmen die Lage der Großökosysteme 398
- 26.2 Ökosysteme sind nicht statisch, sondern verändern sich 399
- 26.3 Der Nährstoffgehalt beeinflusst die Lebensgemeinschaft im See 401
- 26.4 Fließgewässer sind zur Selbstreinigung fähig 403
- 26.5 Im offenen Meer sind Produktion und Verbrauch räumlich weit getrennt 405
- 26.6 In der Tiefsee existieren von der Sonnenenergie völlig unabhängige Ökosysteme 407

**Kombiniere!** 408

**27****Die Biosphäre unter dem Einfluss des Menschen 409**

- 27.1 Der natürliche Treibhauseffekt ermöglicht das Leben auf der Erde 410
- 27.2 Der durch den Menschen verstärkte Treibhauseffekt verändert das Klima 411
- 27.3 Menschliche Aktivitäten bedrohen die Biodiversität 413
- 27.4 Die Globalisierung beeinflusst die Ökosysteme 414
- 27.5 Wirksamer Artenschutz gelingt nur in großflächigen Schutzgebieten 416
- 27.6 Monokulturen sind anfällig für Katastrophen 418
- 27.7 Wir können unsere Umweltprobleme nur durch Nachhaltigkeit lösen 420

**Kombiniere!** 422

**Abi-Training** Korallenriffe sind gefährdet 423

## Neurobiologie

**28****Reizaufnahme und Erregungsleitung 427**

- 28.1 Nervenzellen leiten und verarbeiten Informationen 428
- 28.2 Ionen können die Membran durch Ionenkanäle und Ionenpumpen passieren 429
- 28.3 In Ruhe zeigen Neurone ein Gleichgewichtspotenzial 431
- 28.4 An aktivierten Neuronen tritt kurzzeitige Potenzialumkehr auf 433
- 28.5 Aktionspotenziale werden selbsttätig entlang des Axons fortgeleitet 435
- 28.6 Springende Aktionspotenziale beschleunigen die Erregungsleitung erheblich 436
- 28.7 Stärke und Dauer des Reizes werden in der Abfolge von Aktionspotenzialen codiert 438

**Kombiniere!** 440

**29****Neuronale Verschaltungen 441**

- 29.1 Einfache Verschaltungen von Neuronen erlauben schnelle Reaktionen 442
- 29.2 Neurone kommunizieren miteinander über Synapsen 443
- 29.3 Die Wirkung eines Neurotransmitters hängt vom Rezeptor ab 444
- 29.4 Codewechsel erlauben Informationsverarbeitung und verlustfreie Übertragung 446
- 29.5 Chemische Synapsen ermöglichen eine Verrechnung von Informationen 447
- 29.6 Medikamente, Gifte und Drogen beeinflussen die synaptische Übertragung 448
- 29.7 Lernen beeinflusst die synaptische Übertragung 450

**Kombiniere!** 452

**30****Sinne und Wahrnehmung 453**

- 30.1 Die Reizung von Sinneszellen löst im Gehirn eine spezifische Wahrnehmung aus 454
- 30.2 Sinneszellen setzen passende Reize in Rezeptorpotenziale um 456
- 30.3 Linsenaugen erzeugen nach dem Kameraprinzip genaue Bilder auf der Netzhaut 458
- 30.4 Die Netzhaut wandelt Lichtreize bilderhaltend in elektrische Signale um 460
- 30.5 Die Netzhaut verstärkt den Bildkontrast und erhöht die Lichtempfindlichkeit 462
- 30.6 Farbsehen erfordert den Vergleich der Signale zweier Zapfentypen 463
- 30.7 Wahrnehmung ist eine Konstruktion des Gehirns 464

**Kombiniere!** 466

**31****Nervensysteme 467**

- 31.1 Das Nervensystem des Menschen ist hoch spezialisiert und zentralisiert 468
- 31.2 Das autonome Nervensystem reguliert das innere Milieu über zwei Gegenspieler 469
- 31.3 Das limbische System ist an Gefühlen, Gedächtnis und Lernen beteiligt 471
- 31.4 Unser Gehirn lernt bewusst und unbewusst und optimiert Verhalten 472
- 31.5 Die Großhirnrinde ist ein Mosaik spezialisierter, interaktiver Regionen 473
- 31.6 Störungen des Hirnstoffwechsels können neuronale Erkrankungen verursachen 476

**Kombiniere!** 478

**32****Hormonelle Steuerung und Regelung 479**

- 32.1 Hormone bewirken über Rezeptoren eine Antwort der Zielzelle 480
- 32.2 Hormone der Bauchspeicheldrüse regulieren den Blutzuckerspiegel 482
- 32.3 Schilddrüsenhormone regeln Stoffwechsel- und Entwicklungsprozesse 483
- 32.4 Der Hypothalamus verbindet Nerven- und Hormonsystem 484
- 32.5 Die Hormonausschüttung wird durch negative Rückkopplung kontrolliert 486
- 32.6 Hormone verändern Verhalten 487

**Kombiniere!** 488

**Abi-Training** Endorphine als körpereigene Schmerzmittel 489

## Verhalten

**33****Verhaltensforschung und Verhaltensweisen 493**

- 33.1 Verhalten ermöglicht Tieren eine gezielte Wechselwirkung mit ihrer Umwelt 494
- 33.2 Die Verhaltensbiologie untersucht, wie und wozu ein Verhalten erfolgt 495
- 33.3 Wirkursachen erklären, wie eine Verhaltensweise funktioniert 497
- 33.4 Zweckursachen erklären, wozu eine Verhaltensweise erfolgt 498
- 33.5 Viele Verhaltensweisen werden von einfachen Reizen ausgelöst 499
- 33.6 Verhalten wird von Genen und Umwelt gemeinsam bestimmt 500
- 33.7 Bei manchen Merkmalen lässt sich der Einfluss von Genen und Umwelt quantifizieren 503

**Kombiniere!** 504

**34****Lernen 505**

- 34.1 Reflexe sind beeinflussbar 506
- 34.2 Viele Tiere können Reize miteinander verknüpfen 507
- 34.3 Bestimmte Verhaltensweisen werden nur in einer sensiblen Phase gelernt 508
- 34.4 Lebenswichtiges wird leichter erlernt 510
- 34.5 Soziales Lernen umfasst Beobachtung von Artgenossen und Nachahmung 511
- 34.6 Einige Tiere können Probleme durch Nachdenken lösen 512

**Kombiniere!** 514

**35****Kommunikation und Sozialverhalten 515**

- 35.1 Soziale Interaktion zwischen Tieren erfordert Kommunikation 516
- 35.2 Balzrituale und ein Prachtkleid erhöhen den Fortpflanzungserfolg 517
- 35.3 Kommunikation innerhalb der Art basiert meist auf ehrlichen Signalen 519
- 35.4 Kommunikation zwischen Arten kann auf unehrlichen Signalen beruhen 520
- 35.5 Das Leben in der Gruppe hat Vorteile, verursacht aber auch Kosten 521
- 35.6 Bei aggressivem Verhalten geht es oft um die Verteilung von Ressourcen 522
- 35.7 Einzel- und Gruppeninteressen bestimmen die Struktur der Gruppe 524
- 35.8 Selbstloses Verhalten kann den eigenen Fortpflanzungserfolg erhöhen 526

**Kombiniere!** 528

**Abi-Training** Balz- und Brutverhalten beim Kakapo 529

Glossar 530

Register 545

Bildnachweis 555