



# Campbell Biologie

10., aktualisierte Auflage

Reece • Urry • Cain • Wasserman  
Minorsky • Jackson

Deutsche Ausgabe herausgegeben von  
Jürgen J. Heinisch und Achim Paululat

# Campbell Biologie

10., aktualisierte Auflage

Reece • Urry • Cain • Wasserman  
Minorsky • Jackson

Deutsche Ausgabe herausgegeben von  
Jürgen J. Heinisch und Achim Paululat

# Campbell Biologie - PDF

## Inhaltsverzeichnis

### Campbell Biologie

#### Inhaltsübersicht

Vorwort zur amerikanischen Ausgabe

Vorwort zur 10. deutschen Auflage des Campbell

Was den Campbell auszeichnet

Kapitel 1 - Einführung: Evolution, Schlüsselthemen der Biologie, Forschung

Teil I - Die chemischen Grundlagen des Lebens 37

Kapitel 2 - Der chemische Kontext des Lebens 39

Kapitel 3 - Wasser und Leben 61

Kapitel 4 - Kohlenstoff und die molekulare Vielfalt des Lebens 79

Kapitel 5 - Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle 93

Teil II - Die Zelle 125

Kapitel 6 - Ein Rundgang durch die Zelle 127

Kapitel 7 - Struktur und Funktion biologischer Membranen 163

Kapitel 8 - Einführung in den Stoffwechsel 185

Kapitel 9 - Zelluläre Atmung und Gärung 211

Kapitel 10 - Photosynthese 241

Kapitel 11 - Zelluläre Kommunikation 271

Kapitel 12 - Der Zellzyklus 299

Teil III - Genetik 323

Kapitel 13 - Meiose und geschlechtliche Fortpflanzung 325

Kapitel 14 - Mendel und das Genkonzept 345

Kapitel 15 - Chromosomen bilden die Grundlage der Vererbung 379

Kapitel 16 - Die molekularen Grundlagen der Vererbung 405

Kapitel 17 - Vom Gen zum Protein 433

Kapitel 18 - Regulation der Genexpression 467

Kapitel 19 - Viren 505

Kapitel 20 - Gentechnik in der Biotechnologie 527

Kapitel 21 - Genome und ihre Evolution 565

Teil IV - Evolutionsmechanismen 597

Kapitel 22 - Die darwinistische Sicht des Lebens: Evolutionstheorie  
Abstammung mit Modifikation 599

Kapitel 23 - Die Evolution von Populationen 623

Kapitel 24 - Die Entstehung der Arten 649

Kapitel 25 - Die Geschichte des Lebens auf der Erde 673

Teil V - Die Evolutionsgeschichte der biologischen Vielfalt 707

Kapitel 26 - Der phylogenetische Stammbaum der Lebewesen 709

Kapitel 27 - Bacteria und Archaea 737

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel 28 - Protisten 769

Kapitel 29 - Die Vielfalt der Pflanzen I: Wie Pflanzen das Land eroberten 801

Kapitel 30 - Die Vielfalt der Pflanzen II: Evolution der Samenpflanzen 825

Kapitel 31 - Pilze 851

Kapitel 32 - Eine Einführung in die Diversität und Evolution der Metazoa 875

Kapitel 33 - Eine Einführung in die wirbellosen Tiere 895

Kapitel 34 - Herkunft und Evolution der Wirbeltiere 937

## Teil VI - Pflanzen Form und Funktion 991

Kapitel 35 - Pflanzenstruktur, Wachstum und Entwicklung 993

Kapitel 36 - Stoffaufnahme und Stofftransport bei Gefäßpflanzen 1023

Kapitel 37 - Boden und Pflanzenernährung 1049

Kapitel 38 - Fortpflanzung und Biotechnologie der Angiospermen 1069

Kapitel 39 - Pflanzenreaktionen auf innere und äußere Signale 1097

## Teil VII - Tiere Form und Funktion 1135

Kapitel 40 - Grundprinzipien tierischer Form und Funktion 1137

Kapitel 41 - Hormone und das endokrine System 1169

Kapitel 42 - Die Ernährung der Tiere 1195

Kapitel 43 - Kreislauf und Gasaustausch 1229

Kapitel 44 - Das Immunsystem 1269

Kapitel 45 - Osmoregulation und Exkretion 1303

Kapitel 46 - Fortpflanzung der Tiere 1333

Kapitel 47 - Entwicklung der Tiere 1365

Kapitel 48 - Neurone, Synapsen und Signalgebung 1399

Kapitel 49 - Nervensysteme 1419

Kapitel 50 - Sensorische und motorische Mechanismen 1447

Kapitel 51 - Tierisches Verhalten 1487

## Teil VIII - Ökologie 1517

Kapitel 52 - Ökologie und die Biosphäre: Eine Einführung 1519

Kapitel 53 - Populationsökologie 1557

Kapitel 54 - Ökologie der Lebensgemeinschaften 1589

Kapitel 55 - Ökosysteme 1625

Kapitel 56 - Naturschutz und Renaturierungsökologie 1657

Anhang A: Lösungen 1687

Anhang B: Anleitungen zu den wissenschaftlichen Übungen 1759

Anhang C: Weiterführende Literatur 1763

Anhang D: Bildnachweis 1765

Anhang E: Stichwortverzeichnis 1775

### Wissenschaftliche Übungen

Interpretation von Balkendiagrammen 30

Abgleichen der Standardzerfallskurve eines radioaktiven Isotops und  
Dateninterpretation 45

Interpretation eines Streudiagramms mit einer Regressionsgeraden 74

# Inhaltsverzeichnis

Das Arbeiten mit Molzahlen und molaren Verhältnissen	82
Die Analyse von Polypeptidsequenzdaten	120
Gebrauch eines Maßstabes zur Berechnung von Oberfläche und Volumen einer Zelle	135
Die Interpretation eines Streudiagramms mit zwei Datensätzen	177
Zeichnen eines Liniendiagramms und Berechnen einer Steigung	202
Ein Balkendiagramm erstellen und eine Hypothese beurteilen	230
Erstellen eines Punktediagramms mit Regressionsgerade	262
Das Überprüfen eines Modells durch Experimente	289
Die Auswertung von Histogrammen	318
Erstellung eines Liniendiagramms und Umwandlung von Einheiten	338
Die Erstellung eines Histogramms und die Auswertung von Verteilungsmustern	363
Der Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test)	393
Auswertung tabellarischer Daten	410
Wie liest man ein Sequenzlogo?	453
Die Auswertung von DNA-Deletionsversuchen	479
Analyse der Evolution von Viren mithilfe eines auf Sequenzdaten basierenden phylogenetischen Stammbaums	520
Die Analyse der Genexpression nach Menge und Expressionsort	542
Wie liest man eine Identitätstabelle für Aminosäuren?	582
Vorhersagen treffen und überprüfen	618
Daten interpretieren und Vorhersagen treffen mithilfe der Hardy-Weinberg-Gleichung	632
Identifikation von abhängigen und unabhängigen Variablen, Anfertigen eines Streudiagramms und Interpretation von Daten	658
Abschätzung quantitativer Daten anhand eines Diagramms und Entwicklung von Hypothesen	688
Testen einer Verwandtschaftshypothese unter Verwendung von Proteinsequenzdaten	732
Zeichnen Sie ein Balkendiagramm und interpretieren Sie die Daten	764
Interpretation von Sequenzvergleichen	773
Erstellung von Säulendiagrammen und Dateninterpretation	815
Dateninterpretation mithilfe des natürlichen Logarithmus	829
Die Auswertung von Genomsequenzen, um eine Hypothese aufzustellen	854
Berechnung und Interpretation von Korrelationskoeffizienten	882
Versuchsdesign verstehen und Daten Interpretieren	913
Bestimmung der Gleichung für eine Regressionsgerade	980
Interpretieren von Daten anhand von Balkendiagrammen	998
Berechnung und Interpretation von Temperaturkoeffizienten	1030
Positive und negative Korrelationen helfen Daten zu interpretieren	1085
Interpretation von Versuchsergebnissen anhand eines Säulendiagramms	1123
Interpretation von Kreisdiagrammen	1160
Planung eines kontrollierten Experiments	1187
Die Interpretation von experimentellen Daten in Verbindung mit Genmutationen	1223
Wie zeichnet und interpretiert man Histogramme?	1249
Vergleiche zwei Variablen auf einer gemeinsamen x-Achse	1296
Beschreibung und Interpretation wissenschaftlicher Daten	1308



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur amerikanischen Ausgabe XXXV

Vorwort zur 10. deutschen Auflage des Campbell XXXVIII

Was den Campbell auszeichnet XLIII

Einführung: Evolution, Schlüsselthemen der Biologie, Forschung 1

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur amerikanischen Ausgabe XXXV

Vorwort zur 10. deutschen Auflage des Campbell XXXVIII

Was den Campbell auszeichnet XLIII

Kapitel 1 - Einführung: Evolution, Schlüsselthemen der Biologie, Forschung 1

1.1 Theorien und Konzepte verbinden die Disziplinen der Biologie 3

1.1.1 Jede Organisationsebene in der biologischen Hierarchie ist durch emergente Eigenschaften charakterisiert 4

1.1.2 Die Kontinuität des Lebens beruht auf vererbbarer Information in Form von DNA 8

1.1.3 Die Energieumwandlung durch belebte Materie 11

1.1.4 Vom Ökosystem zum Molekül – Wechselwirkungen sind wichtig in biologischen Systemen 12

1.1.5 Evolution, der große, die gesamte Biologie überspannende Bogen 13

1.2 Einheitlichkeit und Vielfalt der Organismen sind das Ergebnis der Evolution 14

1.2.1 Ordnung in die Vielfalt der Lebewesen bringen 14

1.2.2 Charles Darwin und die Theorie der natürlichen Selektion 17

1.2.3 Der Stammbaum des Lebens 20

1.3 Naturwissenschaftler verwenden unterschiedliche Methoden 21

1.3.1 Biologie als empirische Wissenschaft 22

1.3.2 Induktion und empirische Forschung 23

1.3.3 Hypothesen in der Naturwissenschaft 24

1.3.4 Naturwissenschaftliche Vorgehensweise 24

1.3.5 Fallstudie: Die Erforschung der Mimikry an Schlangenpopulationen 26

1.3.6 Die Planung von Kontrollexperimenten 27

1.3.7 Wissenschaftstheorien 28

1.4 Wissenschaftskultur 29

1.4.1 Auf den Erkenntnissen anderer Wissenschaftler und Vorgänger aufbauen 29

1.4.2 Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft 31

1.4.3 Die Bedeutung unterschiedlicher Standpunkte in der Wissenschaft 31

Teil I - Die chemischen Grundlagen des Lebens 37

Kapitel 2 - Der chemische Kontext des Lebens 39

2.1 Materie besteht aus chemischen Elementen und Verbindungen 40

2.1.1 Elemente und Verbindungen 40

2.1.2 Elemente des Lebens 41

2.1.3 Fallstudie: Toleranzbildung bei toxischen Elementen 41

2.2 Die Atomstruktur bedingt die Eigenschaften eines Elements 42

2.2.1 Subatomare Teilchen 42

2.2.2 Ordnungszahl und Massenzahl 42

2.2.3 Isotope 43

# Inhaltsverzeichnis

- 2.2.4 Die Energieniveaus von Elektronen 44
- 2.2.5 Elektronenverteilung und chemische Eigenschaften 47
- 2.2.6 Atomorbitale 48

## 2.3 Die Bildung und Funktion von Molekülen hängen von den chemischen Bindungen zwischen den Atomen ab 49

- 2.3.1 Die kovalente Bindung 49
- 2.3.2 Die Ionenbindung 51
- 2.3.3 Schwache, nichtkovalente Bindungstypen 52
- 2.3.4 Molekülform und -funktion 53

## 2.4 Bindungen werden im Verlauf chemischer Reaktionen gebildet und gebrochen 55

## Kapitel 3 - Wasser und Leben 61

### 3.1 Wasserstoffbrückenbindungen sind eine Folge der Polarität des Wassermoleküls 62

### 3.2 Das Leben auf der Erde hängt vom Wasser ab 63

- 3.2.1 Kohäsion und Adhäsion 63
- 3.2.2 Ausgleich von Temperaturunterschieden 64
- 3.2.3 Schwimmendes Eis als Garant für den Lebensraum Wasser 65
- 3.2.4 Des Lebens Lösungsmittel 66
- 3.2.5 Leben auf anderen Planeten 69

### 3.3 Organismen benötigen zum Leben bestimmte Säure/Base-Bedingungen 69

- 3.3.1 Säuren und Basen 70
- 3.3.2 Die pH-Skala 71
- 3.3.3 Puffer 72
- 3.3.4 Gefährdungen der Wasserqualität auf der Erde 72

## Kapitel 4 - Kohlenstoff und die molekulare Vielfalt des Lebens 79

### 4.1 Organische Chemie ist die Chemie der Kohlenstoffverbindungen 80

- 4.1.1 Organische Moleküle und die Entstehung des Lebens auf der Erde 81

### 4.2 Kohlenstoffatome können komplexe Makromoleküle bilden 83

- 4.2.1 Das Entstehen von Kohlenstoff-Bindungen 83
- 4.2.2 Molekulare Vielfalt durch Variation des Kohlenstoffgerüsts 84

### 4.3 Wenige funktionelle Gruppen entscheiden über die biologische Funktion 87

- 4.3.1 Die für die Lebensprozesse wichtigsten funktionellen Gruppen 87
- 4.3.2 ATP: Eine wichtige Energiequelle zellulärer Prozesse 89
- 4.3.3 Die chemischen Elemente des Lebens: Eine Rückschau 89

## Kapitel 5 - Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle 93

### 5.1 Makromoleküle sind aus Monomeren aufgebaute Polymere 94

- 5.1.1 Synthese und Abbau von Polymeren 94
- 5.1.2 Die Vielfalt der Polymere 95

### 5.2 Kohlenhydrate dienen als Brenn- und Baustoffe 95

- 5.2.1 Zucker 95
- 5.2.2 Polysaccharide 98

### 5.3 Lipide bilden eine heterogene Gruppe hydrophober Moleküle 100

- 5.3.1 Fette 101
- 5.3.2 Phospholipide 102
- 5.3.3 Steroide 103

### 5.4 Proteine: Funktionsvielfalt durch Strukturvielfalt 104

- 5.4.1 Aminosäure-Monomere 105
- 5.4.2 Polypeptide (Aminosäurepolymere) 105
- 5.4.3 Proteinstruktur und -funktion 107

### 5.5 Nucleinsäuren speichern, übertragen und verwerten Erbinformation 114

- 5.5.1 Aufgaben von Nucleinsäuren 114
- 5.5.2 Bestandteile von Nucleinsäuren 115

# Inhaltsverzeichnis

5.5.3 DNA- und RNA-Strukturen 116

5.6 Biologie im Wandel durch Genomik und Proteomik 117

5.6.1 DNA und Proteine als Zeitmaß der Evolution 118

## Teil II - Die Zelle 125

### Kapitel 6 - Ein Rundgang durch die Zelle 127

6.1 Mikroskopie und biochemische Analytik für das Studium von Zellen 128

6.1.1 Mikroskopie 128

6.1.2 Zellfraktionierung 132

6.2 Eukaryontische Zellen sind kompartimentiert 133

6.2.1 Vergleich prokaryontischer mit eukaryontischen Zellen 133

6.2.2 Die eukaryontische Zelle im Überblick 134

6.3 Die genetischen Anweisungen eukaryontischer Zellen finden sich im Zellkern, ihre Umsetzung erfolgt durch die Ribosomen 138

6.3.1 Der Zellkern: die Informationszentrale der Zelle 138

6.3.2 Ribosomen: die Proteinfabriken der Zelle 139

6.4 Das Endomembransystem steuert den Proteinverkehr und wirkt im Zwischenstoffwechsel mit 140

6.4.1 Das endoplasmatische Reticulum: die biosynthetische Fabrik 140

6.4.2 Der Golgi-Apparat: Logistikzentrum 142

6.4.3 Lysosomen: Verdauungs-Kompartimente 143

6.4.4 Vakuolen: vielseitige Mehrzweckorganellen 144

6.4.5 Das Endomembransystem im Überblick 145

6.5 Mitochondrien und Chloroplasten arbeiten als Energiewandler 146

6.5.1 Die evolutionäre Herkunft von Mitochondrien und Chloroplasten 146

6.5.2 Mitochondrien: Umwandlung chemischer Energie 147

6.5.3 Chloroplasten: Einfangen von Lichtenergie 148

6.5.4 Peroxisomen: Weitere Oxidationen 148

6.6 Das Cytoskelett ist ein Netzwerk aus Filamenten zur Organisation von zellulären Strukturen 149

6.6.1 Funktionen des Cytoskeletts: Stütze und Beweglichkeit 149

6.6.2 Bestandteile des Cytoskeletts 150

6.7 Zelluläre Aktivitäten werden durch extrazelluläre Komponenten und direkte Zell-Zell-Verbindungen koordiniert 155

6.7.1 Pflanzenzellwände 155

6.7.2 Die extrazelluläre Matrix tierischer Zellen 156

6.7.3 Zell-Zell-Verbindungen (interzelluläre Verbindungen) 157

6.7.4 Die Zelle: eine lebendige Einheit, mehr als die Summe ihrer Teile 159

### Kapitel 7 - Struktur und Funktion biologischer Membranen 163

7.1 Zellmembranen sind ein flüssiges Mosaik aus Lipiden und Proteinen 164

7.1.1 Die Fluidität von Membranen 165

7.1.2 Membranproteine und ihre Funktionen 166

7.1.3 Die Rolle von Membran-Kohlenhydraten bei der Zell-Zell-Erkennung 168

7.1.4 Synthese und topologische Asymmetrie von Membranen 168

7.2 Membranen sind aufgrund ihrer Struktur selektiv permeabel 169

7.2.1 Die Permeabilität der Lipiddoppelschicht 170

7.2.2 Transportproteine 170

7.3 Passiver Transport ist die energieunabhängige Diffusion einer Substanz durch eine Membran 171

7.3.1 Osmotische Effekte und die Wasserbalance 172

7.3.2 Erleichterte Diffusion: Protein-gestützter passiver Transport 174

7.4 Aktiver Transport ist die energieabhängige Bewegung von Stoffen entgegen



# Inhaltsverzeichnis

## ihrem Konzentrationsgradienten 175

- 7.4.1 Der Energiebedarf des aktiven Transportes 175
- 7.4.2 Wie Ionenpumpen das Membranpotenzial aufrechterhalten 177
- 7.4.3 Cotransport: Gekoppelter Transport durch ein Membranprotein 178

7.5 Endocytose und Exocytose vermitteln den Großteil des Transportes durch die Plasmamembran 179

- 7.5.1 Exocytose 179
- 7.5.2 Endocytose 180

### Kapitel 8 - Einführung in den Stoffwechsel 185

8.1 Der Stoffwechsel von Organismen wandelt Stoffe und Energie gemäß den Gesetzen der Thermodynamik um 186

- 8.1.1 Die biochemischen Prozesse sind in Stoffwechselfaden organisiert 186
- 8.1.2 Energieformen 187
- 8.1.3 Die Gesetze der Energietransformation 188

8.2 Die Änderung der freien Enthalpie entscheidet über die Richtung, in der eine Reaktion abläuft 190

- 8.2.1 Die Änderung der freien Enthalpie (DG) 190
- 8.2.2 Freie Enthalpie, Stabilität und chemisches Gleichgewicht 191
- 8.2.3 Freie Enthalpie und Stoffwechsel 192

8.3 ATP ermöglicht Zellarbeit durch die Kopplung von exergonen an endergone Reaktionen 194

- 8.3.1 Struktur und Hydrolyse von ATP 194
- 8.3.2 Wie durch die Hydrolyse von ATP Arbeit geleistet wird 195
- 8.3.3 Die Regeneration des ATP 196

8.4 Enzyme beschleunigen metabolische Reaktionen durch das Absenken von Energiebarrieren 197

- 8.4.1 Die Aktivierungsenergie als Hürde 197
- 8.4.2 Wie Enzyme Reaktionen beschleunigen 198
- 8.4.3 Die Substratspezifität von Enzymen 199
- 8.4.4 Katalyse im aktiven Zentrum des Enzyms 200
- 8.4.5 Die Abhängigkeit der Enzymaktivität von Umgebungsbedingungen 201

8.5 Die Regulation der Enzymaktivität hilft bei der Kontrolle des Stoffwechsels 205

- 8.5.1 Allosterische Regulation von Enzymen 205
- 8.5.2 Allosterische Aktivierung und Hemmung 205
- 8.5.3 Die spezifische Lokalisation von Enzymen in der Zelle 207

### Kapitel 9 - Zelluläre Atmung und Gärung 211

9.1 Katabole Stoffwechselwege liefern Energie durch die Oxidation organischer Brennstoffe 212

- 9.1.1 Katabole Stoffwechselwege und die ATP-Produktion 212
- 9.1.2 Redoxreaktionen: Oxidation und Reduktion 213
- 9.1.3 Die Stadien der Zellatmung: Eine Vorschau 217

9.2 Die Glykolyse gewinnt chemische Energie aus der Oxidation von Glucose zu Pyruvat 218

9.3 Nach der Pyruvat-Oxidation vervollständigt der Citratzyklus die energieliefernde Oxidation organischer Moleküle 219

- 9.3.1 Oxidation von Pyruvat zu Acetyl-CoA 219
- 9.3.2 Der Citratzyklus 220

9.4 Die oxidative Phosphorylierung verknüpft den Elektronentransport über eine chemiosmotische Kopplung mit der ATP-Synthese 2

- 9.4.1 Die Elektronentransportkette 223
- 9.4.2 Die chemiosmotische Kopplung 224
- 9.4.3 Eine Bilanzierung der ATP-Produktion durch die Zellatmung 228

# Inhaltsverzeichnis

9.5 ATP kann auch ohne Sauerstoff durch Gärung oder anaerobe Atmung erzeugt werden 231

- 9.5.1 Verschiedene Gärungsformen 231
- 9.5.2 Ein Vergleich von Gärung und aerober Atmung 232
- 9.5.3 Die evolutionäre Bedeutung der Glykolyse 233

9.6 Die Glykolyse und der Citratzyklus sind vielfach mit anderen Stoffwechselwegen verknüpft 234

- 9.6.1 Die Vielseitigkeit des Katabolismus 234
- 9.6.2 Biosynthesen (anabole Stoffwechselwege) 235
- 9.6.3 Die Regulation der Zellatmung durch Rückkopplungsmechanismen 235

## Kapitel 10 - Photosynthese 241

10.1 Die Photosynthese wandelt Lichtenergie in chemische Energie um 243

- 10.1.1 Chloroplasten: Die Orte der Photosynthese in Pflanzen 243
- 10.1.2 Der Weg einzelner Atome im Verlauf der Photosynthese: Wissenschaftliche Forschung 244
- 10.1.3 Zwei Teilschritte der Photosynthese: Eine Vorschau 246

10.2 Die Lichtreaktionen wandeln Sonnenenergie in chemische Energie in Form von ATP und NADPH um 247

- 10.2.1 Die Natur des Lichts 247
- 10.2.2 Photosynthesepigmente: Die Lichtrezeptoren 248
- 10.2.3 Anregung von Chlorophyll durch Licht 250
- 10.2.4 Photosystem = Reaktionszentrum + Lichtsammelkomplex 251
- 10.2.5 Der lineare Elektronenfluss 252
- 10.2.6 Der zyklische Elektronenfluss 254
- 10.2.7 Der chemiosmotische Prozess in Chloroplasten und Mitochondrien im Vergleich 255

10.3 Der Calvin-Zyklus benutzt ATP und NADPH, um CO<sub>2</sub> in Zucker umzuwandeln 257

10.4 In heißen, trockenen Klimazonen haben sich entwicklungsgeschichtlich alternative Mechanismen der Kohlenstofffixierung her

- 10.4.1 Die Photorespiration: Ein Überbleibsel der Evolution? 259
- 10.4.2 C<sub>4</sub>-Pflanzen 260
- 10.4.3 CAM-Pflanzen 263
- 10.4.4 Die Bedeutung der Photosynthese: Eine Rückschau 264

## Kapitel 11 - Zelluläre Kommunikation 271

11.1 Externe Signale werden in intrazelluläre Antworten umgewandelt 272

- 11.1.1 Evolution der zellulären Signalverarbeitung 272
- 11.1.2 Signalwirkungen über kurze und lange Distanzen 273
- 11.1.3 Die drei Stadien der zellulären Signaltransduktion: Ein Überblick 275

11.2 Signalwahrnehmung: Ein Signalmolekül bindet an ein Rezeptorprotein 276

- 11.2.1 Rezeptorproteine in der Plasmamembran 276
- 11.2.2 Intrazelluläre Rezeptorproteine 279

11.3 Signalübertragung: Wechselwirkungen auf molekularer Ebene leiten stufenweise das Signal vom Rezeptor an Zielmoleküle in

- 11.3.1 Signaltransduktionswege 281
- 11.3.2 Proteinphosphorylierung und Proteindephosphorylierung 281
- 11.3.3 Kleine Moleküle und Ionen als sekundäre Botenstoffe 282

11.4 Die zelluläre Antwort: Signalwege steuern die Transkription oder Aktivitäten im Cytoplasma 286

- 11.4.1 Regulationen im Zellkern und im Cytoplasma 286
- 11.4.2 Feinabstimmung der Antwort auf Signale 287

11.5 Die Verschaltung verschiedener Signaltransduktionswege bei der Apoptose 291

# Inhaltsverzeichnis

- 11.5.1 Apoptose beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* 292
- 11.5.2 Die verschiedenen Wege der Apoptose und ihre auslösenden Signale 292

## Kapitel 12 - Der Zellzyklus 299

- 12.1 Aus der Zellteilung gehen genetisch identische Tochterzellen hervor 300
  - 12.1.1 Die Organisation des genetischen Materials in der Zelle 301
  - 12.1.2 Die Verteilung der Chromosomen bei der eukaryontischen Zellteilung 301
- 12.2 Der Wechsel von Mitose und Interphase im Zellzyklus 303
  - 12.2.1 Die Phasen des Zellzyklus 303
  - 12.2.2 Der Spindelapparat 303
  - 12.2.3 Die Cytokinese 308
  - 12.2.4 Zweiteilung bei Bakterien 308
  - 12.2.5 Die Evolution der Mitose 310
- 12.3 Der eukaryontische Zellzyklus wird durch ein molekulares Kontrollsystem gesteuert 311
  - 12.3.1 Hinweise auf die Existenz cytoplasmatischer Signale 311
  - 12.3.2 Das Zellzyklus-Kontrollsystem 312
  - 12.3.3 Der Verlust der Zellzyklus-Kontrolle bei Krebszellen 316

## Teil III - Genetik 323

### Kapitel 13 - Meiose und geschlechtliche Fortpflanzung 325

- 13.1 Gene werden auf Chromosomen von den Eltern an ihre Nachkommen weitergegeben 326
  - 13.1.1 Die Vererbung von Genen 326
  - 13.1.2 Ein Vergleich von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung 327
- 13.2 Befruchtung und Meiose wechseln sich beim geschlechtlichen Generationswechsel ab 328
  - 13.2.1 Die Chromosomensätze menschlicher Zellen 328
  - 13.2.2 Das Verhalten der Chromosomensätze im menschlichen Lebenszyklus 330
  - 13.2.3 Die Vielfalt der Lebenszyklen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung 331
- 13.3 In der Meiose wird der diploide auf einen haploiden Chromosomensatz reduziert 332
  - 13.3.1 Die Meiosestadien 332
  - 13.3.2 Mitose und Meiose im Vergleich 333
- 13.4 Die geschlechtliche Fortpflanzung erhöht die genetische Variabilität – ein wichtiger Motor der Evolution 339
  - 13.4.1 Ursprung der genetischen Variabilität unter Nachkommen 339
  - 13.4.2 Die Bedeutung der genetischen Variabilität von Populationen für die Evolution 341

### Kapitel 14 - Mendel und das Genkonzept 345

- 14.1 Das wissenschaftliche Vorgehen von Mendel führte zu den Gesetzen der Vererbung 346
  - 14.1.1 Mendels quantitativ-experimenteller Ansatz 346
  - 14.1.2 Die Spaltungsregel (Zweite Mendel'sche Regel) 347
  - 14.1.3 Die Unabhängigkeitsregel (Dritte Mendel'sche Regel) 353
- 14.2 Die Mendel'sche Vererbung von Merkmalen unterliegt den Gesetzen der Statistik 355
  - 14.2.1 Die Anwendung von Multiplikations- und Additionsregel auf Einfaktor-Kreuzungen 355
  - 14.2.2 Die Lösung komplexer genetischer Probleme mit den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung 356
- 14.3 Die Mendel'schen Regeln reichen nicht zur Erklärung aller Erbgänge aus 357

# Inhaltsverzeichnis

- 14.3.1 Die Erweiterung der Mendel'schen Regeln bei einzelnen Genen 358
- 14.3.2 Die Erweiterung der Mendel'schen Regeln auf die Wechselwirkungen von Genen 360
- 14.3.3 Gene und Erziehung: Der Einfluss der Umwelt auf den Phänotyp 361
- 14.3.4 Eine integrierte „Mendel'sche Sicht“ auf die Vererbung und die genetische Variabilität 362

## 14.4 Auch die Vererbung beim Menschen folgt den Mendel'schen Regeln 364

- 14.4.1 Die Analyse von Stammbäumen 364
- 14.4.2 Rezessive Erbkrankheiten 365
- 14.4.3 Dominante Erbkrankheiten 367
- 14.4.4 Multifaktorielle Krankheiten 368
- 14.4.5 Genetische Untersuchungen und Beratung 369

## Kapitel 15 - Chromosomen bilden die Grundlage der Vererbung 379

### 15.1 Die Chromosomen bilden die strukturelle Grundlage der Mendel'schen Vererbung 380

- 15.1.1 Ein Beispiel für einen wissenschaftlichen Ansatz: Thomas Hunt Morgan und die Verknüpfung der Mendel'schen Regeln mit der Vererbung der Fruchtfliegen

### 15.2 Die Eigenschaften der Geschlechtschromosomen 384

- 15.2.1 Die Geschlechtschromosomen 384
- 15.2.2 Die Vererbung geschlechtsgebundener Gene 385
- 15.2.3 Die Inaktivierung eines X-Chromosoms bei weiblichen Säugetieren 386

### 15.3 Die Vererbung gekoppelter Gene auf einem Chromosom 387

- 15.3.1 Der Einfluss der Genkopplung auf die Vererbung 387
- 15.3.2 Rekombination und Kopplung 388
- 15.3.3 Die Kartierung von Genen anhand von Rekombinationshäufigkeiten: ein wissenschaftlicher Ansatz 391

### 15.4 Abweichungen in der Zahl oder Struktur von Chromosomen verursachen einige bekannte Erbkrankheiten 395

- 15.4.1 Abweichende Chromosomenzahlen 395
- 15.4.2 Abweichende Chromosomenstrukturen 396
- 15.4.3 Menschliche Erbkrankheiten, die auf Veränderungen in der Chromosomenzahl oder -struktur zurückzuführen sind 397

### 15.5 Erbgänge, die nicht den Mendel'schen Regeln folgen 399

- 15.5.1 Genomische Prägung 399
- 15.5.2 Genome von Organellen und ihre Vererbung 400

## Kapitel 16 - Die molekularen Grundlagen der Vererbung 405

### 16.1 Die DNA ist die Erbsubstanz 406

- 16.1.1 Die Suche nach der Erbsubstanz: Wissenschaftliche Forschung 406
- 16.1.2 Ein Strukturmodell der DNA: Wissenschaftliche Forschung 411

### 16.2 Bei der DNA-Replikation und -Reparatur arbeiten viele Proteine zusammen 414

- 16.2.1 Das Grundprinzip: Basenpaarung mit einem Matrizenstrang 414
- 16.2.2 Die molekularen Mechanismen der DNA-Replikation 415
- 16.2.3 Korrekturlesen und DNA-Reparatur 422
- 16.2.4 Die evolutionäre Bedeutung veränderter DNA-Nucleotide 423
- 16.2.5 Die Replikation an den Enden linearer DNA-Moleküle 424

### 16.3 Ein Chromosom besteht aus einem mit Proteinen verpackten DNA-Molekül 425

## Kapitel 17 - Vom Gen zum Protein 433

### 17.1 Die Verbindung von Genen und Proteinen über Transkription und Translation 434

- 17.1.1 Die Untersuchung von Stoffwechselstörungen 434
- 17.1.2 Die Grundlagen der Transkription und der Translation 437
- 17.1.3 Der genetische Code 439

# Inhaltsverzeichnis

## 17.2 Transkription – die DNA-abhängige RNA-Synthese: Eine nähere Betrachtung 442

17.2.1 Die molekularen Komponenten des Transkriptionsapparats 442

17.2.2 Die Synthese eines RNA-Transkripts 443

## 17.3 mRNA-Moleküle werden in eukaryontischen Zellen nach der Transkription modifiziert 445

17.3.1 Veränderung der Enden einer eukaryontischen mRNA 445

17.3.2 Mosaikgene und RNA-Spleißen 446

## 17.4 Translation – die RNA-abhängige Polypeptidsynthese: Eine nähere Betrachtung 448

17.4.1 Die molekularen Komponenten des Translationsapparats 448

17.4.2 Die Biosynthese von Polypeptiden 452

17.4.3 Vom Polypeptid zum funktionsfähigen Protein 456

17.4.4 Die gleichzeitige Synthese vieler Polypeptide in Bakterien und Eukaryonten 457

## 17.5 Punktmutationen können Struktur und Funktion eines Proteins beeinflussen 459

17.5.1 Verschiedene Formen der Punktmutation 459

17.5.2 Neue Mutationen und Mutagene 461

17.5.3 Was ist ein Gen? Eine neue Betrachtung 461

## Kapitel 18 - Regulation der Genexpression 467

### 18.1 Bakterien passen ihr Transkriptionsmuster den wechselnden Umweltbedingungen an 468

18.1.1 Das Operon-Konzept 469

18.1.2 Reprimierbare und induzierbare Operone: Zwei Formen der negativen Regulation der Genexpression 470

18.1.3 Positive Regulation der Genexpression 472

### 18.2 Die Expression eukaryontischer Gene kann auf verschiedenen Stufen reguliert werden 473

18.2.1 Differenzielle Genexpression 473

18.2.2 Regulation der Chromatinstruktur 474

18.2.3 Regulation der Transkriptionsinitiation 475

18.2.4 Mechanismen der posttranskriptionalen Regulation 481

### 18.3 Die Regulation der Genexpression durch nicht-codierende RNAs 483

18.3.1 Die Wirkung von Mikro-RNAs und kleinen interferierenden RNAs auf die mRNA 483

18.3.2 Chromatinumbau und Stilllegung der Transkription durch nicht-codierende RNAs 484

18.3.3 Die Bedeutung kleiner nicht-codierender RNAs für die Evolution 485

### 18.4 Die verschiedenen Zelltypen in einem Lebewesen entstehen nach einem Programm zur differentiellen Genexpression 485

18.4.1 Ein genetisches Programm für die Embryonalentwicklung 485

18.4.2 Cytoplasmatische Determinanten und Induktionssignale 486

18.4.3 Die schrittweise Regulation der Genexpression während der Zelldifferenzierung 487

18.4.4 Musterbildung zur Festlegung des Körperbaus 489

### 18.5 Krebs entsteht durch genetische Veränderungen, die den Zellzyklus deregulieren 493

18.5.1 Gene und Krebs 493

18.5.2 Die Störung zellulärer Signalketten 494

18.5.3 Das Mehrstufenmodell der Krebsentstehung 495

18.5.4 Genetische Veranlagung und krebsfördernde Umweltbedingungen 497

18.5.5 Die Rolle von Viren bei einigen Krebsarten 499

## Kapitel 19 - Viren 505

# Inhaltsverzeichnis

## 19.1 Ein Virus besteht aus einer von einer Proteinhülle eingeschlossenen Nucleinsäure 506

19.1.1 Die Entdeckung der Viren: Ein wissenschaftlicher Exkurs 506

## 19.2 Viren vermehren sich nur in Wirtszellen 509

19.2.1 Grundlagen der Virenvermehrung 509

19.2.2 Die Phagenvermehrung 510

19.2.3 Vermehrungszyklen von Tierviren 512

19.2.4 Die Evolution von Viren 516

## 19.3 Viren, Viroide und Prionen als Pathogene von Tieren und Pflanzen 517

19.3.1 Viruserkrankungen von Tieren 517

19.3.2 Das Auftreten neuer Viren 518

19.3.3 Viruserkrankungen bei Pflanzen 522

19.3.4 Viroide und Prionen: Die einfachsten Krankheitserreger 522

## Kapitel 20 - Gentechnik in der Biotechnologie 527

### 20.1 DNA-Sequenzierung und Klonierung sind wichtige Werkzeuge der Gentechnik und der biologischen Forschung 528

20.1.1 DNA-Sequenzierung 528

20.1.2 Die Vervielfältigung von Genen und anderen DNA-Fragmenten 532

20.1.3 Die Verwendung von Restriktionsenzymen zur Herstellung rekombinanter Plasmide 533

20.1.4 Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) und ihre Verwendung bei der DNA-Klonierung 535

20.1.5 Die Klonierung und Expression eukaryontischer Gene 537

### 20.2 Die Verwendung der Gentechnik zur Untersuchung der Expression und Funktion von Genen 538

20.2.1 Genexpressionsanalyse 539

20.2.2 Die Aufklärung der Funktion eines Gens 543

### 20.3 Die Klonierung von Organismen zur Bereitstellung von Stammzellen für die Forschung und andere Anwendungen 545

20.3.1 Die Klonierung von Pflanzen aus Einzelzellkulturen 545

20.3.2 Die Klonierung von Tieren: Zellkerntransplantation 546

20.3.3 Tierische Stammzellen 548

### 20.4 Die Gentechnik beeinflusst unser Leben 551

20.4.1 Medizinische Anwendungen 551

20.4.2 Genetische Profile in der Gerichtsmedizin 554

20.4.3 Umweltsanierung 556

20.4.4 Landwirtschaftliche Anwendungen 556

## Kapitel 21 - Genome und ihre Evolution 565

### 21.1 Die Entwicklung von schnelleren und billigeren Techniken zur Genomsequenzierung 566

### 21.2 Genomanalyse mithilfe der Bioinformatik 568

21.2.1 Zentralisierte Ressourcen zur Analyse von Genomsequenzen 568

21.2.2 Das Aufspüren proteincodierender Gene in DNA-Sequenzen 569

21.2.3 Untersuchungen von Genen und ihren Produkten in komplexen Systemen 570

### 21.3 Genome unterscheiden sich in der Größe und der Zahl der Gene sowie in der Gendichte 572

21.3.1 Genomgröße 573

21.3.2 Genzahl 573

21.3.3 Gendichte und nicht-codierende DNA 574

### 21.4 Das Genom eukaryontischer Vielzeller enthält viel nicht-codierende DNA und viele Multigenfamilien 575

21.4.1 Transponierbare Elemente und verwandte Sequenzen 575

21.4.2 Andere repetitive DNA-Sequenzen 577



# Inhaltsverzeichnis

21.4.3 Gene und Multigenfamilien 578

## 21.5 Genomevolution durch Duplikation, Umlagerung und Mutation der DNA 579

21.5.1 Duplikation ganzer Chromosomensätze 579

21.5.2 Veränderungen der Chromosomenstruktur 580

21.5.3 Duplikation und Divergenz einzelner Genbereiche 581

21.5.4 Umlagerungen innerhalb von Genen: Exonduplikation und Exonaustausch („exon shuffling“) 584

21.5.5 Wie transponierbare genetische Elemente zur Genomevolution beitragen 585

## 21.6 Der Vergleich von Genomsequenzen liefert Hinweise auf evolutionäre und entwicklungs- biologische Mechanismen 586

21.6.1 Die Bedeutung von Genomvergleichen 586

21.6.2 Sequenzvergleiche geben Aufschluss über Entwicklungsprozesse 590

## Teil IV - Evolutionsmechanismen 597

### Kapitel 22 - Die darwinistische Sicht des Lebens: Evolutionstheorie Abstammung mit Modifikation 599

22.1 Die Darwin'sche Theorie widersprach der traditionellen Ansicht, die Erde sei jung und von unveränderlichen Arten bewohnt

22.1.1 Scala naturae und die Klassifikation der Arten 601

22.1.2 Vorstellungen über die Veränderungen von Organismen im Lauf der Zeit 602

22.1.3 Lamarcks Evolutionstheorie 602

22.2 Die gemeinsame Abstammung und die Variationen zwischen Individuen, auf die die natürliche Selektion wirkt, erklären die

v

22.2.1 Darwins Feldforschung 604

22.2.2 Die Entstehung der Arten 606

22.3 Die Evolutionstheorie wird durch eine Vielzahl wissenschaftlicher Befunde gestützt 609

22.3.1 Direkte Beobachtungen evolutionärer Veränderungen 610

22.3.2 Homologie 612

22.3.3 Fossilbelege 616

22.3.4 Biogeografie 617

22.3.5 Die Evolutionstheorie – Begriffsanalyse 618

### Kapitel 23 - Die Evolution von Populationen 623

23.1 Genetische Variabilität ermöglicht Evolution 624

23.1.1 Genetische Variabilität 625

23.1.2 Wie wird genetische Variabilität erzeugt? 626

23.2 Mithilfe der Hardy-Weinberg-Gleichung lässt sich herausfinden, ob in einer Population Evolution stattfindet 628

23.2.1 Genpool und Allelfrequenzen 628

23.2.2 Das Hardy-Weinberg-Gesetz 629

23.3 Natürliche Selektion, genetische Drift und Genfluss können die Allelfrequenzen in einer Population verändern 633

23.3.1 Natürliche Selektion 633

23.3.2 Genetische Drift 633

23.3.3 Genfluss 636

23.4 Die natürliche Selektion ist der einzige Mechanismus, der beständig für eine adaptive Evolution sorgt 637

23.4.1 Eine genauere Betrachtung der natürlichen Selektion 638

23.4.2 Die Schlüsselrolle der natürlichen Selektion bei der adaptiven Evolution 638

23.4.3 Sexuelle Selektion 640

# Inhaltsverzeichnis

23.4.4 Erhaltung der genetischen Variabilität: Balancierter Polymorphismus 641

23.4.5 Warum die natürliche Selektion keine „perfekten“ Organismen hervorbringen kann 643

## Kapitel 24 - Die Entstehung der Arten 649

24.1 Das biologische Artkonzept betont die reproduktiven Isolationsmechanismen 650

24.1.1 Das biologische Artkonzept 650

24.1.2 Weitere alternative Artkonzepte 654

24.2 Artbildung mit und ohne geografische Isolation 655

24.2.1 Allopatrische Artbildung 655

24.2.2 Sympatrische Artbildung 659

24.2.3 Allopatrische und sympatrische Artbildung: Eine Zusammenfassung 661

24.3 Hybridzonen ermöglichen die Analyse von Faktoren, die zur reproduktiven Isolation führen 662

24.3.1 Evolutionsprozesse in Hybridzonen 662

24.3.2 Zeitliche Entwicklung von Hybridzonen 663

24.4 Artbildung kann schnell oder langsam erfolgen und aus Veränderungen weniger oder vieler Gene resultieren 666

24.4.1 Der zeitliche Verlauf der Artbildung 666

24.4.2 Die Genetik der Artbildung 668

24.4.3 Von der Artbildung zur Makroevolution 669

## Kapitel 25 - Die Geschichte des Lebens auf der Erde 673

25.1 Die Umweltbedingungen auf der jungen Erde ermöglichten die Entstehung des Lebens 674

25.1.1 Synthese organischer Verbindungen zu Beginn der Erdentwicklung 674

25.1.2 Abiotische Synthese von Makromolekülen 676

25.1.3 Protobionten 676

25.1.4 Selbstreplizierende RNA und die Frühzeit der natürlichen Selektion 677

25.2 Fossilfunde dokumentieren die Geschichte des Lebens 677

25.2.1 Die Fossilfunde 678

25.2.2 Datierung von Gesteinen und Fossilien 679

25.2.3 Die Entstehung neuer Organismengruppen 680

25.3 Zu den Schlüsselereignissen in der Evolution gehören die Entstehung einzelliger und vielzelliger Organismen sowie die Bes

25.3.1 Die ersten einzelligen Organismen 683

25.3.2 Der Ursprung der Vielzelligkeit 685

25.3.3 Die Besiedlung des Festlands 686

25.4 Aufstieg und Niedergang dominanter Gruppen in Zusammenhang mit Kontinentaldrift, Massenaussterben und adaptiver Radiation

25.4.1 Kontinentaldrift 689

25.4.2 Massenaussterben 691

25.4.3 Adaptive Radiationen 694

25.5 Veränderungen im Körperbau können durch Änderungen in der Sequenz und Regulation von Entwicklungsgenen entstehen 696

25.5.1 Evolutionäre Effekte von Entwicklungsgenen 696

25.5.2 Evolution von Entwicklungsprozessen 697

25.6 Evolution ist nicht zielorientiert 700

25.6.1 Evolutionäre Neuerungen 700

25.6.2 Evolutionäre Trends 701

## Teil V - Die Evolutionsgeschichte der biologischen Vielfalt 707

### Kapitel 26 - Der phylogenetische Stammbaum der Lebewesen 709

# Inhaltsverzeichnis

## 26.1 Phylogenien (Stammbäume) zeigen evolutionäre Verwandtschaftsbeziehungen 710

- 26.1.1 Die binominale Nomenklatur 711
- 26.1.2 Hierarchische Klassifikation 711
- 26.1.3 Der Zusammenhang zwischen Klassifikation und Phylogenie 712
- 26.1.4 Was sagen phylogenetische Stammbäume aus? 714
- 26.1.5 Bedeutung und Anwendung der Phylogenie 714

## 26.2 Die Ableitung der Stammesgeschichte aus morphologischen und molekularbiologischen Befunden 715

- 26.2.1 Morphologische und molekulare Homologien 716
- 26.2.2 Homologie und Konvergenz 716
- 26.2.3 Bewertung molekularer Homologien 717

## 26.3 Gemeinsame abgeleitete Merkmale (evolutive Neuheiten) erlauben die Rekonstruktion phylogenetischer Stammbäume 718

- 26.3.1 Kladistik 718
- 26.3.2 Phylogenetische Stammbäume mit proportionaler Länge der Äste 721
- 26.3.3 Maximale Sparsamkeit und maximale Wahrscheinlichkeit (maximum parsimony und maximum likelihood) 722
- 26.3.4 Phylogenetische Stammbäume als Hypothesen 724

## 26.4 Das Genom als Beleg für die evolutive Vergangenheit eines Lebewesens 725

- 26.4.1 Genduplikationen und Genfamilien 726
- 26.4.2 Evolution von Genomen 727

## 26.5 Mit molekularen Uhren kann man den zeitlichen Ablauf der Evolution verfolgen 727

- 26.5.1 Molekulare Uhren 727
- 26.5.2 Der Ursprung von HIV wurde mithilfe der molekularen Uhr aufgeklärt 729

## 26.6 Neue Befunde und die stetige Weiterentwicklung unserer Kenntnisse über den Stammbaum der Organismen 730

- 26.6.1 Von zwei Organismenreichen zu drei Großgruppen, sogenannten „Domänen“ 730
- 26.6.2 Die besondere Bedeutung horizontalen Gentransfers 731

## Kapitel 27 - Bacteria und Archaea 737

### 27.1 Strukturelle und funktionelle Anpassung als Erfolgsrezept der Prokaryonten 738

- 27.1.1 Zelloberflächenstrukturen 739
- 27.1.2 Beweglichkeit 741
- 27.1.3 Innerer Aufbau und Genomorganisation 742
- 27.1.4 Fortpflanzung und Anpassung 742

### 27.2 Schnelle Vermehrung, Mutation und Rekombination von Genen als Ursache der genetischen Vielfalt von Prokaryonten 743

- 27.2.1 Schnelle Vermehrung und Mutation 743
- 27.2.2 Rekombination von Genen 744

### 27.3 Evolution vielfältiger Anpassungen in der Ernährung und im Stoffwechsel der Prokaryonten 747

- 27.3.1 Rolle des Sauerstoffs im Stoffwechsel 748
- 27.3.2 Stickstoff-Stoffwechsel 749
- 27.3.3 Kooperation im Stoffwechsel 749

### 27.4 Radiäre Entwicklung der Prokaryonten in mehrere Stammeslinien 750

- 27.4.1 Überblick über die prokaryontische Diversität 750
- 27.4.2 Stammbegriff bei Prokaryonten 750
- 27.4.3 Kultivierbarkeit von Prokaryonten und Phylogenie nicht-kultivierter Prokaryontenarten 750
- 27.4.4 Der phylogenetische Stammbaum der Prokaryonten 751

# Inhaltsverzeichnis

27.4.5 Bacteria 754

27.4.6 Archaea 755

## 27.5 Kommunikation mit der Umwelt 757

27.5.1 Zweikomponenten-Systeme 757

27.5.2 Chemotaxis 758

## 27.6 Bedeutung der Prokaryonten für die Biosphäre 759

27.6.1 Chemisches Recycling 759

27.6.2 Ökologische Wechselwirkungen 760

## 27.7 Schädliche und nützliche Auswirkungen der Prokaryonten auf den Menschen 761

27.7.1 Mutualistische Bakterien 761

27.7.2 Bakterielle Pathogene 761

27.7.3 Prokaryonten in Forschung und Technik 762

## Kapitel 28 - Protisten 769

### 28.1 Die meisten Eukaryonten sind Einzeller 770

28.1.1 Struktur- und Funktionsvielfalt bei Protisten 771

28.1.2 Endosymbiose in der Evolution der Eukaryonten 771

28.1.3 Die vier Übergruppen der Eukaryonten 772

### 28.2 Excavata: Protisten mit abgewandelten Mitochondrien und bemerkenswerten Flagellen 776

28.2.1 Diplomonadida und Parabasalia 776

28.2.2 Euglenozoa 777

### 28.3 Die „SAR“-Übergruppe: Ihre Einführung wird durch neue genomweite Sequenzanalysen unterstützt 778

28.3.1 Stramenopilata 778

28.3.2 Alveolata 782

28.3.3 Rhizaria 786

### 28.4 Archaeplastida: Die engsten Verwandten der Landpflanzen – Rotalgen und Grünalgen 787

28.4.1 Rhodophyta (Rotalgen) 787

28.4.2 Chloroplastida (Chlorobionta, Viridiplantae, Grüne Pflanzen) 788

### 28.5 Unikonta: Protisten, die eng mit Pilzen und Tieren verwandt sind 790

28.5.1 Amoebozoa 792

28.5.2 Opisthokonta 794

### 28.6 Protisten spielen eine Schlüsselrolle in allen ökologischen Wechselbeziehungen 794

28.6.1 Symbiotische und parasitische Protisten 794

28.6.2 Photosynthetisch aktive Protisten 795

## Kapitel 29 - Die Vielfalt der Pflanzen I: Wie Pflanzen das Land eroberten 801

### 29.1 Die Entstehung der Landpflanzen aus Grünalgen 802

29.1.1 Morphologische und molekularbiologische Befunde 802

29.1.2 Notwendige Anpassungen beim Übergang an Land 803

29.1.3 Schlüsselinnovationen bei Landpflanzen 806

29.1.4 Ursprung und Radiation der Landpflanzen 806

### 29.2 Moose haben einen vom Gametophyten dominierten Lebenszyklus 809

29.2.1 Die Gametophyten der Bryophyten 810

29.2.2 Die Sporophyten der Bryophyten 811

29.2.3 Die ökologische und ökonomische Bedeutung der Moose 813

### 29.3 Die ersten hochwüchsigen Pflanzen: Farne und andere samenlose Gefäßpflanzen 814

29.3.1 Entstehung und Merkmale der Gefäßpflanzen 814

29.3.2 Klassifikation der samenlosen Gefäßpflanzen (Pteridophyten,

# Inhaltsverzeichnis

## **Farngewächse) 818**

29.3.3 Die Bedeutung der samenlosen Gefäßpflanzen 820

### **Kapitel 30 - Die Vielfalt der Pflanzen II: Evolution der Samenpflanzen 825**

#### **30.1 Samen und Pollen: Schlüsselanpassungen an das Landleben 826**

30.1.1 Vorteile reduzierter Gametophyten 826

30.1.2 Heterosporie ist bei Samenpflanzen die Regel 827

30.1.3 Samenanlagen und die Produktion der Eizellen 827

30.1.4 Pollen und die Bildung von Spermazellen 828

30.1.5 Der Vorteil von Samen in der Evolution der Landpflanzen 828

#### **30.2 Die Zapfen der Gymnospermen tragen „nackte“, direkt zugängliche Samenanlagen 830**

30.2.1 Frühe Samenpflanzen und die Evolution der Gymnospermen 830

30.2.2 Der Entwicklungszyklus einer Kiefer 831

#### **30.3 Die wichtigsten Weiterentwicklungen der Angiospermen sind Blüten und Früchte 835**

30.3.1 Merkmale der Angiospermen 835

30.3.2 Die Evolution der Angiospermen 839

30.3.3 Die Vielfalt der Angiospermen 841

#### **30.4 Die Bedeutung der Samenpflanzen für die Menschheit 842**

30.4.1 Produkte aus Samenpflanzen 842

30.4.2 Gefahren für die Artenvielfalt der Pflanzen 846

### **Kapitel 31 - Pilze 851**

#### **31.1 Pilze sind heterotroph und nehmen ihre Nährstoffe durch Absorption auf 852**

31.1.1 Ernährung und Ökologie 852

31.1.2 Aufbau des Pilzkörpers 852

#### **31.2 Pilze nutzen Sporen für ihre geschlechtliche oder ungeschlechtliche Vermehrung 856**

31.2.1 Die geschlechtliche Fortpflanzung 856

31.2.2 Die ungeschlechtliche Vermehrung 857

#### **31.3 Die Entwicklung der Pilze aus einem im Wasser lebenden, begeißelten Protisten 858**

31.3.1 Der Ursprung der Pilze 858

31.3.2 Die divergente Entwicklung früher Pilzgruppen 859

31.3.3 Der Wechsel vom Wasser zum Land 859

#### **31.4 Die verschiedenen Abstammungslinien der Pilze 861**

31.4.1 Chytridien 861

31.4.2 Zygomyceten 861

31.4.3 Glomeromyceten 862

31.4.4 Ascomyceten 863

31.4.5 Basidiomyceten 865

#### **31.5 Die zentrale Bedeutung der Pilze für Nährstoffkreisläufe, ökologische Wechselbeziehungen und den Menschen 867**

31.5.1 Pilze als Destruenten 867

31.5.2 Pilze als Mutualisten 867

31.5.3 Pilze als Krankheitserreger und Parasiten 870

31.5.4 Der praktische Nutzen von Pilzen 871

### **Kapitel 32 - Eine Einführung in die Diversität und Evolution der Metazoa 875**

#### **32.1 Metazoa sind vielzellige heterotrophe Eukaryonten mit Geweben, die sich aus embryonalen Keimblättern entwickeln 876**

32.1.1 Ernährungsweise 876

32.1.2 Zellstruktur und Zellspezialisierung 877

32.1.3 Fortpflanzung und Entwicklung 877

# Inhaltsverzeichnis

## 32.2 Die Evolutionsgeschichte der Metazoa umfasst mehr als eine halbe Milliarde Jahre 879

- 32.2.1 Schritte zur Entstehung der vielzelligen Tiere 879
- 32.2.2 Neoproterozoikum (vor einer Milliarde bis 542 Millionen Jahren) 880
- 32.2.3 Paläozoikum (vor 542–251 Millionen Jahren) 881
- 32.2.4 Mesozoikum (vor 251–65,5 Millionen Jahren) 884
- 32.2.5 Känozoikum (vor 65,5 Millionen Jahren bis zur Gegenwart) 884

## 32.3 Tiere lassen sich über „Baupläne“ beschreiben 884

- 32.3.1 Symmetrie 885
- 32.3.2 Gewebe 885
- 32.3.3 Leibeshöhlen 885
- 32.3.4 Proterostome und deuterostome Entwicklung 886

## 32.4 Aus neuen molekularen und morphologischen Daten erwachsen fortlaufend neue Erkenntnisse über die Phylogenie der Tiere 888

- 32.4.1 Die evolutive Differenzierung der Metazoa 888
- 32.4.2 Künftige Richtungen der phylogenetisch-systematischen Forschung 891

## Kapitel 33 - Eine Einführung in die wirbellosen Tiere 895

### 33.1 Porifera (Schwämme) sind Tiere ohne echte Gewebe 900

### 33.2 Cnidaria (Nesseltiere) bilden ein phylogenetisch altes Metazoontaxon 901

- 33.2.1 Anthozoa 903
- 33.2.2 Tesserazoa (Medusozoa) 903

### 33.3 Spiralia, ein Taxon, das anhand morphologischer und molekularer Daten identifiziert wurde, weist das breiteste Spektrum

a

- 33.3.1 Plathelminthes (Plattwürmer) 905
- 33.3.2 Rotatoria (Rotifera; Rädertiere) 909
- 33.3.3 Lophotrochozoa 910

### 33.4 Ecdysozoa sind die artenreichste Tiergruppe 919

- 33.4.1 Nematoda (Fadenwürmer) 919
- 33.4.2 Arthropoda (Gliederfüßer) 920

### 33.5 Echinodermata und Chordata sind Deuterostomia 930

- 33.5.1 Echinodermata (Stachelhäuter) 930
- 33.5.2 Chordata (Chordatiere) 932

## Kapitel 34 - Herkunft und Evolution der Wirbeltiere 937

### 34.1 Chordaten haben eine Chorda dorsalis und ein dorsales Neuralrohr 938

- 34.1.1 Abgeleitete Chordatenmerkmale 939
- 34.1.2 Acrania/Cephalochordata (Lanzettfischchen) 941
- 34.1.3 Tunicata (Manteltiere) 941
- 34.1.4 Die frühe Chordatenevolution 942

### 34.2 Craniota sind Chordaten, die einen Schädel und eine Wirbelsäule haben 943

- 34.2.1 Abgeleitete Craniotenmerkmale 943
- 34.2.2 Cyclostomata/Agnatha (Rundmäuler) 944
- 34.2.3 Die Frühevolution der Craniota 945
- 34.2.4 Der Ursprung von Knochen und Zähnen 947

### 34.3 Gnathostomata sind Wirbeltiere, die einen Kieferapparat haben 947

- 34.3.1 Abgeleitete Merkmale der Gnathostomata 947
- 34.3.2 Fossile Gnathostomata 948
- 34.3.3 Chondrichthyes (Knorpelfische: Haie, Rochen und Verwandte) 949
- 34.3.4 Actinopterygii, Actinistia und Dipnoi (Strahl(en)flosser, Hohlstachler und Lungenfische) 951

### 34.4 Tetrapoda sind Osteognathostomata, die Laufbeine haben 954

- 34.4.1 Abgeleitete Tetrapodenmerkmale 954



# Inhaltsverzeichnis

34.4.2 Die Entstehung der Tetrapoden 954

34.4.3 Lissamphibia (Amphibien) 956

**34.5 Amniota sind Tetrapoda, bei denen ein an das Landleben angepasstes Eistadium entstanden ist 959**

34.5.1 Abgeleitete Amniotenmerkmale 959

34.5.2 Frühe Amnioten 961

34.5.3 Sauropsida 961

**34.6 Mammalia sind Amnioten, die behaart sind und Milch produzieren 968**

34.6.1 Abgeleitete Säugetiermerkmale 968

34.6.2 Die frühe Evolution der Säugetiere 969

34.6.3 Monotremata (Kloakentiere) 970

34.6.4 Marsupialia (Beuteltiere) 970

34.6.5 Placentalia, Eutheria (Placentatiere) 971

**34.7 Menschen sind Säugetiere, die ein großes Gehirn haben und sich auf zwei Beinen fortbewegen 976**

34.7.1 Abgeleitete Merkmale des Menschen 976

34.7.2 Die ersten Homininen 977

34.7.3 Die Australopithecinen 979

34.7.4 Zweibeinigkeit (Bipedie) 981

34.7.5 Werkzeuggebrauch 982

34.7.6 Frühe Vertreter der Gattung Homo 982

34.7.7 Die Neandertaler 983

34.7.8 Homo sapiens 984

## Teil VI - Pflanzen Form und Funktion 991

### Kapitel 35 - Pflanzenstruktur, Wachstum und Entwicklung 993

**35.1 Pflanzen sind hierarchisch organisiert – in Form von Organen, Geweben und Zellen 994**

35.1.1 Die drei Pflanzenorgane: Wurzel, Spross und Blatt 994

35.1.2 Abschlussgewebe, Leitgewebe und Grundgewebe 998

35.1.3 Grundtypen der Pflanzenzelle 1002

**35.2 Verschiedene Meristeme erzeugen neue Zellen für das primäre und das sekundäre Wachstum 1002**

**35.3 Primäres Wachstum ist für die Längenzunahme der Wurzeln und Sprosse verantwortlich 1004**

35.3.1 Primäres Wachstum der Wurzel 1004

35.3.2 Primäres Wachstum des Sprosses 1006

**35.4 Sekundäres Dickenwachstum vergrößert bei verholzten Pflanzen den Umfang von Spross und Wurzel 1008**

35.4.1 Cambium und sekundäres Leitgewebe 1010

35.4.2 Das Korkcambium und die Bildung des Periderms 1012

35.4.3 Evolution des sekundären Wachstums 1012

**35.5 Wachstum, Morphogenese und Differenzierung formen den Pflanzenkörper 1012**

35.5.1 Molekularbiologie und ihre Modellorganismen revolutionieren die Pflanzenwissenschaften 1013

35.5.2 Wachstum – Zellteilung und Zellstreckungsausdehnung 1014

35.5.3 Morphogenese und Musterbildung 1016

35.5.4 Genexpression und Kontrolle der Zelldifferenzierung 1016

35.5.5 Veränderte Entwicklungsprozesse durch Phasenwechsel 1017

35.5.6 Genetische Kontrolle der Blütenentwicklung 1018

### Kapitel 36 - Stoffaufnahme und Stofftransport bei Gefäßpflanzen 1023

**36.1 Anpassungen zur Aufnahme der Ressourcen waren wichtige Schritte in der Evolution der Landpflanzen 1024**

# Inhaltsverzeichnis

36.1.1 Aufbau der Sprossachse und Lichtabsorption 1025

36.1.2 Wurzel Aufbau und die Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen 1026

## 36.2 Der Transport über Kurz- oder Langstrecken erfolgt durch verschiedene Mechanismen 1027

36.2.1 Apoplast und Symplast: Zwei kontinuierliche Wege für den Transport 1028

36.2.2 Kurzstreckentransport von gelösten Stoffen über Plasmamembranen 1028

36.2.3 Kurzstreckentransport von Wasser über die Plasmamembran 1029

36.2.4 Massenströmung beim Langstreckentransport 1032

## 36.3 Der Transport von Wasser und Mineralstoffen von der Wurzel zum Spross durch das Xylem wird durch die Transpiration angetrieben

36.3.1 Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen in die Wurzelzellen 1033

36.3.2 Transport von Wasser und Mineralstoffen ins Xylem 1033

36.3.3 Massenströmung wird durch negativen Druck im Xylem angetrieben 1034

36.3.4 Das Steigen des Xylemsafts durch Massenströmung: Zusammenfassung 1038

## 36.4 Die Transpirationsrate wird durch die Stomata reguliert 1038

36.4.1 Stomata als wichtigster Ort des Wasserverlusts 1039

36.4.2 Mechanismen der Spaltöffnungsbewegung 1039

36.4.3 Reize für die Spaltöffnungsbewegung 1040

36.4.4 Auswirkungen der Transpiration auf Welken und Blattemperatur 1040

36.4.5 Anpassungen, die den Wasserverlust durch Verdunstung vermindern 1040

## 36.5 Zucker werden im Phloem vom Produktionsort zum Verbrauchs- oder Speicherort transportiert 1042

36.5.1 Zucker-Transport – from Source to Sink 1042

36.5.2 Massenströmung durch positiven Druck – Der Mechanismus des Assimilat-  
Transports bei Angiospermen 1043

## 36.6 Der Symplast – ein dynamisches System 1044

36.6.1 Plasmodesmen – ständig wechselnde Strukturen 1044

36.6.2 Elektrisches „Signaling“ im Phloem 1045

36.6.3 Das Phloem – eine „Datenautobahn“ 1045

## Kapitel 37 - Boden und Pflanzenernährung 1049

### 37.1 Boden – eine lebende, jedoch endliche Ressource 1050

37.1.1 Bodenart 1050

37.1.2 Zusammensetzung des Oberbodens 1051

37.1.3 Bodenschutz und nachhaltige Landwirtschaft 1052

### 37.2 Pflanzen benötigen für ihren Lebenszyklus essenzielle Nährelemente 1054

37.2.1 Makro- und Mikronährelemente 1055

37.2.2 Symptome des Nährstoffmangels 1057

37.2.3 Verbesserung der Pflanzenernährung durch Gentechnik – einige Beispiele  
1057

### 37.3 Zur Pflanzenernährung tragen auch andere Organismen bei 1058

37.3.1 Bakterien und Pflanzenernährung 1058

37.3.2 Pilze und Pflanzenernährung 1062

37.3.3 Epiphyten, parasitische Pflanzen und carnivore Pflanzen 1064

## Kapitel 38 - Fortpflanzung und Biotechnologie der Angiospermen 1069

### 38.1 Blüten, doppelte Befruchtung und Früchte: Wichtige Besonderheiten im Entwicklungszyklus der Angiospermen 1070

38.1.1 Aufbau und Funktion der Blüte 1071

38.1.2 Der Lebenszyklus angiospermer Pflanzen: Ein Überblick 1071

38.1.3 Mechanismen der Pollenübertragung 1075

38.1.4 Vom Samen zur blühenden Pflanze: der Blick ins Detail 1077

38.1.5 Gestalt und Funktion der Frucht 1080

### 38.2 Sexuelle und asexuelle Fortpflanzung bei Angiospermen 1083

38.2.1 Mechanismen der asexuellen (vegetativen) Fortpflanzung 1083

# Inhaltsverzeichnis

38.2.2 Vor- und Nachteile von sexueller und asexueller Fortpflanzung 1084

38.2.3 Mechanismen zur Verhinderung der Selbstbefruchtung 1085

38.2.4 Totipotenzen, vegetative Vermehrung und Gewebekulturen 1086

## 38.3 Der Mensch verändert die Nutzpflanzen durch Züchtung und Gentechnik 1088

38.3.1 Pflanzenzüchtung 1088

38.3.2 Biotechnologie und Gentechnik bei Pflanzen 1089

38.3.3 Für und Wider der Pflanzenbiotechnologie 1090

## Kapitel 39 - Pflanzenreaktionen auf innere und äußere Signale 1097

### 39.1 Signaltransduktionswege verbinden Signalwahrnehmung und Antwort 1098

39.1.1 Perzeption 1099

39.1.2 Transduktion 1099

39.1.3 Antwort 1100

### 39.2 Pflanzenhormone koordinieren Wachstum, Entwicklung und Reizantworten 1101

39.2.1 Übersicht über die Phytohormone 1102

### 39.3 Pflanzen brauchen Licht 1113

39.3.1 Blaulicht-Photorezeptoren 1114

39.3.2 Phytochrome als Photorezeptoren 1114

39.3.3 Biologische Uhren und circadiane Rhythmik 1116

39.3.4 Die Wirkung des Lichts auf die biologische Uhr 1117

39.3.5 Photoperiodismus und Anpassungen an Jahreszeiten 1117

### 39.4 Pflanzen reagieren, abgesehen von Licht, auf viele weitere Reize 1120

39.4.1 Schwerkraft 1120

39.4.2 Mechanische Reize 1121

39.4.3 Umweltstress 1122

### 39.5 Reaktionen der Pflanze auf Pathogenbefall und Herbivoren 1125

39.5.1 Verteidigungsstrategien gegen Pathogene 1126

39.5.2 Verteidigungsstrategien gegen Herbivoren 1130

## Teil VII - Tiere Form und Funktion 1135

### Kapitel 40 - Grundprinzipien tierischer Form und Funktion 1137

#### 40.1 Form und Funktion sind bei Tieren auf allen Organisationsebenen eng miteinander korreliert 1138

40.1.1 Physikalische Gesetze beeinflussen die Größe und Gestalt von Tieren  
1138

40.1.2 Austausch mit der Umgebung 1139

40.1.3 Hierarchische Organisation der Körperbaupläne 1141

40.1.4 Struktur und Funktion von Geweben 1142

40.1.5 Koordination und Kontrolle 1146

#### 40.2 Regulation des inneren Milieus 1147

40.2.1 Regulierer und Konformer 1147

40.2.2 Homöostase 1148

#### 40.3 Einfluss von Form, Funktion und Verhalten auf homöostatische Prozesse 1150

40.3.1 Endothermie und Ektothermie 1150

40.3.2 Veränderung der Körpertemperatur 1151

40.3.3 Gleichgewicht zwischen Wärmeabgabe und Wärmeaufnahme 1151

40.3.4 Anpassung an unterschiedliche Temperaturbereiche 1156

40.3.5 Physiologischer Thermostat und Fieber 1156

#### 40.4 Energiebedarf eines Tieres in Abhängigkeit von Größe, Aktivität und Umwelt 1157

40.4.1 Bereitstellung und Nutzung von Energie 1157

40.4.2 Quantifizierung des Energieverbrauchs 1157

40.4.3 Minimale Stoffwechselrate und Thermoregulation 1158

40.4.4 Faktoren, die die Stoffwechselrate beeinflussen 1158

# Inhaltsverzeichnis

40.4.5 Torpor und Energiesparen 1161

## Kapitel 41 - Hormone und das endokrine System 1169

41.1 Hormone und andere Signalmoleküle, ihre Bindung an die Rezeptoren und die von ihnen ausgelösten spezifischen Reaktionsweg

41.1.1 Interzelluläre Kommunikation 1171

41.1.2 Chemische Klassen von lokalen Regulatoren und Hormonen 1172

41.1.3 Signalwege in den Zellen 1173

41.1.4 Mehrfachwirkungen von Hormonen 1175

41.1.5 Endokrine Gewebe und Organe 1176

41.2 Endokrine Hormone: Regulation durch Rückkopplung und Koordination mit dem Nervensystem 1177

41.2.1 Einfache hormonelle Reaktionswege 1177

41.2.2 Rückkopplungskreise 1178

41.2.3 Koordination von Hormon- und Nervensystem bei Wirbellosen 1178

41.2.4 Koordination von Hormon- und Nervensystem bei Wirbeltieren 1180

41.2.5 Hormone des Hypophysenhinterlappens 1180

41.2.6 Hormone des Hypophysenvorderlappens 1181

41.2.7 Die Regulation der Schilddrüse: Eine Hormonkaskade 1182

41.2.8 Hormonelle Regulation des Wachstums 1183

41.3 Reaktionen endokriner Drüsen auf verschiedene Reize in der Regulation von Homöostase, Entwicklung und Verhalten 1184

41.3.1 Parathormon und Vitamin D: Steuerung des Ca<sup>2+</sup>-Spiegels im Blut 1184

41.3.2 Hormone der Nebennieren: Stressantwort 1185

41.3.3 Geschlechtshormone aus den Geschlechtsdrüsen 1188

41.3.4 Melatonin und Biorhythmus 1189

41.3.5 Evolution und Hormonfunktion 1190

## Kapitel 42 - Die Ernährung der Tiere 1195

42.1 Die Nahrung der Tiere muss die Versorgung mit chemischer Energie, organischen Molekülen und essenziellen Nährstoffen gewä

42.1.1 Essenzielle Nährstoffe 1197

42.1.2 Mangelernährung 1202

42.1.3 Ermittlung des Nährstoffbedarfs 1203

42.2 Nährstoffverarbeitung: Aufnahme, Verdauung, Resorption und Ausscheidung 1204

42.2.1 Verdauungskompartimente 1206

42.3 Spezialisierte Organe für die verschiedenen Stadien der Nahrungsverarbeitung im Verdauungssystem der Säugetiere 1208

42.3.1 Mundhöhle, Schlund und Speiseröhre 1208

42.3.2 Verdauung im Magen 1210

42.3.3 Verdauung im Dünndarm 1212

42.3.4 Resorption im Dünndarm 1213

42.3.5 Resorption im Dickdarm 1215

42.4 Ernährung und die evolutive Anpassung der Verdauungssysteme von Wirbeltieren 1216

42.4.1 Anpassung der Zähne 1216

42.4.2 Anpassungen von Magen und Darm 1216

42.4.3 Anpassungen durch Symbiose 1217

42.4.4 Anpassungen durch Symbiose bei Pflanzenfressern 1218

42.5 Regelkreise steuern Verdauung, Energiehaushalt und Appetit 1219

42.5.1 Regulation der Verdauung 1219

42.5.2 Regulation des Energiehaushalts 1219

42.5.3 Regulation von Appetit und Verbrauch 1222

# Inhaltsverzeichnis

## Kapitel 43 - Kreislauf und Gasaustausch 1229

### 43.1 Kreislaufsysteme verknüpfen alle Zellen des Körpers mit Austauschflächen 1230

43.1.1 Gastrovaskularsysteme 1230

43.1.2 Offene und geschlossene Kreislaufsysteme 1231

43.1.3 Die Organisation von Kreislaufsystemen bei Wirbeltieren 1232

### 43.2 Koordinierte Kontraktionszyklen des Herzens treiben den doppelten Kreislauf bei Säugern an 1234

43.2.1 Der Säugerkreislauf 1234

43.2.2 Das Säugerherz: Eine nähere Betrachtung 1235

43.2.3 Der rhythmische Herzschlag 1236

### 43.3 Blutdruck und Blutfluss spiegeln Bau und Anordnung der Blutgefäße wider 1238

43.3.1 Bau und Funktion von Blutgefäßen 1238

43.3.2 Strömungsgeschwindigkeit des Bluts 1239

43.3.3 Blutdruck 1239

43.3.4 Kapillarfunktion 1242

43.3.5 Flüssigkeitsrückführung durch das Lymphsystem 1243

### 43.4 Blutbestandteile und ihre Funktion bei Stoffaustausch, Transport und Abwehr 1244

43.4.1 Blutzusammensetzung und Funktion 1244

43.4.2 Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems 1247

### 43.5 Gasaustausch erfolgt an spezialisierten respiratorischen Oberflächen 1250

43.5.1 Partialdruckgradienten beim Gasaustausch 1250

43.5.2 Atemmedien 1251

43.5.3 Respiratorische Oberflächen 1251

43.5.4 Kiemen bei wasserlebenden Tieren 1252

43.5.5 Tracheensysteme bei Insekten 1253

43.5.6 Lungen 1254

### 43.6 Atmung: Ventilation der Lunge 1257

43.6.1 Atmung bei Amphibien 1257

43.6.2 Atmung bei Vögeln 1257

43.6.3 Atmung bei Säugern 1257

43.6.4 Kontrolle der Atmung beim Menschen 1258

### 43.7 Anpassungen an den Gasaustausch: Respiratorische Proteine binden und transportieren Atemgase 1259

43.7.1 Koordination von Zirkulation und Gasaustausch 1260

43.7.2 Respiratorische Proteine 1260

43.7.3 Tierische „Spitzenathleten“ 1263

## Kapitel 44 - Das Immunsystem 1269

### 44.1 Das angeborene Immunsystem basiert auf der Erkennung gemeinsamer Muster von Krankheitserregern 1271

44.1.1 Angeborene Immunabwehr wirbelloser Tiere 1271

44.1.2 Angeborene Immunabwehr der Wirbeltiere 1272

44.1.3 Wie Krankheitserreger dem angeborenen Immunsystem entgehen 1277

### 44.2 Im adaptiven Immunsystem ermöglicht eine Vielzahl an Rezeptoren die spezifische Erkennung von Pathogenen 1277

44.2.1 Antigenerkennung durch B-Zellen und Antikörper 1278

44.2.2 Antigenerkennung durch T-Zellen 1279

44.2.3 Die Entwicklung von B- und T-Zellen 1280

### 44.3 Adaptive Immunität und die Abwehr von Infektionen in Körperzellen und Körperflüssigkeiten 1284

# Inhaltsverzeichnis

- 44.3.1 Helfer-T-Zellen: Reaktion auf nahezu alle Antigene 1284
- 44.3.2 Cytotoxische T-Zellen: Abwehr gegen intrazelluläre Pathogene 1285
- 44.3.3 B-Zellen: Abwehr gegen extrazelluläre Pathogene 1286
- 44.3.4 Aktive und passive Immunität 1289
- 44.3.5 Antikörper als Hilfsmittel in Forschung und Diagnostik 1291

## 44.4 Störungen des Immunsystems 1292

- 44.4.1 Übermäßige, gegen körpereigene Strukturen gerichtete und verminderte Immunreaktionen 1292
- 44.4.2 Strategien der Krankheitserreger der adaptiven Immunabwehr zu entgehen 1295
- 44.4.3 Krebs und Immunität 1299

## Kapitel 45 - Osmoregulation und Exkretion 1303

### 45.1 Osmoregulation: Gleichgewicht zwischen Aufnahme und Abgabe von Wasser und den darin gelösten Stoffen 1304

- 45.1.1 Osmose und Osmolarität 1304
- 45.1.2 Strategien zur Bewältigung osmotischer Herausforderungen 1305
- 45.1.3 Die Energetik der Osmoregulation 1309
- 45.1.4 Transportepithelien 1309

### 45.2 Die stickstoffhaltigen Exkretionsprodukte eines Tieres spiegeln dessen Phylogenie und Habitat wider 1310

- 45.2.1 Formen stickstoffhaltiger Exkretionsprodukte 1311
- 45.2.2 Einfluss von Evolution und Umwelt auf stickstoffhaltige Exkretionsprodukte 1312

### 45.3 Verschiedene Exkretionssysteme sind Abwandlungen tubulärer Systeme 1312

- 45.3.1 Exkretionsprozesse 1312
- 45.3.2 Ein Überblick über verschiedene Exkretionssysteme 1313

### 45.4 Das Nephron: Schrittweise Verarbeitung des Ultrafiltrats 1316

- 45.4.1 Vom Ultrafiltrat zum Urin: Eine genauere Betrachtung 1317
- 45.4.2 Osmotische Gradienten und Wasserkonservierung 1320
- 45.4.3 Anpassungen der Wirbeltiere an unterschiedliche Lebensräume 1321

### 45.5 Hormonelle Regelkreise verknüpfen Nierenfunktion, Wasserhaushalt und Blutdruck 1325

- 45.5.1 Antidiuretisches Hormon 1325
- 45.5.2 Das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System 1326
- 45.5.3 Homöostatische Regulation der Niere 1328

## Kapitel 46 - Fortpflanzung der Tiere 1333

### 46.1 Sexuelle und asexuelle Fortpflanzung im Tierreich 1334

- 46.1.1 Mechanismen ungeschlechtlicher Fortpflanzung 1334
- 46.1.2 Unisexuelle Fortpflanzung 1335
- 46.1.3 Bisexuelle Fortpflanzung: Ein evolutionäres Rätsel 1335
- 46.1.4 Fortpflanzungszyklen und -muster 1336

### 46.2 Die Befruchtung hängt von Mechanismen ab, die Eizellen und Spermien derselben Art zusammenbringen 1338

- 46.2.1 Das Überleben des Nachwuchses sichern 1339
- 46.2.2 Gametenproduktion und -übergabe 1339

### 46.3 Keimzellenproduktion und -transport mittels Fortpflanzungsorganen 1342

- 46.3.1 Das weibliche Fortpflanzungssystem 1342
- 46.3.2 Das männliche Fortpflanzungssystem 1343
- 46.3.3 Die sexuelle Reaktion des Menschen 1345

### 46.4 Unterschiede in Zeitverlauf und Muster der Meiose bei männlichen und weiblichen Säugern 1345

### 46.5 Fortpflanzungsregulierung bei Säugern: Ein komplexes Zusammenspiel von Hormonen 1348



# Inhaltsverzeichnis

46.5.1 Hormonelle Kontrolle des männlichen Fortpflanzungssystems 1349

46.5.2 Der weibliche Fortpflanzungszyklus 1350

**46.6 Bei placentalen Säugern findet die gesamte Embryonalentwicklung im Uterus statt 1353**

46.6.1 Empfängnis, Embryonalentwicklung und Geburt 1353

46.6.2 Maternale Immuntoleranz gegenüber Embryo und Fetus 1356

46.6.3 Empfängnisverhütung und Abtreibung 1356

46.6.4 Moderne Reproduktionstechniken 1358

## **Kapitel 47 - Entwicklung der Tiere 1365**

**47.1 Nach der Befruchtung schreitet die Embryonalentwicklung durch Furchung, Gastrulation und Organogenese fort 1367**

47.1.1 Besamung und Befruchtung 1367

47.1.2 Furchung 1371

**47.2 An der tierischen Morphogenese sind spezifische Veränderungen in Zellform, Zellposition und Zelladhäsion beteiligt 1374**

47.2.1 Gastrulation 1374

47.2.2 Entwicklungsphysiologische Anpassungen von Amnioten 1378

47.2.3 Organogenese 1379

47.2.4 Mechanismen der Morphogenese 1381

**47.3 Das Schicksal von sich entwickelnden Zellen ist von ihrer Vorgeschichte und von induktiven Signalen abhängig 1384**

47.3.1 Anlagepläne 1384

47.3.2 Festlegung des Zellschicksals und Musterbildung durch induktive Signale  
1389

## **Kapitel 48 - Neurone, Synapsen und Signalgebung 1399**

**48.1 Neuronale Organisation und Struktur als Spiegel der Funktion bei der Informations- übermittlung 1400**

48.1.1 Einführung in die Informationsverarbeitung 1400

48.1.2 Neuronale Struktur und Funktion 1401

**48.2 Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials eines Neurons durch Ionenpumpen und Ionenkanäle 1402**

48.2.1 Entstehung des Ruhepotenzials 1403

48.2.2 Ein Modell des Ruhepotenzials 1404

**48.3 Axonale Fortleitung von Aktionspotenzialen 1405**

48.3.1 Erzeugung von Aktionspotenzialen 1406

48.3.2 Erzeugung von Aktionspotenzialen: Eine nähere Betrachtung 1406

48.3.3 Fortleitung von Aktionspotenzialen 1408

**48.4 Synapsen als Kontaktstellen zwischen Neuronen 1410**

48.4.1 Erzeugung postsynaptischer Potenziale 1411

48.4.2 Summation postsynaptischer Potenziale 1411

48.4.3 Modulation der synaptischen Übertragung 1412

48.4.4 Neurotransmitter 1413

## **Kapitel 49 - Nervensysteme 1419**

**49.1 Nervensysteme bestehen aus Neuronenschaltkreisen und unterstützenden Zellen 1420**

49.1.1 Organisation des Wirbeltiernervensystems 1421

49.1.2 Das periphere Nervensystem 1423

**49.2 Regionale Spezialisierung des Wirbeltiergehirns 1425**

49.2.1 Der Hirnstamm 1427

49.2.2 Das Kleinhirn (Cerebellum) 1429

49.2.3 Das Zwischenhirn (Diencephalon) 1429

49.2.4 Funktionelle Bildgebung des Gehirns 1430

# Inhaltsverzeichnis

49.2.5 Das Großhirn (Cerebrum) 1431

49.2.6 Die Evolution der Kognition bei Wirbeltieren 1431

## 49.3 Die Großhirnrinde: Kontrolle von Willkürbewegungen und kognitiven Funktionen 1432

49.3.1 Informationsverarbeitung in der Großhirnrinde 1432

49.3.2 Sprache und Sprechen 1434

49.3.3 Lateralisierung corticaler Funktionen 1434

49.3.4 Emotionen 1435

49.3.5 Bewusstsein 1436

## 49.4 Gedächtnis und Lernen als Folge von Veränderungen der synaptischen Verbindungen 1436

49.4.1 Neuronale Plastizität 1437

49.4.2 Gedächtnis und Lernen 1437

49.4.3 Langzeitpotenzierung 1438

## 49.5 Störungen des Nervensystems: Erklärungen auf molekularer Basis 1439

49.5.1 Schizophrenie 1439

49.5.2 Depressionen 1440

49.5.3 Substanzmissbrauch und das Belohnungssystem des Gehirns 1440

49.5.4 Alzheimer-Krankheit 1441

49.5.5 Parkinson-Krankheit 1442

49.5.6 Stammzelltherapie 1442

## Kapitel 50 - Sensorische und motorische Mechanismen 1447

### 50.1 Sensorische Rezeptoren: Umwandlung von Reizenergie und Signalübermittlung an das Zentralnervensystem 1448

50.1.1 Sensorische Bahnen 1448

50.1.2 Sensorische Rezeptortypen 1450

### 50.2 Die für Gehör und Gleichgewicht zuständigen Mechanorezeptoren nehmen Flüssigkeits- oder Partikelbewegungen wahr 1453

50.2.1 Wahrnehmung von Schwerkraft und Schall bei Wirbellosen 1453

50.2.2 Gehör und Gleichgewichtssinn bei Säugern 1453

50.2.3 Gehör und Gleichgewichtssinn bei anderen Wirbeltieren 1457

### 50.3 Geschmacks- und Geruchssinn basieren auf ähnlichen Sinneszelltypen 1458

50.3.1 Der Geschmackssinn bei Säugern 1459

50.3.2 Der Geruchssinn des Menschen 1461

### 50.4 Im ganzen Tierreich basiert das Sehen auf ähnlichen Mechanismen 1463

50.4.1 Sehen bei Wirbellosen 1463

50.4.2 Das Sehsystem von Wirbeltieren 1464

### 50.5 Muskelkontraktion erfordert die Interaktion von Muskelproteinen 1469

50.5.1 Die Skelettmuskulatur von Wirbeltieren 1469

50.5.2 Andere Muskeltypen 1475

### 50.6 Das Skelettsystem wandelt Muskelkontraktion in Fortbewegung um 1476

50.6.1 Skelettsystemtypen 1477

50.6.2 Verschiedene Formen der Fortbewegung 1480

50.6.3 Energetische Kosten der Fortbewegung 1481

## Kapitel 51 - Tierisches Verhalten 1487

### 51.1 Einfaches und komplexes Verhalten kann durch bestimmte sensorische Eingangssignale ausgelöst werden 1488

51.1.1 Festgelegte Reaktionsmuster (Erbkoordination) 1489

51.1.2 Migration 1490

51.1.3 Verhaltensbiologische Rhythmen 1490

51.1.4 Signalgebung und Kommunikation bei Tieren 1491

### 51.2 Lernen: Spezifische Verknüpfung von Erfahrung und Verhalten 1493

# Inhaltsverzeichnis

51.2.1 Erfahrung und Verhalten 1493

51.3 Verhaltensweisen lassen sich durch Selektion auf Überleben und Fortpflanzungserfolg eines Individuums erklären 1500

51.3.1 Evolution von Verhalten zum Nahrungserwerb 1500

51.3.2 Paarungsverhalten und Partnerwahl 1502

51.4 Genetische Analysen und die Theorie der Gesamtfitness liefern eine Basis für Untersuchungen zur Evolution von Verhalten 1

51.4.1 Die genetische Basis von Verhalten 1507

51.4.2 Genetische Variabilität und die Evolution von Verhalten 1508

51.4.3 Altruismus 1509

51.4.4 Gesamtfitness 1510

51.4.5 Evolution und menschliche Kultur 1512

## Teil VIII - Ökologie 1517

Kapitel 52 - Ökologie und die Biosphäre: Eine Einführung 1519

52.1 Die Ökologie integriert viele biologische Forschungsrichtungen und dient als wissenschaftliche Grundlage für den Natur-  
u

52.1.1 Der Zusammenhang zwischen Ökologie und Evolutionsbiologie 1522

52.1.2 Ökologie und Umweltschutz 1522

52.2 Die Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt bestimmen ihre Verbreitung und Häufigkeit 1523

52.2.1 Ausbreitung und Verbreitung 1525

52.2.2 Verhalten und Habitatselektion 1525

52.2.3 Biotische Faktoren 1526

52.2.4 Abiotische Faktoren 1527

52.2.5 Klima 1528

52.3 Aquatische Biome: Vielfältige und dynamische Systeme, die den größten Teil der Erdoberfläche einnehmen 1534

52.3.1 Struktur aquatischer Biome 1535

52.4 Klima und unvorhersagbare Umweltveränderungen bestimmen die Struktur und Verbreitung der terrestrischen Biome 1544

52.4.1 Makroklima und terrestrische Biome 1545

52.4.2 Allgemeine Eigenschaften terrestrischer Biome und die Bedeutung von Störungen 1545

Kapitel 53 - Populationsökologie 1557

53.1 Dynamische Prozesse und ihr Einfluss auf die Individuendichte, Individuenverteilung und Demografie von Populationen 1558

53.1.1 Individuendichte und Verteilungsmuster 1558

53.1.2 Demografie 1562

53.2 Wichtige Phasen im Lebenszyklus einer Organismenart als Produkt der natürlichen Selektion 1565

53.2.1 Evolution und die Vielfalt von Lebenszyklen 1565

53.2.2 „Kompromisse“ und Lebenszyklus 1566

53.3 Exponentielles Wachstum: Ein Modell für Populationen in einer idealen, unbegrenzten Umwelt 1568

53.3.1 Pro-Kopf-Zunahme 1568

53.3.2 Exponentielles Wachstum 1569

53.4 Das logistische Wachstumsmodell: Langsameres Populationswachstum bei Annäherung an die Umweltkapazität 1570

53.4.1 Das logistische Wachstumsmodell 1570

53.4.2 Das logistische Modell und natürliche Populationen 1572

53.4.3 Logistisches Modell und Lebenszyklus 1573

# Inhaltsverzeichnis

## 53.5 Dichteabhängige Einflüsse auf das Populationswachstum 1574

53.5.1 Populationsveränderungen und Individuendichte 1575

53.5.2 Dichteabhängige Regulation von Populationen 1575

53.5.3 Populationsdynamik 1577

## 53.6 Die menschliche Bevölkerung: Kein exponentielles Wachstum mehr, aber immer noch ein steiler Anstieg 1580

53.6.1 Die Erdbevölkerung 1580

53.6.2 Globale Umweltkapazität 1583

## Kapitel 54 - Ökologie der Lebensgemeinschaften 1589

### 54.1 Wechselbeziehungen zwischen Organismen: Positiv, negativ oder neutral 1590

54.1.1 Interspezifische Konkurrenz 1591

54.1.2 Prädation 1593

54.1.3 Parasitismus 1596

54.1.4 Herbivorie 1597

54.1.5 Mutualismus 1598

54.1.6 Parabiose und Kommensalismus 1598

54.1.7 Metabiose 1599

### 54.2 Der Einfluss von dominanten Arten und Schlüsselarten auf die Struktur von Lebensgemeinschaften 1600

54.2.1 Artendiversität 1600

54.2.2 Trophische Strukturen 1601

54.2.3 Arten mit einer großen Bedeutung für die Lebensgemeinschaft 1604

54.2.4 Bottom-up- und Top-down-Kontrolle in Nahrungsnetzen 1606

### 54.3 Der Einfluss von Störungen auf Artendiversität und Artenzusammensetzung 1608

54.3.1 Charakterisierung von Störungen 1609

54.3.2 Sukzession 1610

54.3.3 Von Menschen verursachte Störungen 1612

### 54.4 Biogeografische Faktoren und ihre Bedeutung für die Artendiversität in Lebensgemeinschaften 1613

54.4.1 Breitengradabhängigkeit 1613

54.4.2 Effekte der Flächengröße 1614

54.4.3 Insel-Biogeografie 1615

### 54.5 Lebensgemeinschaften: ihre Bedeutung für das Verständnis der Lebenszyklen von Pathogenen und ihre Bekämpfung 1617

54.5.1 Pathogene und die Struktur von Lebensgemeinschaften 1617

54.5.2 Lebensgemeinschaften und Zoonosen 1618

## Kapitel 55 - Ökosysteme 1625

### 55.1 Der Energiehaushalt und die biogeochemischen Kreisläufe von Ökosystemen 1627

55.1.1 Energieerhaltung 1627

55.1.2 Erhaltung der Masse 1628

55.1.3 Energie, Masse und Trophieebenen 1628

### 55.2 Energie und andere limitierende Faktoren der Primärproduktion der Ökosysteme 1630

55.2.1 Energiebilanzen von Ökosystemen 1630

55.2.2 Primärproduktion in aquatischen Ökosystemen 1632

55.2.3 Primärproduktion in terrestrischen Ökosystemen 1634

### 55.3 Energietransfer zwischen Trophieebenen: Effizienz meist unter zehn Prozent 1635

55.3.1 Produktionseffizienz 1635

55.3.2 Die Grüne-Welt-Hypothese 1637

# Inhaltsverzeichnis

## 55.4 Biologische und geochemische Prozesse regulieren die Nährstoffkreisläufe eines Ökosystems 1638

55.4.1 Biogeochemische Kreisläufe 1638

55.4.2 Mineralisierungs- und Umlaufraten bei Nährstoffkreisläufen 1642

55.4.3 Fallstudie: Nährstoffkreisläufe im Hubbard Brook Experimental Forest 1643

## 55.5 Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde 1644

55.5.1 Nährstoffanreicherung 1644

55.5.2 Saurer Regen 1646

55.5.3 Umweltgifte 1647

55.5.4 Treibhausgase und globale Erwärmung 1648

55.5.5 Abbau der stratosphärischen Ozonschicht 1651

## Kapitel 56 - Naturschutz und Renaturierungsökologie 1657

### 56.1 Der Mensch als Gefahr für die biologische Vielfalt 1658

56.1.1 Die drei Ebenen der biologischen Vielfalt 1659

56.1.2 Biologische Vielfalt und das Wohlergehen des Menschen 1661

56.1.3 Drei Gefahren für die biologische Vielfalt 1662

### 56.2 Populationsgröße, genetische Variabilität und kritische Habitatgröße beim Schutz von Populationen 1665

56.2.1 Ermittlung der minimalen überlebensfähigen Populationsgröße 1665

56.2.2 Populationsextinktion durch zufällige und häufige Umweltereignisse 1668

56.2.3 Abwägen konkurrierender Ansprüche 1670

### 56.3 Landschafts- und Gebietsschutz zur Erhaltung ganzer Biota 1671

56.3.1 Struktur und biologische Vielfalt von Landschaften 1671

56.3.2 Einrichtung von Schutzgebieten 1672

### 56.4 Renaturierung: Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme 1676

56.4.1 Biologische Sanierung 1677

56.4.2 Biologische Bestandsstützung 1677

56.4.3 Renaturierung als Zukunftsaufgabe 1680

### 56.5 Nachhaltige Entwicklung: Das Wohlergehen der Menschen durch die Bewahrung der biologischen Vielfalt 1681

56.5.1 Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung 1681

56.5.2 Fallstudie: Nachhaltige Entwicklung in Costa Rica 1682

56.5.3 Die Zukunft der Biosphäre 1682

## Anhang A: Lösungen 1687

## Anhang B: Anleitungen zu den wissenschaftlichen Übungen 1759

## Anhang C: Weiterführende Literatur 1763

## Anhang D: Bildnachweis 1765

## Anhang E: Stichwortverzeichnis 1775

Einen Versuch aufsetzen und Schlussfolgerungen ziehen 1349

Interpretation von Zellzyklen 1373

Hypothesentesten mit einem quantitativen Modell 1501

Erstellung von Balken- und Liniendiagrammen mit Interpretation der Daten 1547

Modellierung des Populationswachstums mithilfe der logistischen Gleichung 1574

Erstellen eines Balken- und Streudiagramms 1595

Analyse von quantitativen Daten in einer Tabelle 1637

Erstellung eines Fehlerbalkendiagramms und Interpretation der Ergebnisse 1680

## Arbeitstechniken

Zellfraktionierung 132

# Inhaltsverzeichnis

Aufnahme eines Absorptionsspektrums	248
Erstellung eines Karyogramms	329
Die Kreuzung von Erbsen	348
Die Rückkreuzung	353
Die Erstellung einer Gen- oder Kopplungskarte	392
Die Didesoxy-Kettenabbruch-Methode zur DNA-Sequenzierung	530
DNA-Sequenzierung der nächsten Generation	531
Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR)	535
Die RT-PCR zur Analyse der Expression eines bestimmten Gens	541
Die reproduktive Klonierung eines Säugetieres durch Transplantation von Zellkernen	547
Das CRISPR/Cas9-System zur gezielten Veränderung von Genomen	557
Anwendung des Parsimonieprinzips auf eine Fragestellung aus der molekularen Systematik	723
Klimaforschung mithilfe der Dendrochronologie	1011
Mit Ti-Plasmiden können transgene Pflanzen hergestellt werden	1013
Hydroponische Kultur	1055
Intrazelluläre Ableitung	1405
Ermittlung der Populationsgröße mit der Fang-Wiederfang-Methode	1559
Die Diversität der Mikroorganismen, ermittelt mit molekularbiologischen Methoden	1601
Ermittlung der Nettoprimärproduktion mit Satelliten	1631

## Aus der Forschung

Schützt die Anwesenheit giftiger Korallenschlangen die sie imitierende Dreiecksnatter vor räuberischen Tierarten?	28
Können sich organische Moleküle unter Bedingungen bilden, die vermutlich denen auf der frühen Erde ähneln?	81
Was kann uns die 3D-Struktur der RNA-Polymerase über ihre Funktion verraten?	113
Bewegen sich Membranproteine?	166
Ist die Rotation der „Nockenwelle“ der ATP-Synthase für die ATP-Synthese verantwortlich?	236
Welche Lichtwellenlängen unterstützen die Photosynthese am wirkungsvollsten?	249
An welchem Ende verkürzen sich die Mikrotubuli während der Anaphase?	307
Steuern cytoplasmatische Faktoren den Zellzyklus?	311
Welche Merkmalszustände erscheinen in der F2-Generation, wenn sich F1-Hybriden selbst bestäuben?	348
Werden die Allele für ein Merkmal unabhängig oder abhängig von den Allelen eines anderen Merkmals auf die Gameten verteilt?	35
Welche Augenfarbe haben die Nachkommen der F1- und F2-Generationen aus der Kreuzung einer weiblichen Wildtyp-Taufliege mit ein ?	
Wie wirkt sich die Kopplung zweier Gene auf die Vererbung der Merkmale aus?	389
Kann ein Erbmerkmal von einem Bakterienstamm auf einen anderen übertragen werden?	407
Besteht das Erbmaterial des Phagen T2 aus Protein oder aus DNA?	408
Wird DNA nach dem konservativen, dem semikonservativen oder dem dispersiven Modus repliziert?	416



# Inhaltsverzeichnis

- Codieren einzelne Gene die Enzyme eines Stoffwechselwegs? 436
- Ist Bicoid ein Morphogen, welches das anteriore Ende einer Taufliege festlegt?  
492
- Was verursacht die Tabakmosaikkrankheit? 507
- Kann der Zellkern einer differenzierten Tierzelle die Entwicklung eines gesamten  
Lebewesens steuern? 546
- Kann eine vollständig differenzierte menschliche Zelle wieder  
„deprogrammiert“ und zu einer Stammzelle werden? 550
- Welche Funktion hat das sich in der Abstammungslinie des Menschen rasch  
verändernde FOXP2-Gen? 589
- Kann ein Wechsel der Futterressourcen mittels natürlicher Selektion  
Evolutionenprozesse auslösen? 611
- Wählen Weibchen ihre Geschlechtspartner auf der Basis von Merkmalen aus, die  
für eine bessere individuelle Fitness sprechen? 6
- Kann eine divergierende Entwicklung getrennter Populationen zu einer  
reproduktiven Isolation führen? 657
- Führt sexuelle Selektion bei den Buntbarschen zur Entwicklung eines  
reproduktiven Isolationsmechanismus? 661
- Wie hat die Hybridisierung bei Sonnenblumenarten zur Speziation geführt? 668
- Was führt zum Verlust der Bauchstacheln bei im Süßwasser lebenden  
Stichlingen? 699
- Von welcher Walart stammt das Fleisch, das als Walfleisch verkauft wird? 715
- Können Prokaryonten bei Umweltveränderungen eine schnelle Evolution  
durchlaufen? 744
- Wo liegt die Wurzel des Eukaryontenstammbaums? 791
- Verringern Moose den mineralischen Nährstoffverlust im Boden? 813
- Nützen Endophyten dem Wachstum von Kiefern? 868
- War der Körperbauplan der Arthropoden die Folge neuer Hox-Gene? 921
- Hat zwischen Neandertalern und modernen Menschen Genfluss stattgefunden? 984
- Enthält der Phloemsaft in der Nähe der Source-Regionen mehr Zucker als in der  
Nähe der Sink-Regionen? 1044
- Wie stark unterscheiden sich bakterielle Lebensgemeinschaften innerhalb von  
Wurzeln von denen außerhalb? 1059
- Welcher Teil der Getreidekoleoptile nimmt Licht wahr, und wie wird das Signal  
übermittelt? 1103
- Wie kommt der polare Auxintransport von der Sprossspitze zur Basis zustande?  
1105
- Wie wirkt sich die Reihenfolge von Hellrotlicht und Dunkelrotlicht auf die  
Samenkeimung aus? 1115
- Wie erzeugt ein Tigerpython-Weibchen Wärme, während es sein Gelege bebrütet?  
1155
- Was geschieht mit der circadianen Uhr während des Winterschlafs? 1164
- Hat die Ernährung Einfluss auf die Häufigkeit angeborener Fehlbildungen? 1203
- Wie kontrollieren Endothelzellen die Vasokonstriktion? 1240
- Was verursacht das Surfactant-Mangelsyndrom (Atemnotsyndrom bei Frühgeborenen)?  
1256
- Worauf basiert die ungewöhnlich hohe O<sub>2</sub>-Aufnahme bei Gabelböcken? 1263
- Kann ein einziges antimikrobielles Peptid eine Taufliege vor Infektionen  
schützen? 1273
- Können Aquaporin-Mutationen zu Diabetes insipidus führen? 1327

# Inhaltsverzeichnis

Von welchen Männchen wird Sperma genutzt, wenn Taufliiegenweibchen sich mehrmals hintereinander paaren? 1341

Steht die Verteilung von  $Ca^{2+}$  im Ei mit der Bildung der Befruchtungshülle in Zusammenhang? 1369

Wie beeinflusst die Verteilung des grauen Halbmonds das Entwicklungspotenzial der ersten beiden Tochterzellen? 1388

Kann die dorsale Urmundlippe Zellen in einem anderen Teil des Amphibienembryos dazu veranlassen, ihr Entwicklungsschicksal zu

Welche Rolle spielt die Zone polarisierender Aktivität (ZPA) bei der Musterbildung der Wirbeltierextremität? 1392

Verfügt das Gehirn über ein spezielles Rezeptorprotein für Opiate? 1415

Welche Zellen kontrollieren die circadiane Rhythmik bei Säugern? 1430

Wie nehmen Säuger unterschiedliche Geschmacksqualitäten wahr? 1461

Wie hoch sind die Energiekosten für die Fortbewegung? 1482

Benutzt eine Grabwespe Landmarken, um ihr Nest zu finden? 1496

Sind Unterschiede in der Zugarientierung innerhalb einer Art genetisch determiniert? 1509

Begrenzen Seeigel das Vorkommen von Seetang? 1526

Wie wirkt sich die Versorgung der Nachkommen beim Turmfalke (*Falco tinnunculus*) auf die Überlebensrate der Elterntiere aus?

Kann die ökologische Nische einer Art durch interspezifische Konkurrenz verändert werden? 1592

Ist *Pisaster ochraceus* eine Schlussteinart? 1605

Unterliegt die Nematoden-Lebensgemeinschaft in der Antarktis einer Top-down- oder einer Bottom-up-Kontrolle? 1607

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Artenreichtum und der Flächengröße einer Insel? 1616

Welcher Nährstoff begrenzt die Phytoplanktonproduktion vor der Küste von Long Island? 1633

Wie wirkt sich die Temperatur in einem Ökosystem auf die Zersetzung des Laubs aus? 1642

Was war die Ursache für den drastischen Populationsrückgang des Präriehuhns in Illinois? 1666

Neue Elemente in dieser Auflage

Über die Autoren

Gutachter der 10. amerikanischen Auflage

Über die Bearbeiter der deutschen Ausgabe

## Kapitel 1 - Einführung: Evolution, Schlüsselthemen der Biologie, Forschung Biologie, die Wissenschaft des Lebens

### 1.1 Theorien und Konzepte verbinden die Disziplinen der Biologie

1.1.1 Jede Organisationsebene in der biologischen Hierarchie ist durch emergente Eigenschaften charakterisiert

1.1.2 Die Kontinuität des Lebens beruht auf vererbbarer Information in Form von DNA

1.1.3 Die Energieumwandlung durch belebte Materie

1.1.4 Vom Ökosystem zum Molekül – Wechselwirkungen sind wichtig in

# Inhaltsverzeichnis

## **biologischen Systemen**

1.1.5 Evolution, der große, die gesamte Biologie überspannende Bogen

### 1.2 Einheitlichkeit und Vielfalt der Organismen sind das Ergebnis der Evolution

1.2.1 Ordnung in die Vielfalt der Lebewesen bringen

1.2.2 Charles Darwin und die Theorie der natürlichen Selektion

1.2.3 Der Stammbaum des Lebens

### 1.3 Naturwissenschaftler verwenden unterschiedliche Methoden

1.3.1 Biologie als empirische Wissenschaft

1.3.2 Induktion und empirische Forschung

1.3.3 Hypothesen in der Naturwissenschaft

1.3.4 Naturwissenschaftliche Vorgehensweise

1.3.5 Fallstudie: Die Erforschung der Mimikry an Schlangenpopulationen

1.3.6 Die Planung von Kontrollexperimenten

Schützt die Anwesenheit giftiger Korallenschlangen die sie imitierende Dreiecksnatter vor räuberischen Tierarten?

1.3.7 Wissenschaftstheorien

### 1.4 Wissenschaftskultur

1.4.1 Auf den Erkenntnissen anderer Wissenschaftler und Vorgänger aufbauen

Interpretation von Balkendiagrammen

1.4.2 Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft

1.4.3 Die Bedeutung unterschiedlicher Standpunkte in der Wissenschaft

## Teil I - Die chemischen Grundlagen des Lebens

### Kapitel 2 - Der chemische Kontext des Lebens

Die Verbindung zwischen Chemie und Biologie

#### 2.1 Materie besteht aus chemischen Elementen und Verbindungen

2.1.1 Elemente und Verbindungen

2.1.2 Elemente des Lebens

2.1.3 Fallstudie: Toleranzbildung bei toxischen Elementen

#### 2.2 Die Atomstruktur bedingt die Eigenschaften eines Elements

2.2.1 Subatomare Teilchen

2.2.2 Ordnungszahl und Massenzahl

2.2.3 Isotope

2.2.4 Die Energieniveaus von Elektronen

Abgleichen der Standardzerfallskurve eines radioaktiven Isotops und Dateninterpretation

2.2.5 Elektronenverteilung und chemische Eigenschaften

2.2.6 Atomorbitale

#### 2.3 Die Bildung und Funktion von Molekülen hängen von den chemischen Bindungen zwischen den Atomen ab

2.3.1 Die kovalente Bindung

2.3.2 Die Ionenbindung

2.3.3 Schwache, nichtkovalente Bindungstypen

2.3.4 Molekülform und -funktion

#### 2.4 Bindungen werden im Verlauf chemischer Reaktionen gebildet und gebrochen

# Inhaltsverzeichnis

## Kapitel 3 - Wasser und Leben

Ohne Wasser kein Leben

3.1 Wasserstoffbrückenbindungen sind eine Folge der Polarität des Wassermoleküls

3.2 Das Leben auf der Erde hängt vom Wasser ab

3.2.1 Kohäsion und Adhäsion

3.2.2 Ausgleich von Temperaturunterschieden

3.2.3 Schwimmendes Eis als Garant für den Lebensraum Wasser

3.2.4 Des Lebens Lösungsmittel

3.2.5 Leben auf anderen Planeten

3.3 Organismen benötigen zum Leben bestimmte Säure/Base- Bedingungen

3.3.1 Säuren und Basen

3.3.2 Die pH-Skala

3.3.3 Puffer

3.3.4 Gefährdungen der Wasserqualität auf der Erde

Interpretation eines Streudiagramms mit einer Regressionsgeraden

## Kapitel 4 - Kohlenstoff und die molekulare Vielfalt des Lebens

Kohlenstoff: Grundlage des Lebens

4.1 Organische Chemie ist die Chemie der Kohlenstoffverbindungen

4.1.1 Organische Moleküle und die Entstehung des Lebens auf der Erde

Können sich organische Moleküle unter Bedingungen bilden, die vermutlich denen auf der frühen Erde ähneln?

Das Arbeiten mit Molzahlen und molaren Verhältnissen

4.2 Kohlenstoffatome können komplexe Makromoleküle bilden

4.2.1 Das Entstehen von Kohlenstoff- Bindungen

4.2.2 Molekulare Vielfalt durch Variation des Kohlenstoffgerüsts

4.3 Wenige funktionelle Gruppen entscheiden über die biologische Funktion

4.3.1 Die für die Lebensprozesse wichtigsten funktionellen Gruppen

4.3.2 ATP: Eine wichtige Energiequelle zellulärer Prozesse

4.3.3 Die chemischen Elemente des Lebens: Eine Rückschau

## Kapitel 5 - Struktur und Funktion biologischer Makromoleküle

Die Moleküle lebender Organismen

5.1 Makromoleküle sind aus Monomeren aufgebaute Polymere

5.1.1 Synthese und Abbau von Polymeren

5.1.2 Die Vielfalt der Polymere

5.2 Kohlenhydrate dienen als Brenn- und Baustoffe

5.2.1 Zucker

5.2.2 Polysaccharide

5.3 Lipide bilden eine heterogene Gruppe hydrophober Moleküle

5.3.1 Fette

5.3.2 Phospholipide

5.3.3 Steroide

5.4 Proteine: Funktionsvielfalt durch Strukturvielfalt

5.4.1 Aminosäure-Monomere

5.4.2 Polypeptide (Aminosäurepolymere)

5.4.3 Proteinstruktur und -funktion

# Inhaltsverzeichnis

Was kann uns die 3D-Struktur der RNA- Polymerase über ihre Funktion verraten?

## 5.5 Nucleinsäuren speichern, übertragen und verwerten Erbinformation

5.5.1 Aufgaben von Nucleinsäuren

5.5.2 Bestandteile von Nucleinsäuren

5.5.3 DNA- und RNA-Strukturen

## 5.6 Biologie im Wandel durch Genomik und Proteomik

5.6.1 DNA und Proteine als Zeitmaß der Evolution

Die Analyse von Polypeptidsequenzdaten

## Teil II - Die Zelle

### Kapitel 6 - Ein Rundgang durch die Zelle

Der kleinste gemeinsame Nenner lebender Organismen

#### 6.1 Mikroskopie und biochemische Analytik für das Studium von Zellen

6.1.1 Mikroskopie

6.1.2 Zellfraktionierung

Zellfraktionierung

#### 6.2 Eukaryontische Zellen sind kompartimentiert

6.2.1 Vergleich prokaryontischer mit eukaryontischen Zellen

6.2.2 Die eukaryontische Zelle im Überblick

Gebrauch eines Maßstabes zur Berechnung von Oberfläche und Volumen einer Zelle

#### 6.3 Die genetischen Anweisungen eukaryontischer Zellen finden sich im Zellkern, ihre Umsetzung erfolgt durch die Ribosomen

6.3.1 Der Zellkern: die Informationszentrale der Zelle

6.3.2 Ribosomen: die Proteinfabriken der Zelle

#### 6.4 Das Endomembransystem steuert den Proteinverkehr und wirkt im Zwischenstoffwechsel mit

6.4.1 Das endoplasmatische Reticulum: die biosynthetische Fabrik

6.4.2 Der Golgi-Apparat: Logistikzentrum

6.4.3 Lysosomen: Verdauungs-Kompartimente

6.4.4 Vakuolen: vielseitige Mehrzweckorganellen

6.4.5 Das Endomembransystem im Überblick

#### 6.5 Mitochondrien und Chloroplasten arbeiten als Energiewandler

6.5.1 Die evolutionäre Herkunft von Mitochondrien und Chloroplasten

6.5.2 Mitochondrien: Umwandlung chemischer Energie

6.5.3 Chloroplasten: Einfangen von Lichtenergie

6.5.4 Peroxisomen: Weitere Oxidationen

#### 6.6 Das Cytoskelett ist ein Netzwerk aus Filamenten zur Organisation von zellulären Strukturen

6.6.1 Funktionen des Cytoskeletts: Stütze und Beweglichkeit

6.6.2 Bestandteile des Cytoskeletts

#### 6.7 Zelluläre Aktivitäten werden durch extrazelluläre Komponenten und direkte Zell-Zell-Verbindungen koordiniert

6.7.1 Pflanzenzellwände

6.7.2 Die extrazelluläre Matrix tierischer Zellen

6.7.3 Zell-Zell-Verbindungen (interzelluläre Verbindungen)

6.7.4 Die Zelle: eine lebendige Einheit, mehr als die Summe ihrer Teile

### Kapitel 7 - Struktur und Funktion biologischer Membranen

# Inhaltsverzeichnis

## Biomembranen: Grenze und Barriere

### 7.1 Zellmembranen sind ein flüssiges Mosaik aus Lipiden und Proteinen

#### 7.1.1 Die Fluidität von Membranen

Bewegen sich Membranproteine?

#### 7.1.2 Membranproteine und ihre Funktionen

#### 7.1.3 Die Rolle von Membran- Kohlenhydraten bei der Zell-Zell-Erkennung

#### 7.1.4 Synthese und topologische Asymmetrie von Membranen

### 7.2 Membranen sind aufgrund ihrer Struktur selektiv permeabel

#### 7.2.1 Die Permeabilität der Lipiddoppelschicht

#### 7.2.2 Transportproteine

### 7.3 Passiver Transport ist die energieunabhängige Diffusion einer Substanz durch eine Membran

#### 7.3.1 Osmotische Effekte und die Wasserbalance

#### 7.3.2 Erleichterte Diffusion: Protein- gestützter passiver Transport

### 7.4 Aktiver Transport ist die energieabhängige Bewegung von Stoffen entgegen ihrem Konzentrationsgradienten

#### 7.4.1 Der Energiebedarf des aktiven Transportes

Die Interpretation eines Streudiagramms mit zwei Datensätzen

#### 7.4.2 Wie Ionenpumpen das Membranpotenzial aufrechterhalten

#### 7.4.3 Cotransport: Gekoppelter Transport durch ein Membranprotein

### 7.5 Endocytose und Exocytose vermitteln den Großteil des Transportes durch die Plasmamembran

#### 7.5.1 Exocytose

#### 7.5.2 Endocytose

## Kapitel 8 - Einführung in den Stoffwechsel

### Die Energie des Lebens

### 8.1 Der Stoffwechsel von Organismen wandelt Stoffe und Energie gemäß den Gesetzen der Thermodynamik um

#### 8.1.1 Die biochemischen Prozesse sind in Stoffwechselfaden organisiert

#### 8.1.2 Energieformen

#### 8.1.3 Die Gesetze der Energietransformation

### 8.2 Die Änderung der freien Enthalpie entscheidet über die Richtung, in der eine Reaktion abläuft

#### 8.2.1 Die Änderung der freien Enthalpie (DG)

#### 8.2.2 Freie Enthalpie, Stabilität und chemisches Gleichgewicht

#### 8.2.3 Freie Enthalpie und Stoffwechsel

### 8.3 ATP ermöglicht Zellarbeit durch die Kopplung von exergonen an endergone Reaktionen

#### 8.3.1 Struktur und Hydrolyse von ATP

#### 8.3.2 Wie durch die Hydrolyse von ATP Arbeit geleistet wird

#### 8.3.3 Die Regeneration des ATP

### 8.4 Enzyme beschleunigen metabolische Reaktionen durch das Absenken von Energiebarrieren

#### 8.4.1 Die Aktivierungsenergie als Hürde

#### 8.4.2 Wie Enzyme Reaktionen beschleunigen

#### 8.4.3 Die Substratspezifität von Enzymen

# Inhaltsverzeichnis

8.4.4 Katalyse im aktiven Zentrum des Enzyms

8.4.5 Die Abhängigkeit der Enzymaktivität von Umgebungsbedingungen

Zeichnen eines Liniendiagramms und Berechnen einer Steigung

8.5 Die Regulation der Enzymaktivität hilft bei der Kontrolle des Stoffwechsels

8.5.1 Allosterische Regulation von Enzymen

8.5.2 Allosterische Aktivierung und Hemmung

8.5.3 Die spezifische Lokalisation von Enzymen in der Zelle

## Kapitel 9 - Zelluläre Atmung und Gärung

Leben ist Arbeit

9.1 Katabole Stoffwechselwege liefern Energie durch die Oxidation organischer Brennstoffe

9.1.1 Katabole Stoffwechselwege und die ATP-Produktion

9.1.2 Redoxreaktionen: Oxidation und Reduktion

9.1.3 Die Stadien der Zellatmung: Eine Vorschau

9.2 Die Glykolyse gewinnt chemische Energie aus der Oxidation von Glucose zu Pyruvat

9.3 Nach der Pyruvat-Oxidation vervollständigt der Citratzyklus die energieliefernde Oxidation organischer Moleküle

9.3.1 Oxidation von Pyruvat zu Acetyl-CoA

9.3.2 Der Citratzyklus

9.4 Die oxidative Phosphorylierung verknüpft den Elektronentransport über eine chemiosmotische Kopplung mit der ATP-Synthese

9.4.1 Die Elektronentransportkette

9.4.2 Die chemiosmotische Kopplung

9.4.3 Eine Bilanzierung der ATP-Produktion durch die Zellatmung

Ein Balkendiagramm erstellen und eine Hypothese beurteilen

9.5 ATP kann auch ohne Sauerstoff durch Gärung oder anaerobe Atmung erzeugt werden

9.5.1 Verschiedene Gärungsformen

9.5.2 Ein Vergleich von Gärung und aerober Atmung

9.5.3 Die evolutionäre Bedeutung der Glykolyse

9.6 Die Glykolyse und der Citratzyklus sind vielfach mit anderen Stoffwechselwegen verknüpft

9.6.1 Die Vielseitigkeit des Katabolismus

9.6.2 Biosynthesen (anabole Stoffwechselwege)

9.6.3 Die Regulation der Zellatmung durch Rückkopplungsmechanismen

Ist die Rotation der „Nockenwelle“ der ATP-Synthase für die ATP-Synthese verantwortlich?

## Kapitel 10 - Photosynthese

Der Prozess, der die Biosphäre ernährt

10.1 Die Photosynthese wandelt Lichtenergie in chemische Energie um

10.1.1 Chloroplasten: Die Orte der Photosynthese in Pflanzen

10.1.2 Der Weg einzelner Atome im Verlauf der Photosynthese: Wissenschaftliche Forschung

10.1.3 Zwei Teilschritte der Photosynthese: Eine Vorschau

10.2 Die Lichtreaktionen wandeln Sonnenenergie in chemische Energie in Form von

# Inhaltsverzeichnis

## ATP und NADPH um

10.2.1 Die Natur des Lichts

10.2.2 Photosynthesepigmente: Die Lichtrezeptoren

Aufnahme eines Absorptionsspektrums

Welche Lichtwellenlängen unterstützen die Photosynthese am wirkungsvollsten?

10.2.3 Anregung von Chlorophyll durch Licht

10.2.4 Photosystem = Reaktionszentrum + Lichtsammelkomplex

10.2.5 Der lineare Elektronenfluss

10.2.6 Der zyklische Elektronenfluss

10.2.7 Der chemiosmotische Prozess in Chloroplasten und Mitochondrien im Vergleich

10.3 Der Calvin-Zyklus benutzt ATP und NADPH, um CO<sub>2</sub> in Zucker umzuwandeln

10.4 In heißen, trockenen Klimazonen haben sich entwicklungsgeschichtlich alternative Mechanismen der Kohlenstofffixierung herausgebildet

10.4.1 Die Photorespiration: Ein Überbleibsel der Evolution?

10.4.2 C<sub>4</sub>-Pflanzen

Erstellen eines Punktediagramms mit Regressionsgerade

10.4.3 CAM-Pflanzen

10.4.4 Die Bedeutung der Photosynthese: Eine Rückschau

## Kapitel 11 - Zelluläre Kommunikation

Botschaften von Zelle zu Zelle

11.1 Externe Signale werden in intrazelluläre Antworten umgewandelt

11.1.1 Evolution der zellulären Signalverarbeitung

11.1.2 Signalwirkungen über kurze und lange Distanzen

11.1.3 Die drei Stadien der zellulären Signaltransduktion: Ein Überblick

11.2 Signalwahrnehmung: Ein Signalmolekül bindet an ein Rezeptorprotein

11.2.1 Rezeptorproteine in der Plasmamembran

11.2.2 Intrazelluläre Rezeptorproteine

11.3 Signalübertragung: Wechselwirkungen auf molekularer Ebene leiten stufenweise das Signal vom Rezeptor an Zielmoleküle in der Zelle weiter

11.3.1 Signaltransduktionswege

11.3.2 Proteinphosphorylierung und Proteindephosphorylierung

11.3.3 Kleine Moleküle und Ionen als sekundäre Botenstoffe

11.4 Die zelluläre Antwort: Signalwege steuern die Transkription oder Aktivitäten im Cytoplasma

11.4.1 Regulationen im Zellkern und im Cytoplasma

11.4.2 Feinabstimmung der Antwort auf Signale

Das Überprüfen eines Modells durch Experimente

11.5 Die Verschaltung verschiedener Signaltransduktionswege bei der Apoptose

11.5.1 Apoptose beim Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*

11.5.2 Die verschiedenen Wege der Apoptose und ihre auslösenden Signale

## Kapitel 12 - Der Zellzyklus

Die Schlüsselrolle der Zellteilung

12.1 Aus der Zellteilung gehen genetisch identische Tochterzellen hervor

12.1.1 Die Organisation des genetischen Materials in der Zelle

12.1.2 Die Verteilung der Chromosomen bei der eukaryontischen Zellteilung



# Inhaltsverzeichnis

## 12.2 Der Wechsel von Mitose und Interphase im Zellzyklus

### 12.2.1 Die Phasen des Zellzyklus

### 12.2.2 Der Spindelapparat

An welchem Ende verkürzen sich die Mikrotubuli während der Anaphase?

### 12.2.3 Die Cytokinese

### 12.2.4 Zweiteilung bei Bakterien

### 12.2.5 Die Evolution der Mitose

## 12.3 Der eukaryontische Zellzyklus wird durch ein molekulares Kontrollsystem gesteuert

### 12.3.1 Hinweise auf die Existenz cytoplasmatischer Signale

Steuern cytoplasmatische Faktoren den Zellzyklus?

### 12.3.2 Das Zellzyklus-Kontrollsystem

### 12.3.3 Der Verlust der Zellzyklus-Kontrolle bei Krebszellen

Die Auswertung von Histogrammen

## Teil III - Genetik

### Kapitel 13 - Meiose und geschlechtliche Fortpflanzung

#### Variationen eines Themas

### 13.1 Gene werden auf Chromosomen von den Eltern an ihre Nachkommen weitergegeben

#### 13.1.1 Die Vererbung von Genen

#### 13.1.2 Ein Vergleich von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung

### 13.2 Befruchtung und Meiose wechseln sich beim geschlechtlichen Generationswechsel ab

#### 13.2.1 Die Chromosomensätze menschlicher Zellen

Erstellung eines Karyogramms

#### 13.2.2 Das Verhalten der Chromosomensätze im menschlichen Lebenszyklus

#### 13.2.3 Die Vielfalt der Lebenszyklen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung

### 13.3 In der Meiose wird der diploide auf einen haploiden Chromosomensatz reduziert

#### 13.3.1 Die Meiosestadien

#### 13.3.2 Mitose und Meiose im Vergleich

Erstellung eines Liniendiagramms und Umwandlung von Einheiten

### 13.4 Die geschlechtliche Fortpflanzung erhöht die genetische Variabilität ein wichtiger Motor der Evolution

#### 13.4.1 Ursprung der genetischen Variabilität unter Nachkommen

#### 13.4.2 Die Bedeutung der genetischen Variabilität von Populationen für die Evolution

### Kapitel 14 - Mendel und das Genkonzept

#### Ein Besuch in Mendels Garten

### 14.1 Das wissenschaftliche Vorgehen von Mendel führte zu den Gesetzen der Vererbung

#### 14.1.1 Mendels quantitativ-experimenteller Ansatz

#### 14.1.2 Die Spaltungsregel (Zweite Mendel'sche Regel)

Die Kreuzung von Erbsen

Welche Merkmalszustände erscheinen in der F<sub>2</sub>-Generation, wenn sich F<sub>1</sub>-Hybriden selbst bestäuben?

Die Rückkreuzung

#### 14.1.3 Die Unabhängigkeitsregel (Dritte Mendel'sche Regel)

# Inhaltsverzeichnis

Werden die Allele für ein Merkmal unabhängig oder abhängig von den Allelen eines anderen Merkmals auf die Gameten verteilt?

## 14.2 Die Mendelsche Vererbung von Merkmalen unterliegt den Gesetzen der Statistik

14.2.1 Die Anwendung von Multiplikations- und Additionsregel auf Einfaktor-Kreuzungen

14.2.2 Die Lösung komplexer genetischer Probleme mit den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung

## 14.3 Die Mendelschen Regeln reichen nicht zur Erklärung aller Erbgänge aus

14.3.1 Die Erweiterung der Mendel'schen Regeln bei einzelnen Genen

14.3.2 Die Erweiterung der Mendel'schen Regeln auf die Wechselwirkungen von Genen

14.3.3 Gene und Erziehung: Der Einfluss der Umwelt auf den Phänotyp

14.3.4 Eine integrierte „Mendel'sche Sicht“ auf die Vererbung und die genetische Variabilität

Die Erstellung eines Histogramms und die Auswertung von Verteilungsmustern

## 14.4 Auch die Vererbung beim Menschen folgt den Mendelschen Regeln

14.4.1 Die Analyse von Stammbäumen

14.4.2 Rezessive Erbkrankheiten

14.4.3 Dominante Erbkrankheiten

14.4.4 Multifaktorielle Krankheiten

14.4.5 Genetische Untersuchungen und Beratung

## Kapitel 15 - Chromosomen bilden die Grundlage der Vererbung

### Die Lokalisierung der Gene

## 15.1 Die Chromosomen bilden die strukturelle Grundlage der Mendelschen Vererbung

15.1.1 Ein Beispiel für einen wissenschaftlichen Ansatz: Thomas Hunt Morgan und die Verknüpfung der Mendel'schen Regeln mit

Welche Augenfarbe haben die Nachkommen der F1- und F2-Generationen aus der Kreuzung einer weiblichen Wildtyp-Taufliege mit ein ?

## 15.2 Die Eigenschaften der Geschlechtschromosomen

15.2.1 Die Geschlechtschromosomen

15.2.2 Die Vererbung geschlechtsgebundener Gene

15.2.3 Die Inaktivierung eines X-Chromosoms bei weiblichen Säugetieren

## 15.3 Die Vererbung gekoppelter Gene auf einem Chromosom

15.3.1 Der Einfluss der Genkopplung auf die Vererbung

15.3.2 Rekombination und Kopplung

Wie wirkt sich die Kopplung zweier Gene auf die Vererbung der Merkmale aus?

15.3.3 Die Kartierung von Genen anhand von Rekombinationshäufigkeiten: ein wissenschaftlicher Ansatz

Die Erstellung einer Gen- oder Kopplungskarte

Der Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test)

## 15.4 Abweichungen in der Zahl oder Struktur von Chromosomen verursachen einige bekannte Erbkrankheiten

15.4.1 Abweichende Chromosomenzahlen

15.4.2 Abweichende Chromosomenstrukturen

15.4.3 Menschliche Erbkrankheiten, die auf Veränderungen in der Chromosomenzahl

# Inhaltsverzeichnis

## **oder -struktur zurückzuführen sind**

### 15.5 Erbgänge, die nicht den Mendelschen Regeln folgen

#### 15.5.1 Genomische Prägung

#### 15.5.2 Genome von Organellen und ihre Vererbung

## Kapitel 16 - Die molekularen Grundlagen der Vererbung

### Der Bauplan des Lebens

#### 16.1 Die DNA ist die Erbsubstanz

##### 16.1.1 Die Suche nach der Erbsubstanz: Wissenschaftliche Forschung

Kann ein Erbmerkmal von einem Bakterienstamm auf einen anderen übertragen werden?

Besteht das Erbmateriale des Phagen T2 aus Protein oder aus DNA?

Auswertung tabellarischer Daten

##### 16.1.2 Ein Strukturmodell der DNA: Wissenschaftliche Forschung

#### 16.2 Bei der DNA-Replikation und -Reparatur arbeiten viele Proteine zusammen

##### 16.2.1 Das Grundprinzip: Basenpaarung mit einem Matrizenstrang

##### 16.2.2 Die molekularen Mechanismen der DNA-Replikation

Wird DNA nach dem konservativen, dem semikonservativen oder dem dispersiven Modus repliziert?

##### 16.2.3 Korrekturlesen und DNA-Reparatur

##### 16.2.4 Die evolutionäre Bedeutung veränderter DNA-Nucleotide

##### 16.2.5 Die Replikation an den Enden linearer DNA-Moleküle

#### 16.3 Ein Chromosom besteht aus einem mit Proteinen verpackten DNA-Molekül

## Kapitel 17 - Vom Gen zum Protein

### Der Informationsfluss der Gene

#### 17.1 Die Verbindung von Genen und Proteinen über Transkription und Translation

##### 17.1.1 Die Untersuchung von Stoffwechselstörungen

Codieren einzelne Gene die Enzyme eines Stoffwechselwegs?

##### 17.1.2 Die Grundlagen der Transkription und der Translation

##### 17.1.3 Der genetische Code

#### 17.2 Transkription die DNA- abhängige RNA-Synthese: Eine nähere Betrachtung

##### 17.2.1 Die molekularen Komponenten des Transkriptionsapparats

#### 17.3 mRNA-Moleküle werden in eukaryontischen Zellen nach der Transkription modifiziert

##### 17.3.1 Veränderung der Enden einer eukaryontischen mRNA

##### 17.3.2 Mosaikgene und RNA-Spleißen

#### 17.4 Translation die RNA-abhängige Polypeptidsynthese: Eine nähere Betrachtung

##### 17.4.1 Die molekularen Komponenten des Translationsapparats

##### 17.4.2 Die Biosynthese von Polypeptiden

Wie liest man ein Sequenzlogo?

##### 17.4.3 Vom Polypeptid zum funktionsfähigen Protein

##### 17.4.4 Die gleichzeitige Synthese vieler Polypeptide in Bakterien und Eukaryonten

#### 17.5 Punktmutationen können Struktur und Funktion eines Proteins beeinflussen

##### 17.5.1 Verschiedene Formen der Punktmutation

##### 17.5.2 Neue Mutationen und Mutagene

##### 17.5.3 Was ist ein Gen? Eine neue Betrachtung

# Inhaltsverzeichnis

## Kapitel 18 - Regulation der Genexpression

### Differenzielle Expression von Genen

#### 18.1 Bakterien passen ihr Transkriptionsmuster den wechselnden Umweltbedingungen an

##### 18.1.1 Das Operon-Konzept

##### 18.1.2 Reprimierbare und induzierbare Operone: Zwei Formen der negativen Regulation der Genexpression

##### 18.1.3 Positive Regulation der Genexpression

#### 18.2 Die Expression eukaryontischer Gene kann auf verschiedenen Stufen reguliert werden

##### 18.2.1 Differenzielle Genexpression

##### 18.2.2 Regulation der Chromatinstruktur

##### 18.2.3 Regulation der Transkriptionsinitiation

Die Auswertung von DNA-Deletionsversuchen

##### 18.2.4 Mechanismen der posttranskriptionalen Regulation

#### 18.3 Die Regulation der Genexpression durch nicht-codierende RNAs

##### 18.3.1 Die Wirkung von Mikro-RNAs und kleinen interferierenden RNAs auf die mRNA

##### 18.3.2 Chromatinumbau und Stilllegung der Transkription durch nicht-codierende RNAs

##### 18.3.3 Die Bedeutung kleiner nicht-codierender RNAs für die Evolution

#### 18.4 Die verschiedenen Zelltypen in einem Lebewesen entstehen nach einem Programm zur differentiellen Genexpression

##### 18.4.1 Ein genetisches Programm für die Embryonalentwicklung

##### 18.4.2 Cytoplasmatische Determinanten und Induktionssignale

##### 18.4.3 Die schrittweise Regulation der Genexpression während der Zelldifferenzierung

##### 18.4.4 Musterbildung zur Festlegung des Körperbaus

Ist Bicoid ein Morphogen, welches das anteriore Ende einer Taufliege festlegt?

#### 18.5 Krebs entsteht durch genetische Veränderungen, die den Zellzyklus deregulieren

##### 18.5.1 Gene und Krebs

##### 18.5.2 Die Störung zellulärer Signalketten

##### 18.5.3 Das Mehrstufenmodell der Krebsentstehung

##### 18.5.4 Genetische Veranlagung und krebsfördernde Umweltbedingungen

##### 18.5.5 Die Rolle von Viren bei einigen Krebsarten

## Kapitel 19 - Viren

### Ein geborgtes Leben

#### 19.1 Ein Virus besteht aus einer von einer Proteinhülle eingeschlossenen Nucleinsäure

##### 19.1.1 Die Entdeckung der Viren: Ein wissenschaftlicher Exkurs

Was verursacht die Tabakmosaikkrankheit?

#### 19.2 Viren vermehren sich nur in Wirtszellen

##### 19.2.1 Grundlagen der Virenvermehrung

##### 19.2.2 Die Phagenvermehrung

##### 19.2.3 Vermehrungszyklen von Tierviren

##### 19.2.4 Die Evolution von Viren

# Inhaltsverzeichnis

## 19.3 Viren, Viroide und Prionen als Pathogene von Tieren und Pflanzen

### 19.3.1 Viruserkrankungen von Tieren

### 19.3.2 Das Auftreten neuer Viren

Analyse der Evolution von Viren mithilfe eines auf Sequenzdaten basierenden phylogenetischen Stammbaums

### 19.3.3 Viruserkrankungen bei Pflanzen

### 19.3.4 Viroide und Prionen: Die einfachsten Krankheitserreger

## Kapitel 20 - Gentechnik in der Biotechnologie

### Methoden zur Analyse und Manipulation von DNA

## 20.1 DNA-Sequenzierung und Klonierung sind wichtige Werkzeuge der Gentechnik und der biologischen Forschung

### 20.1.1 DNA-Sequenzierung

Die Didesoxy-Kettenabbruch-Methode zur DNA-Sequenzierung

DNA-Sequenzierung der nächsten Generation

### 20.1.2 Die Vervielfältigung von Genen und anderen DNA-Fragmenten

### 20.1.3 Die Verwendung von Restriktionsenzymen zur Herstellung rekombinanter Plasmide

### 20.1.4 Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) und ihre Verwendung bei der DNA-Klonierung

Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR)

### 20.1.5 Die Klonierung und Expression eukaryontischer Gene

## 20.2 Die Verwendung der Gentechnik zur Untersuchung der Expression und Funktion von Genen

### 20.2.1 Genexpressionsanalyse

Die RT-PCR zur Analyse der Expression eines bestimmten Gens

Die Analyse der Genexpression nach Menge und Expressionsort

### 20.2.2 Die Aufklärung der Funktion eines Gens

## 20.3 Die Klonierung von Organismen zur Bereitstellung von Stammzellen für die Forschung und andere Anwendungen

### 20.3.1 Die Klonierung von Pflanzen aus Einzelzellkulturen

### 20.3.2 Die Klonierung von Tieren: Zellkerntransplantation

Kann der Zellkern einer differenzierten Tierzelle die Entwicklung eines gesamten Lebewesens steuern?

Die reproduktive Klonierung eines Säugetieres durch Transplantation von Zellkernen

### 20.3.3 Tierische Stammzellen

Kann eine vollständig differenzierte menschliche Zelle wieder „deprogrammiert“ und zu einer Stammzelle werden?

## 20.4 Die Gentechnik beeinflusst unser Leben

### 20.4.1 Medizinische Anwendungen

### 20.4.2 Genetische Profile in der Gerichtsmedizin

### 20.4.3 Umweltsanierung

### 20.4.4 Landwirtschaftliche Anwendungen

Das CRISPR/Cas9-System zur gezielten Veränderung von Genomen

## Kapitel 21 - Genome und ihre Evolution

### Lesen in den Blättern vom Baum des Lebens

## 21.1 Die Entwicklung von schnelleren und billigeren Techniken zur Genomsequenzierung

# Inhaltsverzeichnis

## 21.2 Genomanalyse mithilfe der Bioinformatik

- 21.2.1 Zentralisierte Ressourcen zur Analyse von Genomsequenzen
- 21.2.2 Das Aufspüren proteincodierender Gene in DNA-Sequenzen
- 21.2.3 Untersuchungen von Genen und ihren Produkten in komplexen Systemen

## 21.3 Genome unterscheiden sich in der Größe und der Zahl der Gene sowie in der Gendichte

- 21.3.1 Genomgröße
- 21.3.2 Genzahl
- 21.3.3 Gendichte und nicht-codierende DNA

## 21.4 Das Genom eukaryontischer Vielzeller enthält viel nicht-codierende DNA und viele Multigenfamilien

- 21.4.1 Transponierbare Elemente und verwandte Sequenzen
- 21.4.2 Andere repetitive DNA-Sequenzen
- 21.4.3 Gene und Multigenfamilien

## 21.5 Genomevolution durch Duplikation, Umlagerung und Mutation der DNA

- 21.5.1 Duplikation ganzer Chromosomensätze
- 21.5.2 Veränderungen der Chromosomenstruktur
- 21.5.3 Duplikation und Divergenz einzelner Genbereiche
  - Wie liest man eine Identitätstabelle für Aminosäuren?
- 21.5.4 Umlagerungen innerhalb von Genen: Exonduplikation und Exonaustausch („exon shuffling“)
- 21.5.5 Wie transponierbare genetische Elemente zur Genomevolution beitragen

## 21.6 Der Vergleich von Genomsequenzen liefert Hinweise auf evolutionäre und entwicklungsbiologische Mechanismen

- 21.6.1 Die Bedeutung von Genomvergleichen
  - Welche Funktion hat das sich in der Abstammungslinie des Menschen rasch verändernde FOXP2-Gen?
- 21.6.2 Sequenzvergleiche geben Aufschluss über Entwicklungsprozesse

## Teil IV - Evolutionsmechanismen

### Kapitel 22 - Die darwinistische Sicht des Lebens: Evolutionstheorie Abstammung mit Modifikation

Die Vielfalt erstaunlicher Anpassungen – „Endless Forms Most Beautiful“

#### 22.1 Die Darwinsche Theorie widersprach der traditionellen Ansicht, die Erde sei jung und von unveränderlichen Arten bewohnt

- 22.1.1 Scala naturae und die Klassifikation der Arten
- 22.1.2 Vorstellungen über die Veränderungen von Organismen im Lauf der Zeit
- 22.1.3 Lamarcks Evolutionstheorie

#### 22.2 Die gemeinsame Abstammung und die Variationen zwischen Individuen, auf die die natürliche Selektion wirkt, erklären die vielfältigen Anpassungen von Organismen

- 22.2.1 Darwins Feldforschung
- 22.2.2 Die Entstehung der Arten

#### 22.3 Die Evolutionstheorie wird durch eine Vielzahl wissenschaftlicher Befunde gestützt

- 22.3.1 Direkte Beobachtungen evolutionärer Veränderungen
  - Kann ein Wechsel der Futterressourcen mittels natürlicher Selektion

# Inhaltsverzeichnis

## Evolutionprozesse auslösen?

22.3.2 Homologie

22.3.3 Fossilbelege

22.3.4 Biogeografie

22.3.5 Die Evolutionstheorie – Begriffsanalyse

Vorhersagen treffen und überprüfen

## Kapitel 23 - Die Evolution von Populationen

Die kleinste Einheit der Evolution

23.1 Genetische Variabilität ermöglicht Evolution

23.1.1 Genetische Variabilität

23.1.2 Wie wird genetische Variabilität erzeugt?

23.2 Mithilfe der Hardy-Weinberg- Gleichung lässt sich herausfinden, ob in einer Population Evolution stattfindet

23.2.1 Genpool und Allelfrequenzen

23.2.2 Das Hardy-Weinberg-Gesetz

Daten interpretieren und Vorhersagen treffen mithilfe der Hardy-Weinberg-Gleichung

23.3 Natürliche Selektion, genetische Drift und Genfluss können die Allelfrequenzen in einer Population verändern

23.3.1 Natürliche Selektion

23.3.2 Genetische Drift

23.3.3 Genfluss

23.4 Die natürliche Selektion ist der einzige Mechanismus, der beständig für eine adaptive Evolution sorgt

23.4.1 Eine genauere Betrachtung der natürlichen Selektion

23.4.2 Die Schlüsselrolle der natürlichen Selektion bei der adaptiven Evolution

23.4.3 Sexuelle Selektion

Wählen Weibchen ihre Geschlechtspartner auf der Basis von Merkmalen aus, die für eine bessere individuelle Fitness sprechen?

23.4.4 Erhaltung der genetischen Variabilität: Balancierter Polymorphismus

23.4.5 Warum die natürliche Selektion keine „perfekten“ Organismen hervorbringen kann

## Kapitel 24 - Die Entstehung der Arten

Das „Rätsel aller Rätsel“

24.1 Das biologische Artkonzept betont die reproduktiven Isolationsmechanismen

24.1.1 Das biologische Artkonzept

24.1.2 Weitere alternative Artkonzepte

24.2 Artbildung mit und ohne geografische Isolation

24.2.1 Allopatrische Artbildung

Kann eine divergierende Entwicklung getrennter Populationen zu einer reproduktiven Isolation führen?

Identifikation von abhängigen und unabhängigen Variablen, Anfertigen eines Streudiagramms und Interpretation von Daten

24.2.2 Sympatrische Artbildung

Führt sexuelle Selektion bei den Buntbarschen zur Entwicklung eines reproduktiven Isolationsmechanismus?

24.2.3 Allopatrische und sympatrische Artbildung: Eine Zusammenfassung

# Inhaltsverzeichnis

24.3 Hybridzonen ermöglichen die Analyse von Faktoren, die zur reproduktiven Isolation führen

24.3.1 Evolutionsprozesse in Hybridzonen

24.3.2 Zeitliche Entwicklung von Hybridzonen

24.4 Artbildung kann schnell oder langsam erfolgen und aus Veränderungen weniger oder vieler Gene resultieren

24.4.1 Der zeitliche Verlauf der Artbildung

Wie hat die Hybridisierung bei Sonnenblumenarten zur Speziation geführt?

24.4.2 Die Genetik der Artbildung

24.4.3 Von der Artbildung zur Makroevolution

## Kapitel 25 - Die Geschichte des Lebens auf der Erde

Vergangene Welten

25.1 Die Umweltbedingungen auf der jungen Erde ermöglichten die Entstehung des Lebens

25.1.1 Synthese organischer Verbindungen zu Beginn der Erdentwicklung

25.1.2 Abiotische Synthese von Makromolekülen

25.1.3 Protobionten

25.1.4 Selbstreplizierende RNA und die Frühzeit der natürlichen Selektion

25.2 Fossilfunde dokumentieren die Geschichte des Lebens

25.2.1 Die Fossilfunde

25.2.2 Datierung von Gesteinen und Fossilien

25.2.3 Die Entstehung neuer Organismengruppen

25.3 Zu den Schlüsselereignissen in der Evolution gehören die Entstehung einzelliger und vielzelliger Organismen sowie die Besiedlung des Festlands

25.3.1 Die ersten einzelligen Organismen

25.3.2 Der Ursprung der Vielzelligkeit

25.3.3 Die Besiedlung des Festlands

25.4 Aufstieg und Niedergang dominanter Gruppen in Zusammenhang mit Kontinentaldrift, Massenaussterben und adaptiver Radiation

Abschätzung quantitativer Daten anhand eines Diagramms und Entwicklung von Hypothesen

25.4.1 Kontinentaldrift

25.4.2 Massenaussterben

25.4.3 Adaptive Radiationen

25.5 Veränderungen im Körperbau können durch Änderungen in der Sequenz und Regulation von Entwicklungsgenen entstehen

25.5.1 Evolutionäre Effekte von Entwicklungsgenen

25.5.2 Evolution von Entwicklungsprozessen

Was führt zum Verlust der Bauchstacheln bei im Süßwasser lebenden Stachelhäutern?

25.6 Evolution ist nicht zielorientiert

25.6.1 Evolutionäre Neuerungen

25.6.2 Evolutionäre Trends

## Teil V - Die Evolutionsgeschichte der biologischen Vielfalt

### Kapitel 26 - Der phylogenetische Stammbaum der Lebewesen

Den Stammbaum des Lebens rekonstruieren



# Inhaltsverzeichnis

## 26.1 Phylogenien (Stammbäume) zeigen evolutionäre Verwandtschaftsbeziehungen

26.1.1 Die binominale Nomenklatur

26.1.2 Hierarchische Klassifikation

26.1.3 Der Zusammenhang zwischen Klassifikation und Phylogenie

26.1.4 Was sagen phylogenetische Stammbäume aus?

26.1.5 Bedeutung und Anwendung der Phylogenie

Von welcher Walart stammt das Fleisch, das als Walfleisch verkauft wird?

## 26.2 Die Ableitung der Stammesgeschichte aus morphologischen und molekularbiologischen Befunden

26.2.1 Morphologische und molekulare Homologien

26.2.2 Homologie und Konvergenz

26.2.3 Bewertung molekularer Homologien

## 26.3 Gemeinsame abgeleitete Merkmale (evolutive Neuheiten) erlauben die Rekonstruktion phylogenetischer Stammbäume

26.3.1 Kladistik

26.3.2 Phylogenetische Stammbäume mit proportionaler Länge der Äste

26.3.3 Maximale Sparsamkeit und maximale Wahrscheinlichkeit (maximum parsimony und maximum likelihood)

Anwendung des Parsimonieprinzips auf eine Fragestellung aus der molekularen Systematik

26.3.4 Phylogenetische Stammbäume als Hypothesen

## 26.4 Das Genom als Beleg für die evolutive Vergangenheit eines Lebewesens

26.4.1 Genduplikationen und Genfamilien

26.4.2 Evolution von Genomen

## 26.5 Mit molekularen Uhren kann man den zeitlichen Ablauf der Evolution verfolgen

26.5.1 Molekulare Uhren

26.5.2 Der Ursprung von HIV wurde mithilfe der molekularen Uhr aufgeklärt

## 26.6 Neue Befunde und die stetige Weiterentwicklung unserer Kenntnisse über den Stammbaum der Organismen

26.6.1 Von zwei Organismenreichen zu drei Großgruppen, sogenannten „Domänen“

26.6.2 Die besondere Bedeutung horizontalen Gentransfers

Testen einer Verwandtschaftshypothese unter Verwendung von Proteinsequenzdaten

## Kapitel 27 - Bacteria und Archaea

### Meister der Anpassung

#### 27.1 Strukturelle und funktionelle Anpassung als Erfolgsrezept der Prokaryonten

27.1.1 Zelloberflächenstrukturen

27.1.2 Beweglichkeit

27.1.3 Innerer Aufbau und Genomorganisation

27.1.4 Fortpflanzung und Anpassung

#### 27.2 Schnelle Vermehrung, Mutation und Rekombination von Genen als Ursache der genetischen Vielfalt von Prokaryonten

27.2.1 Schnelle Vermehrung und Mutation

Können Prokaryonten bei Umweltveränderungen eine schnelle Evolution durchlaufen?

27.2.2 Rekombination von Genen

# Inhaltsverzeichnis

## 27.3 Evolution vielfältiger Anpassungen in der Ernährung und im Stoffwechsel der Prokaryonten

- 27.3.1 Rolle des Sauerstoffs im Stoffwechsel
- 27.3.2 Stickstoff-Stoffwechsel
- 27.3.3 Kooperation im Stoffwechsel

## 27.4 Radiäre Entwicklung der Prokaryonten in mehrere Stammeslinien

- 27.4.1 Überblick über die prokaryontische Diversität
- 27.4.2 Stammbegriff bei Prokaryonten
- 27.4.3 Kultivierbarkeit von Prokaryonten und Phylogenie nicht-kultivierter Prokaryontenarten
- 27.4.4 Der phylogenetische Stammbaum der Prokaryonten
- 27.4.5 Bacteria
- 27.4.6 Archaea

## 27.5 Kommunikation mit der Umwelt

- 27.5.1 Zweikomponenten-Systeme
- 27.5.2 Chemotaxis

## 27.6 Bedeutung der Prokaryonten für die Biosphäre

- 27.6.1 Chemisches Recycling
- 27.6.2 Ökologische Wechselwirkungen

## 27.7 Schädliche und nützliche Auswirkungen der Prokaryonten auf den Menschen

- 27.7.1 Mutualistische Bakterien
- 27.7.2 Bakterielle Pathogene
- 27.7.3 Prokaryonten in Forschung und Technik

Zeichnen Sie ein Balkendiagramm und interpretieren Sie die Daten

## Kapitel 28 - Protisten

### Klein und lebendig

#### 28.1 Die meisten Eukaryonten sind Einzeller

- 28.1.1 Struktur- und Funktionsvielfalt bei Protisten
- 28.1.2 Endosymbiose in der Evolution der Eukaryonten
- 28.1.3 Die vier Übergruppen der Eukaryonten

Interpretation von Sequenzvergleichen

#### 28.2 Excavata: Protisten mit abgewandelten Mitochondrien und bemerkenswerten Flagellen

- 28.2.1 Diplomonadida und Parabasalia
- 28.2.2 Euglenozoa

#### 28.3 Die SAR-Übergruppe: Ihre Einführung wird durch neue genomweite Sequenzanalysen unterstützt

- 28.3.1 Stramenopilata
- 28.3.2 Alveolata
- 28.3.3 Rhizaria

#### 28.4 Archaeplastida: Die engsten Verwandten der Landpflanzen Rotalgen und Grünalgen

- 28.4.1 Rhodophyta (Rotalgen)
- 28.4.2 Chloroplastida (Chlorobionta, Viridiplantae, Grüne Pflanzen)

#### 28.5 Unikonta: Protisten, die eng mit Pilzen und Tieren verwandt sind

Wo liegt die Wurzel des Eukaryontenstammbaums?

# Inhaltsverzeichnis

28.5.1 Amoebozoa

28.5.2 Opisthokonta

28.6 Protisten spielen eine Schlüsselrolle in allen ökologischen Wechselbeziehungen

28.6.1 Symbiotische und parasitische Protisten

28.6.2 Photosynthetisch aktive Protisten

## Kapitel 29 - Die Vielfalt der Pflanzen I: Wie Pflanzen das Land eroberten

Die Erde wird grün

29.1 Die Entstehung der Landpflanzen aus Grünalgen

29.1.1 Morphologische und molekularbiologische Befunde

29.1.2 Notwendige Anpassungen beim Übergang an Land

29.1.3 Schlüsselinnovationen bei Landpflanzen

29.1.4 Ursprung und Radiation der Landpflanzen

29.2 Moose haben einen vom Gametophyten dominierten Lebenszyklus

29.2.1 Die Gametophyten der Bryophyten

29.2.2 Die Sporophyten der Bryophyten

29.2.3 Die ökologische und ökonomische Bedeutung der Moose

Verringern Moose den mineralischen Nährstoffverlust im Boden?

29.3 Die ersten hochwüchsigen Pflanzen: Farne und andere samenlose Gefäßpflanzen

29.3.1 Entstehung und Merkmale der Gefäßpflanzen

Erstellung von Säulendiagrammen und Dateninterpretation

29.3.2 Klassifikation der samenlosen Gefäßpflanzen (Pteridophyten, Farngewächse)

29.3.3 Die Bedeutung der samenlosen Gefäßpflanzen

## Kapitel 30 - Die Vielfalt der Pflanzen II: Evolution der Samenpflanzen

Samenpflanzen veränderten das Bild der Erde

30.1 Samen und Pollen: Schlüsselanpassungen an das Landleben

30.1.1 Vorteile reduzierter Gametophyten

30.1.2 Heterosporie ist bei Samenpflanzen die Regel

30.1.3 Samenanlagen und die Produktion der Eizellen

30.1.4 Pollen und die Bildung von Spermazellen

30.1.5 Der Vorteil von Samen in der Evolution der Landpflanzen

Dateninterpretation mithilfe des natürlichen Logarithmus

30.2 Die Zapfen der Gymnospermen tragen nackte, direkt zugängliche Samenanlagen

30.2.1 Frühe Samenpflanzen und die Evolution der Gymnospermen

30.2.2 Der Entwicklungszyklus einer Kiefer

30.3 Die wichtigsten Weiterentwicklungen der Angiospermen sind Blüten und Früchte

30.3.1 Merkmale der Angiospermen

30.3.2 Die Evolution der Angiospermen

30.3.3 Die Vielfalt der Angiospermen

30.4 Die Bedeutung der Samenpflanzen für die Menschheit

30.4.1 Produkte aus Samenpflanzen

30.4.2 Gefahren für die Artenvielfalt der Pflanzen

# Inhaltsverzeichnis

## Kapitel 31 - Pilze

### Potente Pilze

#### 31.1 Pilze sind heterotroph und nehmen ihre Nährstoffe durch Absorption auf

##### 31.1.1 Ernährung und Ökologie

##### 31.1.2 Aufbau des Pilzkörpers

Die Auswertung von Genomsequenzen, um eine Hypothese aufzustellen

#### 31.2 Pilze nutzen Sporen für ihre geschlechtliche oder ungeschlechtliche Vermehrung

##### 31.2.1 Die geschlechtliche Fortpflanzung

##### 31.2.2 Die ungeschlechtliche Vermehrung

#### 31.3 Die Entwicklung der Pilze aus einem im Wasser lebenden, begeißelten

### Protisten

##### 31.3.1 Der Ursprung der Pilze

##### 31.3.2 Die divergente Entwicklung früher Pilzgruppen

##### 31.3.3 Der Wechsel vom Wasser zum Land

#### 31.4 Die verschiedenen Abstammungslinien der Pilze

##### 31.4.1 Chytridien

##### 31.4.2 Zygomyceten

##### 31.4.3 Glomeromyceten

##### 31.4.4 Ascomyceten

##### 31.4.5 Basidiomyceten

#### 31.5 Die zentrale Bedeutung der Pilze für Nährstoffkreisläufe, ökologische Wechselbeziehungen und den Menschen

##### 31.5.1 Pilze als Destruenten

##### 31.5.2 Pilze als Mutualisten

Nützen Endophyten dem Wachstum von Kiefern?

##### 31.5.3 Pilze als Krankheitserreger und Parasiten

##### 31.5.4 Der praktische Nutzen von Pilzen

## Kapitel 32 - Eine Einführung in die Diversität und Evolution der Metazoa

### 32.1 Ein Taxon heterotropher Organismen

#### 32.1 Metazoa sind vielzellige heterotrophe Eukaryonten mit Geweben, die sich aus embryonalen Keimblättern entwickeln

##### 32.1.1 Ernährungsweise

##### 32.1.2 Zellstruktur und Zellspezialisierung

##### 32.1.3 Fortpflanzung und Entwicklung

#### 32.2 Die Evolutionsgeschichte der Metazoa umfasst mehr als eine halbe Milliarde Jahre

##### 32.2.1 Schritte zur Entstehung der vielzelligen Tiere

##### 32.2.2 Neoproterozoikum (vor einer Milliarde bis 542 Millionen Jahren)

##### 32.2.3 Paläozoikum (vor 542–251 Millionen Jahren)

Berechnung und Interpretation von Korrelationskoeffizienten

##### 32.2.4 Mesozoikum (vor 251–65,5 Millionen Jahren)

##### 32.2.5 Känozoikum (vor 65,5 Millionen Jahren bis zur Gegenwart)

#### 32.3 Tiere lassen sich über Baupläne beschreiben

##### 32.3.1 Symmetrie

##### 32.3.2 Gewebe

# Inhaltsverzeichnis

32.3.3 Leibeshöhlen

32.3.4 Proterostome und deuterostome Entwicklung

32.4 Aus neuen molekularen und morphologischen Daten erwachsen fortlaufend neue Erkenntnisse über die Phylogenie der Tiere

32.4.1 Die evolutive Differenzierung der Metazoa

32.4.2 Künftige Richtungen der phylogenetisch-systematischen Forschung

## Kapitel 33 - Eine Einführung in die wirbellosen Tiere

Ein Leben ohne Wirbelsäule

33.1 Porifera (Schwämme) sind Tiere ohne echte Gewebe

33.2 Cnidaria (Nesseltiere) bilden ein phylogenetisch altes Metazoontaxon

33.2.1 Anthozoa

33.2.2 Tesserazoa (Medusozoa)

33.3 Spiralia, ein Taxon, das anhand morphologischer und molekularer Daten identifiziert wurde, weist das breiteste Spektrum aller Baupläne im Tierreich auf

33.3.1 Plathelminthes (Plattwürmer)

33.3.2 Rotatoria (Rotifera; Rädertiere)

33.3.3 Lophotrochozoa

Versuchsdesign verstehen und Daten Interpretieren

33.4 Ecdysozoa sind die artenreichste Tiergruppe

33.4.1 Nematoda (Fadenwürmer)

33.4.2 Arthropoda (Gliederfüßer)

War der Körperbauplan der Arthropoden die Folge neuer Hox-Gene?

33.5 Echinodermata und Chordata sind Deuterostomia

33.5.1 Echinodermata (Stachelhäuter)

33.5.2 Chordata (Chordatiere)

## Kapitel 34 - Herkunft und Evolution der Wirbeltiere

Über 500 Millionen Jahre Wirbelsäule

34.1 Chordaten haben eine Chorda dorsalis und ein dorsales Neuralrohr

34.1.1 Abgeleitete Chordatenmerkmale

34.1.2 Acrania/Cephalochordata (Lanzettfischchen)

34.1.3 Tunicata (Manteltiere)

34.1.4 Die frühe Chordatenevolution

34.2 Craniota sind Chordaten, die einen Schädel und eine Wirbelsäule haben

34.2.1 Abgeleitete Craniotenmerkmale

34.2.2 Cyclostomata/Agnatha (Rundmäuler)

34.2.3 Die Frühevolution der Craniota

34.2.4 Der Ursprung von Knochen und Zähnen

34.3 Gnathostomata sind Wirbeltiere, die einen Kieferapparat haben

34.3.1 Abgeleitete Merkmale der Gnathostomata

34.3.2 Fossile Gnathostomata

34.3.3 Chondrichthyes (Knorpelfische: Haie, Rochen und Verwandte)

34.3.4 Actinopterygii, Actinistia und Dipnoi (Strahl(en)flosser, Hohlstachler und Lungenfische)

34.4 Tetrapoda sind Osteognathostomata, die Laufbeine haben

# Inhaltsverzeichnis

34.4.1 Abgeleitete Tetrapodenmerkmale

34.4.2 Die Entstehung der Tetrapoden

34.4.3 Lissamphibia (Amphibien)

34.5 Amniota sind Tetrapoda, bei denen ein an das Landleben angepasstes Eistadium entstanden ist

34.5.1 Abgeleitete Amniotenmerkmale

34.5.2 Frühe Amnioten

34.5.3 Sauropsida

34.6 Mammalia sind Amnioten, die behaart sind und Milch produzieren

34.6.1 Abgeleitete Säugetiermerkmale

34.6.2 Die frühe Evolution der Säugetiere

34.6.3 Monotremata (Kloakentiere)

34.6.4 Marsupialia (Beuteltiere)

34.6.5 Placentalia, Eutheria (Placentatiere)

34.7 Menschen sind Säugetiere, die ein großes Gehirn haben und sich auf zwei Beinen fortbewegen

34.7.1 Abgeleitete Merkmale des Menschen

34.7.2 Die ersten Homininen

34.7.3 Die Australopithecinen

Bestimmung der Gleichung für eine Regressionsgerade

34.7.4 Zweibeinigkeit (Bipedie)

34.7.5 Werkzeuggebrauch

34.7.6 Frühe Vertreter der Gattung Homo

34.7.7 Die Neandertaler

Hat zwischen Neandertalern und modernen Menschen Genfluss stattgefunden?

34.7.8 Homo sapiens

## Teil VI - Pflanzen Form und Funktion

### Kapitel 35 - Pflanzenstruktur, Wachstum und Entwicklung

Sind Pflanzen Computer?

35.1 Pflanzen sind hierarchisch organisiert in Form von Organen, Geweben und Zellen

35.1.1 Die drei Pflanzenorgane: Wurzel, Spross und Blatt

Interpretieren von Daten anhand von Balkendiagrammen

35.1.2 Abschlussgewebe, Leitgewebe und Grundgewebe

35.1.3 Grundtypen der Pflanzenzelle

35.2 Verschiedene Meristeme erzeugen neue Zellen für das primäre und das sekundäre Wachstum

35.3 Primäres Wachstum ist für die Längenzunahme der Wurzeln und Sprosse verantwortlich

35.3.1 Primäres Wachstum der Wurzel

35.3.2 Primäres Wachstum des Sprosses

35.4 Sekundäres Dickenwachstum vergrößert bei verholzten Pflanzen den Umfang von Spross und Wurzel

35.4.1 Cambium und sekundäres Leitgewebe

Klimaforschung mithilfe der Dendrochronologie

35.4.2 Das Korkcambium und die Bildung des Periderms

# Inhaltsverzeichnis

35.4.3 Evolution des sekundären Wachstums

## 35.5 Wachstum, Morphogenese und Differenzierung formen den Pflanzenkörper

35.5.1 Molekularbiologie und ihre Modellorganismen revolutionieren die Pflanzenwissenschaften

Mit Ti-Plasmiden können transgene Pflanzen hergestellt werden

35.5.2 Wachstum – Zellteilung und Zellstreckungsausdehnung

35.5.3 Morphogenese und Musterbildung

35.5.4 Genexpression und Kontrolle der Zelldifferenzierung

35.5.5 Veränderte Entwicklungsprozesse durch Phasenwechsel

35.5.6 Genetische Kontrolle der Blütenentwicklung

## Kapitel 36 - Stoffaufnahme und Stofftransport bei Gefäßpflanzen

Das Zittern der Pappeln

### 36.1 Anpassungen zur Aufnahme der Ressourcen waren wichtige Schritte in der Evolution der Landpflanzen

36.1.1 Aufbau der Sprossachse und Lichtabsorption

36.1.2 Wurzelaufbau und die Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen

### 36.2 Der Transport über Kurz- oder Langstrecken erfolgt durch verschiedene Mechanismen

36.2.1 Apoplast und Symplast: Zwei kontinuierliche Wege für den Transport

36.2.2 Kurzstreckentransport von gelösten Stoffen über Plasmamembranen

36.2.3 Kurzstreckentransport von Wasser über die Plasmamembran

Berechnung und Interpretation von Temperaturkoeffizienten

36.2.4 Massenströmung beim Langstreckentransport

### 36.3 Der Transport von Wasser und Mineralstoffen von der Wurzel zum Spross durch das Xylem wird durch die Transpiration angetrieben

36.3.1 Aufnahme von Wasser und Mineralstoffen in die Wurzelzellen

36.3.2 Transport von Wasser und Mineralstoffen ins Xylem

36.3.3 Massenströmung wird durch negativen Druck im Xylem angetrieben

36.3.4 Das Steigen des Xylemsafts durch Massenströmung: Zusammenfassung

### 36.4 Die Transpirationsrate wird durch die Stomata reguliert

36.4.1 Stomata als wichtigster Ort des Wasserverlusts

36.4.2 Mechanismen der Spaltöffnungsbewegung

36.4.3 Reize für die Spaltöffnungsbewegung

36.4.4 Auswirkungen der Transpiration auf Welken und Blatttemperatur

36.4.5 Anpassungen, die den Wasserverlust durch Verdunstung vermindern

### 36.5 Zucker werden im Phloem vom Produktionsort zum Verbrauchs- oder Speicherort transportiert

36.5.1 Zucker-Transport – from Source to Sink

36.5.2 Massenströmung durch positiven Druck – Der Mechanismus des Assimilat-Transports bei Angiospermen

Enthält der Phloemsaft in der Nähe der Source- Regionen mehr Zucker als in der Nähe der Sink- Regionen?

### 36.6 Der Symplast ein dynamisches System

36.6.1 Plasmodesmen – ständig wechselnde Strukturen

36.6.2 Elektrisches „Signaling“ im Phloem

36.6.3 Das Phloem – eine „Datenautobahn“

## Kapitel 37 - Boden und Pflanzenernährung

# Inhaltsverzeichnis

## Die carnivore Reusenfallenpflanze

### 37.1 Boden eine lebende, jedoch endliche Ressource

#### 37.1.1 Bodenart

#### 37.1.2 Zusammensetzung des Oberbodens

#### 37.1.3 Bodenschutz und nachhaltige Landwirtschaft

### 37.2 Pflanzen benötigen für ihren Lebenszyklus essenzielle Nährelemente

#### 37.2.1 Makro- und Mikronährelemente

Hydroponische Kultur

#### 37.2.2 Symptome des Nährstoffmangels

#### 37.2.3 Verbesserung der Pflanzenernährung durch Gentechnik – einige Beispiele

### 37.3 Zur Pflanzenernährung tragen auch andere Organismen bei

#### 37.3.1 Bakterien und Pflanzenernährung

Wie stark unterscheiden sich bakterielle Lebensgemeinschaften innerhalb von Wurzeln von denen außerhalb?

#### 37.3.2 Pilze und Pflanzenernährung

#### 37.3.3 Epiphyten, parasitische Pflanzen und carnivore Pflanzen

## Kapitel 38 - Fortpflanzung und Biotechnologie der Angiospermen

### Die List der Blumen

### 38.1 Blüten, doppelte Befruchtung und Früchte: Wichtige Besonderheiten im Entwicklungszyklus der Angiospermen

#### 38.1.1 Aufbau und Funktion der Blüte

#### 38.1.2 Der Lebenszyklus angiospermer Pflanzen: Ein Überblick

#### 38.1.3 Mechanismen der Pollenübertragung

#### 38.1.4 Vom Samen zur blühenden Pflanze: der Blick ins Detail

#### 38.1.5 Gestalt und Funktion der Frucht

### 38.2 Sexuelle und asexuelle Fortpflanzung bei Angiospermen

#### 38.2.1 Mechanismen der asexuellen (vegetativen) Fortpflanzung

#### 38.2.2 Vor- und Nachteile von sexueller und asexueller Fortpflanzung

Positive und negative Korrelationen helfen Daten zu interpretieren

#### 38.2.3 Mechanismen zur Verhinderung der Selbstbefruchtung

#### 38.2.4 Totipotenz, vegetative Vermehrung und Gewebekulturen

### 38.3 Der Mensch verändert die Nutzpflanzen durch Züchtung und Gentechnik

#### 38.3.1 Pflanzenzüchtung

#### 38.3.2 Biotechnologie und Gentechnik bei Pflanzen

#### 38.3.3 Für und Wider der Pflanzenbiotechnologie

## Kapitel 39 - Pflanzenreaktionen auf innere und äußere Signale

### Reize und ortsgebundenes Dasein

### 39.1 Signaltransduktionswege verbinden Signalwahrnehmung und Antwort

#### 39.1.1 Perzeption

#### 39.1.2 Transduktion

#### 39.1.3 Antwort

### 39.2 Pflanzenhormone koordinieren Wachstum, Entwicklung und Reizantworten

#### 39.2.1 Übersicht über die Phytohormone

Welcher Teil der Getreidekoleoptile nimmt Licht wahr, und wie wird das Signal übermittelt?

Wie kommt der polare Auxintransport von der Sprossspitze zur Basis zustande?

### 39.3 Pflanzen brauchen Licht



# Inhaltsverzeichnis

39.3.1 Blaulicht-Photorezeptoren

39.3.2 Phytochrome als Photorezeptoren

Wie wirkt sich die Reihenfolge von Hellrotlicht und Dunkelrotlicht auf die Samenkeimung aus?

39.3.3 Biologische Uhren und circadiane Rhythmik

39.3.4 Die Wirkung des Lichts auf die biologische Uhr

39.3.5 Photoperiodismus und Anpassungen an Jahreszeiten

39.4 Pflanzen reagieren, abgesehen von Licht, auf viele weitere Reize

39.4.1 Schwerkraft

39.4.2 Mechanische Reize

39.4.3 Umweltstress

Interpretation von Versuchsergebnissen anhand eines Säulendiagramms

39.5 Reaktionen der Pflanze auf Pathogenbefall und Herbivoren

39.5.1 Verteidigungsstrategien gegen Pathogene

39.5.2 Verteidigungsstrategien gegen Herbivoren

## Teil VII - Tiere Form und Funktion

### Kapitel 40 - Grundprinzipien tierischer Form und Funktion

Unterschiedliche Formen, gemeinsame Herausforderungen

40.1 Form und Funktion sind bei Tieren auf allen Organisationsebenen eng miteinander korreliert

40.1.1 Physikalische Gesetze beeinflussen die Größe und Gestalt von Tieren

40.1.2 Austausch mit der Umgebung

40.1.3 Hierarchische Organisation der Körperbaupläne

40.1.4 Struktur und Funktion von Geweben

40.1.5 Koordination und Kontrolle

40.2 Regulation des inneren Milieus

40.2.1 Regulierer und Konformer

40.2.2 Homöostase

40.3 Einfluss von Form, Funktion und Verhalten auf homöostatische Prozesse

40.3.1 Endothermie und Ektothermie

40.3.2 Veränderung der Körpertemperatur

40.3.3 Gleichgewicht zwischen Wärmeabgabe und Wärmeaufnahme

Wie erzeugt ein Tigerpython-Weibchen Wärme, während es sein Gelege bebrütet?

40.3.4 Anpassung an unterschiedliche Temperaturbereiche

40.3.5 Physiologischer Thermostat und Fieber

40.4 Energiebedarf eines Tieres in Abhängigkeit von Größe, Aktivität und Umwelt

40.4.1 Bereitstellung und Nutzung von Energie

40.4.2 Quantifizierung des Energieverbrauchs

40.4.3 Minimale Stoffwechselrate und Thermoregulation

40.4.4 Faktoren, die die Stoffwechselrate beeinflussen

Interpretation von Kreisdiagrammen

40.4.5 Torpor und Energiesparen

Was geschieht mit der circadianen Uhr während des Winterschlafs?

### Kapitel 41 - Hormone und das endokrine System

Chemische Signalübertragung durch Hormone

# Inhaltsverzeichnis

## 41.1 Hormone und andere Signalmoleküle, ihre Bindung an die Rezeptoren und die von ihnen ausgelösten spezifischen Reaktionswege

- 41.1.1 Interzelluläre Kommunikation
- 41.1.2 Chemische Klassen von lokalen Regulatoren und Hormonen
- 41.1.3 Signalwege in den Zellen
- 41.1.4 Mehrfachwirkungen von Hormonen
- 41.1.5 Endokrine Gewebe und Organe

## 41.2 Endokrine Hormone: Regulation durch Rückkopplung und Koordination mit dem Nervensystem

- 41.2.1 Einfache hormonelle Reaktionswege
- 41.2.2 Rückkopplungskreise
- 41.2.3 Koordination von Hormon- und Nervensystem bei Wirbellosen
- 41.2.4 Koordination von Hormon- und Nervensystem bei Wirbeltieren
- 41.2.5 Hormone des Hypophysenhinterlappens
- 41.2.6 Hormone des Hypophysenvorderlappens
- 41.2.7 Die Regulation der Schilddrüse: Eine Hormonkaskade
- 41.2.8 Hormonelle Regulation des Wachstums

## 41.3 Reaktionen endokriner Drüsen auf verschiedene Reize in der Regulation von Homöostase, Entwicklung und Verhalten

- 41.3.1 Parathormon und Vitamin D: Steuerung des  $\text{Ca}^{2+}$ -Spiegels im Blut
- 41.3.2 Hormone der Nebennieren: Stressantwort
  - Planung eines kontrollierten Experiments
- 41.3.3 Geschlechtshormone aus den Geschlechtsdrüsen
- 41.3.4 Melatonin und Biorhythmus
- 41.3.5 Evolution und Hormonfunktion

## Kapitel 42 - Die Ernährung der Tiere

### Die Notwendigkeit zu essen

## 42.1 Die Nahrung der Tiere muss die Versorgung mit chemischer Energie, organischen Molekülen und essenziellen Nährstoffen gewährleisten

- 42.1.1 Essenzielle Nährstoffe
- 42.1.2 Mangelernährung
- 42.1.3 Ermittlung des Nährstoffbedarfs
  - Hat die Ernährung Einfluss auf die Häufigkeit angeborener Fehlbildungen?

## 42.2 Nährstoffverarbeitung: Aufnahme, Verdauung, Resorption und Ausscheidung

- 42.2.1 Verdauungskompartimente

## 42.3 Spezialisierte Organe für die verschiedenen Stadien der Nahrungsverarbeitung im Verdauungssystem der Säugetiere

- 42.3.1 Mundhöhle, Schlund und Speiseröhre
- 42.3.2 Verdauung im Magen
- 42.3.3 Verdauung im Dünndarm
- 42.3.4 Resorption im Dünndarm
- 42.3.5 Resorption im Dickdarm

## 42.4 Ernährung und die evolutive Anpassung der Verdauungssysteme von Wirbeltieren

- 42.4.1 Anpassung der Zähne
- 42.4.2 Anpassungen von Magen und Darm

# Inhaltsverzeichnis

42.4.3 Anpassungen durch Symbiose

42.4.4 Anpassungen durch Symbiose bei Pflanzenfressern

## 42.5 Regelkreise steuern Verdauung, Energiehaushalt und Appetit

42.5.1 Regulation der Verdauung

42.5.2 Regulation des Energiehaushalts

42.5.3 Regulation von Appetit und Verbrauch

Die Interpretation von experimentellen Daten in Verbindung mit Genmutationen

## Kapitel 43 - Kreislauf und Gasaustausch

### Ort des Austauschs

#### 43.1 Kreislaufsysteme verknüpfen alle Zellen des Körpers mit Austauschflächen

43.1.1 Gastrovaskularsysteme

43.1.2 Offene und geschlossene Kreislaufsysteme

43.1.3 Die Organisation von Kreislaufsystemen bei Wirbeltieren

#### 43.2 Koordinierte Kontraktionszyklen des Herzens treiben den doppelten Kreislauf bei Säugern an

43.2.1 Der Säugerkreislauf

43.2.2 Das Säugerherz: Eine nähere Betrachtung

43.2.3 Der rhythmische Herzschlag

#### 43.3 Blutdruck und Blutfluss spiegeln Bau und Anordnung der Blutgefäße wider

43.3.1 Bau und Funktion von Blutgefäßen

43.3.2 Strömungsgeschwindigkeit des Bluts

43.3.3 Blutdruck

Wie kontrollieren Endothelzellen die Vasokonstriktion?

43.3.4 Kapillarfunktion

43.3.5 Flüssigkeitsrückführung durch das Lymphsystem

#### 43.4 Blutbestandteile und ihre Funktion bei Stoffaustausch, Transport und Abwehr

43.4.1 Blutzusammensetzung und Funktion

43.4.2 Erkrankungen des Herz-Kreislauf- Systems

Wie zeichnet und interpretiert man Histogramme?

#### 43.5 Gasaustausch erfolgt an spezialisierten respiratorischen Oberflächen

43.5.1 Partialdruckgradienten beim Gasaustausch

43.5.2 Atemmedien

43.5.3 Respiratorische Oberflächen

43.5.4 Kiemen bei wasserlebenden Tieren

43.5.5 Tracheensysteme bei Insekten

43.5.6 Lungen

Was verursacht das Surfactant-Mangelsyndrom (Atemnotsyndrom bei Frühgeborenen)?

#### 43.6 Atmung: Ventilation der Lunge

43.6.1 Atmung bei Amphibien

43.6.2 Atmung bei Vögeln

43.6.3 Atmung bei Säugern

43.6.4 Kontrolle der Atmung beim Menschen

#### 43.7 Anpassungen an den Gasaustausch: Respiratorische Proteine binden und transportieren Atemgase

43.7.1 Koordination von Zirkulation und Gasaustausch

43.7.2 Respiratorische Proteine

# Inhaltsverzeichnis

## 43.7.3 Tierische „Spitzenathleten“

Worauf basiert die ungewöhnlich hohe O<sub>2</sub>- Aufnahme bei Gabelböcken?

## Kapitel 44 - Das Immunsystem

### Erkennung und Abwehr

#### 44.1 Das angeborene Immunsystem basiert auf der Erkennung gemeinsamer Muster von Krankheitserregern

##### 44.1.1 Angeborene Immunabwehr wirbelloser Tiere

##### 44.1.2 Angeborene Immunabwehr der Wirbeltiere

Kann ein einziges antimikrobielles Peptid eine Taufliede vor Infektionen schützen?

##### 44.1.3 Wie Krankheitserreger dem angeborenen Immunsystem entgehen

#### 44.2 Im adaptiven Immunsystem ermöglicht eine Vielzahl an Rezeptoren die spezifische Erkennung von Pathogenen

##### 44.2.1 Antigenerkennung durch B-Zellen und Antikörper

##### 44.2.2 Antigenerkennung durch T-Zellen

##### 44.2.3 Die Entwicklung von B- und T-Zellen

#### 44.3 Adaptive Immunität und die Abwehr von Infektionen in Körperzellen und Körperflüssigkeiten

##### 44.3.1 Helfer-T-Zellen: Reaktion auf nahezu alle Antigene

##### 44.3.2 Cytotoxische T-Zellen: Abwehr gegen intrazelluläre Pathogene

##### 44.3.3 B-Zellen: Abwehr gegen extrazelluläre Pathogene

##### 44.3.4 Aktive und passive Immunität

##### 44.3.5 Antikörper als Hilfsmittel in Forschung und Diagnostik

#### 44.4 Störungen des Immunsystems

##### 44.4.1 Übermäßige, gegen körpereigene Strukturen gerichtete und verminderte Immunreaktionen

##### 44.4.2 Strategien der Krankheitserreger der adaptiven Immunabwehr zu entgehen

Vergleiche zwei Variablen auf einer gemeinsamen x-Achse

##### 44.4.3 Krebs und Immunität

## Kapitel 45 - Osmoregulation und Exkretion

### Ein Balanceakt

#### 45.1 Osmoregulation: Gleichgewicht zwischen Aufnahme und Abgabe von Wasser und den darin gelösten Stoffen

##### 45.1.1 Osmose und Osmolarität

##### 45.1.2 Strategien zur Bewältigung osmotischer Herausforderungen

Beschreibung und Interpretation wissenschaftlicher Daten

##### 45.1.3 Die Energetik der Osmoregulation

##### 45.1.4 Transportepithelien

#### 45.2 Die stickstoffhaltigen Exkretionsprodukte eines Tieres spiegeln dessen Phylogenie und Habitat wider

##### 45.2.1 Formen stickstoffhaltiger Exkretionsprodukte

##### 45.2.2 Einfluss von Evolution und Umwelt auf stickstoffhaltige Exkretionsprodukte

#### 45.3 Verschiedene Exkretionssysteme sind Abwandlungen tubulärer Systeme

##### 45.3.1 Exkretionsprozesse

##### 45.3.2 Ein Überblick über verschiedene Exkretionssysteme

#### 45.4 Das Nephron: Schrittweise Verarbeitung des Ultrafiltrats

# Inhaltsverzeichnis

- 45.4.1 Vom Ultrafiltrat zum Urin: Eine genauere Betrachtung
- 45.4.2 Osmotische Gradienten und Wasserkonservierung
- 45.4.3 Anpassungen der Wirbeltiere an unterschiedliche Lebensräume

## 45.5 Hormonelle Regelkreise verknüpfen Nierenfunktion, Wasserhaushalt und Blutdruck

- 45.5.1 Antidiuretisches Hormon
- 45.5.2 Das Renin-Angiotensin-Aldosteron- System
  - Können Aquaporin-Mutationen zu Diabetes insipidus führen?
- 45.5.3 Homöostatische Regulation der Niere

## Kapitel 46 - Fortpflanzung der Tiere

### Paarbildung für die sexuelle Fortpflanzung

#### 46.1 Sexuelle und asexuelle Fortpflanzung im Tierreich

- 46.1.1 Mechanismen ungeschlechtlicher Fortpflanzung
- 46.1.2 Unisexuelle Fortpflanzung
- 46.1.3 Bisexuelle Fortpflanzung: Ein evolutionäres Rätsel
- 46.1.4 Fortpflanzungszyklen und -muster

#### 46.2 Die Befruchtung hängt von Mechanismen ab, die Eizellen und Spermien derselben Art zusammenbringen

- 46.2.1 Das Überleben des Nachwuchses sichern
- 46.2.2 Gametenproduktion und -übergabe
  - Von welchen Männchen wird Sperma genutzt, wenn Tauflegenweibchen sich mehrmals hintereinander paaren?

#### 46.3 Keimzellenproduktion und -transport mittels Fortpflanzungsorganen

- 46.3.1 Das weibliche Fortpflanzungssystem
- 46.3.2 Das männliche Fortpflanzungssystem
- 46.3.3 Die sexuelle Reaktion des Menschen

#### 46.4 Unterschiede in Zeitverlauf und Muster der Meiose bei männlichen und weiblichen Säugern

#### 46.5 Fortpflanzungsregulierung bei Säugern: Ein komplexes Zusammenspiel von Hormonen

- Einen Versuch aufsetzen und Schlussfolgerungen ziehen
- 46.5.1 Hormonelle Kontrolle des männlichen Fortpflanzungssystems
- 46.5.2 Der weibliche Fortpflanzungszyklus

#### 46.6 Bei placentalen Säugern findet die gesamte Embryonalentwicklung im Uterus statt

- 46.6.1 Empfängnis, Embryonalentwicklung und Geburt
- 46.6.2 Maternale Immuntoleranz gegenüber Embryo und Fetus
- 46.6.3 Empfängnisverhütung und Abtreibung
- 46.6.4 Moderne Reproduktionstechniken

## Kapitel 47 - Entwicklung der Tiere

### Körperbaupläne

#### 47.1 Nach der Befruchtung schreitet die Embryonalentwicklung durch Furchung, Gastrulation und Organogenese fort

- 47.1.1 Besamung und Befruchtung
  - Steht die Verteilung von Ca<sup>2+</sup> im Ei mit der Bildung der Befruchtungshülle in Zusammenhang?
- 47.1.2 Furchung

# Inhaltsverzeichnis

Interpretation von Zellzyklen

47.2 An der tierischen Morphogenese sind spezifische Veränderungen in Zellform, Zellposition und Zelladhäsion beteiligt

47.2.1 Gastrulation

47.2.2 Entwicklungsphysiologische Anpassungen von Amnioten

47.2.3 Organogenese

47.2.4 Mechanismen der Morphogenese

47.3 Das Schicksal von sich entwickelnden Zellen ist von ihrer Vorgeschichte und von induktiven Signalen abhängig

47.3.1 Anlagepläne

Wie beeinflusst die Verteilung des grauen Halbmonds das Entwicklungspotenzial der ersten beiden Tochterzellen?

47.3.2 Festlegung des Zellschicksals und Musterbildung durch induktive Signale

Kann die dorsale Urmundlippe Zellen in einem anderen Teil des Amphibienembryos dazu veranlassen, ihr Entwicklungsschicksal zu

Welche Rolle spielt die Zone polarisierender Aktivität (ZPA) bei der Musterbildung der Wirbeltierextremität?

## Kapitel 48 - Neurone, Synapsen und Signalgebung

Kommunikationsbahnen

48.1 Neuronale Organisation und Struktur als Spiegel der Funktion bei der Informationsübermittlung

48.1.1 Einführung in die Informationsverarbeitung

48.1.2 Neuronale Struktur und Funktion

48.2 Aufrechterhaltung des Ruhepotenzials eines Neurons durch Ionenpumpen und Ionenkanäle

48.2.1 Entstehung des Ruhepotenzials

48.2.2 Ein Modell des Ruhepotenzials

48.3 Axonale Fortleitung von Aktionspotenzialen

Intrazelluläre Ableitung

48.3.1 Erzeugung von Aktionspotenzialen

48.3.2 Erzeugung von Aktionspotenzialen: Eine nähere Betrachtung

48.3.3 Fortleitung von Aktionspotenzialen

48.4 Synapsen als Kontaktstellen zwischen Neuronen

48.4.1 Erzeugung postsynaptischer Potenziale

48.4.2 Summation postsynaptischer Potenziale

48.4.3 Modulation der synaptischen Übertragung

48.4.4 Neurotransmitter

Verfügt das Gehirn über ein spezielles Rezeptorprotein für Opiate?

## Kapitel 49 - Nervensysteme

Befehls- und Kontrollzentrum

49.1 Nervensysteme bestehen aus Neuronenschaltkreisen und unterstützenden Zellen

49.1.1 Organisation des Wirbeltiernervensystems

49.1.2 Das periphere Nervensystem

49.2 Regionale Spezialisierung des Wirbeltiergehirns

49.2.1 Der Hirnstamm

49.2.2 Das Kleinhirn (Cerebellum)

# Inhaltsverzeichnis

## 49.2.3 Das Zwischenhirn (Diencephalon)

Welche Zellen kontrollieren die circadiane Rhythmik bei Säugern?

## 49.2.4 Funktionelle Bildgebung des Gehirns

## 49.2.5 Das Großhirn (Cerebrum)

## 49.2.6 Die Evolution der Kognition bei Wirbeltieren

## 49.3 Die Großhirnrinde: Kontrolle von Willkürbewegungen und kognitiven Funktionen

### 49.3.1 Informationsverarbeitung in der Großhirnrinde

### 49.3.2 Sprache und Sprechen

### 49.3.3 Lateralisierung corticaler Funktionen

### 49.3.4 Emotionen

### 49.3.5 Bewusstsein

## 49.4 Gedächtnis und Lernen als Folge von Veränderungen der synaptischen Verbindungen

### 49.4.1 Neuronale Plastizität

### 49.4.2 Gedächtnis und Lernen

### 49.4.3 Langzeitpotenzierung

## 49.5 Störungen des Nervensystems: Erklärungen auf molekularer Basis

### 49.5.1 Schizophrenie

### 49.5.2 Depressionen

### 49.5.3 Substanzmissbrauch und das Belohnungssystem des Gehirns

### 49.5.4 Alzheimer-Krankheit

### 49.5.5 Parkinson-Krankheit

### 49.5.6 Stammzelltherapie

## Kapitel 50 - Sensorische und motorische Mechanismen

### Sensorik und Sensibilität

## 50.1 Sensorische Rezeptoren: Umwandlung von Reizenergie und Signalübermittlung an das Zentralnervensystem

### 50.1.1 Sensorische Bahnen

### 50.1.2 Sensorische Rezeptortypen

## 50.2 Die für Gehör und Gleichgewicht zuständigen Mechanorezeptoren nehmen Flüssigkeits- oder Partikelbewegungen wahr

### 50.2.1 Wahrnehmung von Schwerkraft und Schall bei Wirbellosen

### 50.2.2 Gehör und Gleichgewichtssinn bei Säugern

### 50.2.3 Gehör und Gleichgewichtssinn bei anderen Wirbeltieren

## 50.3 Geschmacks- und Geruchssinn basieren auf ähnlichen Sinneszelltypen

### 50.3.1 Der Geschmackssinn bei Säugern

Wie nehmen Säuger unterschiedliche Geschmacksqualitäten wahr?

### 50.3.2 Der Geruchssinn des Menschen

## 50.4 Im ganzen Tierreich basiert das Sehen auf ähnlichen Mechanismen

### 50.4.1 Sehen bei Wirbellosen

### 50.4.2 Das Sehsystem von Wirbeltieren

## 50.5 Muskelkontraktion erfordert die Interaktion von Muskelproteinen

### 50.5.1 Die Skelettmuskulatur von Wirbeltieren

### 50.5.2 Andere Muskeltypen

## 50.6 Das Skelettsystem wandelt Muskelkontraktion in Fortbewegung um

# Inhaltsverzeichnis

- 50.6.1 Skelettsystemtypen
- 50.6.2 Verschiedene Formen der Fortbewegung
- 50.6.3 Energetische Kosten der Fortbewegung
  - Wie hoch sind die Energiekosten für die Fortbewegung?

## Kapitel 51 - Tierisches Verhalten

Das Wie und Warum tierischen Verhaltens

51.1 Einfaches und komplexes Verhalten kann durch bestimmte sensorische Eingangssignale ausgelöst werden

- 51.1.1 Festgelegte Reaktionsmuster (Erbkoordination)
- 51.1.2 Migration
- 51.1.3 Verhaltensbiologische Rhythmen
- 51.1.4 Signalgebung und Kommunikation bei Tieren

51.2 Lernen: Spezifische Verknüpfung von Erfahrung und Verhalten

- 51.2.1 Erfahrung und Verhalten
  - Benutzt eine Grabwespe Landmarken, um ihr Nest zu finden?

51.3 Verhaltensweisen lassen sich durch Selektion auf Überleben und Fortpflanzungserfolg eines Individuums erklären

- 51.3.1 Evolution von Verhalten zum Nahrungserwerb
  - Hypothesentesten mit einem quantitativen Modell
- 51.3.2 Paarungsverhalten und Partnerwahl

51.4 Genetische Analysen und die Theorie der Gesamtfitness liefern eine Basis für Untersuchungen zur Evolution von Verhalten

- 51.4.1 Die genetische Basis von Verhalten
- 51.4.2 Genetische Variabilität und die Evolution von Verhalten
  - Sind Unterschiede in der Zugorientierung innerhalb einer Art genetisch determiniert?
- 51.4.3 Altruismus
- 51.4.4 Gesamtfitness
- 51.4.5 Evolution und menschliche Kultur

## Teil VIII - Ökologie

### Kapitel 52 - Ökologie und die Biosphäre: Eine Einführung

Das Thema Ökologie

52.1 Die Ökologie integriert viele biologische Forschungsrichtungen und dient als wissenschaftliche Grundlage für den Natur- und Umweltschutz

- 52.1.1 Der Zusammenhang zwischen Ökologie und Evolutionsbiologie
- 52.1.2 Ökologie und Umweltschutz

52.2 Die Wechselbeziehungen zwischen Organismen und ihrer Umwelt bestimmen ihre Verbreitung und Häufigkeit

- 52.2.1 Ausbreitung und Verbreitung
- 52.2.2 Verhalten und Habitatselektion
- 52.2.3 Biotische Faktoren
  - Begrenzen Seeigel das Vorkommen von Seetang?
- 52.2.4 Abiotische Faktoren
- 52.2.5 Klima

52.3 Aquatische Biome: Vielfältige und dynamische Systeme, die den größten Teil der Erdoberfläche einnehmen



# Inhaltsverzeichnis

52.3.1 Struktur aquatischer Biome

52.4 Klima und unvorhersagbare Umweltveränderungen bestimmen die Struktur und Verbreitung der terrestrischen Biome

52.4.1 Makroklima und terrestrische Biome

52.4.2 Allgemeine Eigenschaften terrestrischer Biome und die Bedeutung von Störungen

Erstellung von Balken- und Liniendiagrammen mit Interpretation der Daten

## Kapitel 53 - Populationsökologie

Auf den Spuren der schottischen Soay-Schafe

53.1 Dynamische Prozesse und ihr Einfluss auf die Individuendichte, Individuenverteilung und Demografie von Populationen

53.1.1 Individuendichte und Verteilungsmuster

Ermittlung der Populationsgröße mit der Fang- Wiederfang-Methode

53.1.2 Demografie

53.2 Wichtige Phasen im Lebenszyklus einer Organismenart als Produkt der natürlichen Selektion

53.2.1 Evolution und die Vielfalt von Lebenszyklen

53.2.2 „Kompromisse“ und Lebenszyklus

Wie wirkt sich die Versorgung der Nachkommen beim Turmfalke (*Falco tinnunculus*) auf die Überlebensrate der Elterntiere aus?

53.3 Exponentielles Wachstum: Ein Modell für Populationen in einer idealen, unbegrenzten Umwelt

53.3.1 Pro-Kopf-Zunahme

53.3.2 Exponentielles Wachstum

53.4 Das logistische Wachstumsmodell: Langsameres Populationswachstum bei Annäherung an die Umweltkapazität

53.4.1 Das logistische Wachstumsmodell

53.4.2 Das logistische Modell und natürliche Populationen

53.4.3 Logistisches Modell und Lebenszyklus

Modellierung des Populationswachstums mithilfe der logistischen Gleichung

53.5 Dichteabhängige Einflüsse auf das Populationswachstum

53.5.1 Populationsveränderungen und Individuendichte

53.5.2 Dichteabhängige Regulation von Populationen

53.5.3 Populationsdynamik

53.6 Die menschliche Bevölkerung: Kein exponentielles Wachstum mehr, aber immer noch ein steiler Anstieg

53.6.1 Die Erdbevölkerung

53.6.2 Globale Umweltkapazität

## Kapitel 54 - Ökologie der Lebensgemeinschaften

Lebensgemeinschaften in Bewegung

54.1 Wechselbeziehungen zwischen Organismen: Positiv, negativ oder neutral

54.1.1 Interspezifische Konkurrenz

Kann die ökologische Nische einer Art durch interspezifische Konkurrenz verändert werden?

54.1.2 Prädation

Erstellen eines Balken- und Streudiagramms

54.1.3 Parasitismus

# Inhaltsverzeichnis

54.1.4 Herbivorie

54.1.5 Mutualismus

54.1.6 Parabiose und Kommensalismus

54.1.7 Metabiose

## 54.2 Der Einfluss von dominanten Arten und Schlüsselarten auf die Struktur von Lebensgemeinschaften

54.2.1 Artendiversität

Die Diversität der Mikroorganismen, ermittelt mit molekularbiologischen Methoden

54.2.2 Trophische Strukturen

54.2.3 Arten mit einer großen Bedeutung für die Lebensgemeinschaft

Ist *Pisaster ochraceus* eine Schlüsselart?

54.2.4 Bottom-up- und Top-down-Kontrolle in Nahrungsnetzen

Unterliegt die Nematoden-Lebensgemeinschaft in der Antarktis einer Top-down- oder einer Bottom-up-Kontrolle?

## 54.3 Der Einfluss von Störungen auf Artendiversität und Artenzusammensetzung

54.3.1 Charakterisierung von Störungen

54.3.2 Sukzession

54.3.3 Von Menschen verursachte Störungen

## 54.4 Biogeografische Faktoren und ihre Bedeutung für die Artendiversität in Lebensgemeinschaften

54.4.1 Breitengradabhängigkeit

54.4.2 Effekte der Flächengröße

54.4.3 Insel-Biogeografie

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Artenreichtum und der Flächengröße einer Insel?

## 54.5 Lebensgemeinschaften: ihre Bedeutung für das Verständnis der Lebenszyklen von Pathogenen und ihre Bekämpfung

54.5.1 Pathogene und die Struktur von Lebensgemeinschaften

54.5.2 Lebensgemeinschaften und Zoonosen

## Kapitel 55 - Ökosysteme

### Die Dynamik der Ökosysteme

#### 55.1 Der Energiehaushalt und die biogeochemischen Kreisläufe von Ökosystemen

55.1.1 Energieerhaltung

55.1.2 Erhaltung der Masse

55.1.3 Energie, Masse und Trophieebenen

#### 55.2 Energie und andere limitierende Faktoren der Primärproduktion der Ökosysteme

55.2.1 Energiebilanzen von Ökosystemen

Ermittlung der Nettoprimärproduktion mit Satelliten

55.2.2 Primärproduktion in aquatischen Ökosystemen

Welcher Nährstoff begrenzt die Phytoplanktonproduktion vor der Küste von Long Island?

55.2.3 Primärproduktion in terrestrischen Ökosystemen

#### 55.3 Energietransfer zwischen Trophieebenen: Effizienz meist unter zehn Prozent

55.3.1 Produktionseffizienz

Analyse von quantitativen Daten in einer Tabelle

55.3.2 Die Grüne-Welt-Hypothese

# Inhaltsverzeichnis

## 55.4 Biologische und geochemische Prozesse regulieren die Nährstoffkreisläufe eines Ökosystems

### 55.4.1 Biogeochemische Kreisläufe

### 55.4.2 Mineralisierungs- und Umlaufraten bei Nährstoffkreisläufen

Wie wirkt sich die Temperatur in einem Ökosystem auf die Zersetzung des Laubs aus?

### 55.4.3 Fallstudie: Nährstoffkreisläufe im Hubbard Brook Experimental Forest

## 55.5 Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde

### 55.5.1 Nährstoffanreicherung

### 55.5.2 Saurer Regen

### 55.5.3 Umweltgifte

### 55.5.4 Treibhausgase und globale Erwärmung

### 55.5.5 Abbau der stratosphärischen Ozonschicht

## Kapitel 56 - Naturschutz und Renaturierungsökologie

### Die Reichtümer der Tropen

### 56.1 Der Mensch als Gefahr für die biologische Vielfalt

#### 56.1.1 Die drei Ebenen der biologischen Vielfalt

#### 56.1.2 Biologische Vielfalt und das Wohlergehen des Menschen

#### 56.1.3 Drei Gefahren für die biologische Vielfalt

### 56.2 Populationsgröße, genetische Variabilität und kritische Habitatgröße beim Schutz von Populationen

#### 56.2.1 Ermittlung der minimalen überlebensfähigen Populationsgröße

Was war die Ursache für den drastischen Populationsrückgang des Präriehuhns in Illinois?

#### 56.2.2 Populationsextinktion durch zufällige und häufige Umweltereignisse

#### 56.2.3 Abwägen konkurrierender Ansprüche

### 56.3 Landschafts- und Gebietsschutz zur Erhaltung ganzer Biota

#### 56.3.1 Struktur und biologische Vielfalt von Landschaften

#### 56.3.2 Einrichtung von Schutzgebieten

### 56.4 Renaturierung: Wiederherstellung geschädigter Ökosysteme

#### 56.4.1 Biologische Sanierung

#### 56.4.2 Biologische Bestandsstützung

#### 56.4.3 Renaturierung als Zukunftsaufgabe

Erstellung eines Fehlerbalkendiagramms und Interpretation der Ergebnisse

### 56.5 Nachhaltige Entwicklung: Das Wohlergehen der Menschen durch die Bewahrung der biologischen Vielfalt

#### 56.5.1 Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung

#### 56.5.2 Fallstudie: Nachhaltige Entwicklung in Costa Rica

#### 56.5.3 Die Zukunft der Biosphäre

## Anhang A: Lösungen

### Kapitel 1

### Kapitel 2

### Kapitel 3

### Kapitel 4

### Kapitel 5

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel 6  
Kapitel 7  
Kapitel 8  
Kapitel 9  
Kapitel 10  
Kapitel 11  
Kapitel 12  
Kapitel 13  
Kapitel 14  
Kapitel 15  
Kapitel 16  
Kapitel 17  
Kapitel 18  
Kapitel 19  
Kapitel 20  
Kapitel 21  
Kapitel 22  
Kapitel 23  
Kapitel 24  
Kapitel 25  
Kapitel 26  
Kapitel 27  
Kapitel 28  
Kapitel 29  
Kapitel 30  
Kapitel 31  
Kapitel 32  
Kapitel 33  
Kapitel 34  
Kapitel 35  
Kapitel 36  
Kapitel 37  
Kapitel 38  
Kapitel 39  
Kapitel 40  
Kapitel 41  
Kapitel 42

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel 43

Kapitel 44

Kapitel 45

Kapitel 46

Kapitel 47

Kapitel 48

Kapitel 49

Kapitel 50

Kapitel 51

Kapitel 52

Kapitel 53

Kapitel 54

Kapitel 55

Kapitel 56

Anhang B: Anleitungen zu den wissenschaftlichen Übungen

Anhang C: Lehrbuchempfehlungen

Anhang D: Bildnachweis

Kapitel 1

Teil I Die chemischen Grundlagen des Lebens

Kapitel 2

Kapitel 3

Kapitel 4

Kapitel 5

Teil II Die Zelle

Kapitel 6

Kapitel 7

Kapitel 8

Kapitel 9

Kapitel 10

Kapitel 11

Kapitel 12

Teil III Genetik

Kapitel 13

Kapitel 14

Kapitel 15

Kapitel 16

Kapitel 17

Kapitel 18

Kapitel 19

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel 20

Kapitel 21

## Teil IV Evolutionsmechanismen

Kapitel 22

Kapitel 23

Kapitel 24

Kapitel 25

## Teil V Die Evolutionsgeschichte der biologischen Vielfalt

Kapitel 26

Kapitel 27

Kapitel 28

Kapitel 29

Kapitel 30

Kapitel 31

Kapitel 32

Kapitel 33

Kapitel 34

## Teil VI Pflanzen – Form und Funktion

Kapitel 35

Kapitel 36

Kapitel 37

Kapitel 38

Kapitel 39

## Teil VII Tiere – Form und Funktion

Kapitel 40

Kapitel 41

Kapitel 42

Kapitel 43

Kapitel 44

Kapitel 45

Kapitel 46

Kapitel 47

Kapitel 48

Kapitel 49

Kapitel 50

Kapitel 51

## Teil VIII Ökologie

Kapitel 52

Kapitel 53

Kapitel 54

Kapitel 55

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel 56

## Anhang E: Stichwortverzeichnis

### Numerics

- 1,3-Bisphosphoglycerat 257
- 16S-rRNA 750
- 16S-rRNA-Nucleotidsequenzen 757
- 1-Chromatidchromosomen 332, 395
- 2-Chromatidenchromosom 329, 333
- 5'@3'-Richtung 419
- 5'-Cap-Struktur 445

### A

- a-Aminosäuren 105
- AA-tRNA 449
- AA-tRNA-Synthetase 450
- Abberationen 395
- ABC-Modell 1018
- Abort 1358
- Abschlussgewebesystem 999
- Abscisinsäure 1109
- Absorptionsgewebe 999
- Absorptionsspektrum 248
- Abstoßungsreaktionen 1291
- Abyssal 1543
- abyssale Zone 1535
- Acanthocephala 1596
- Acanthodii 948
- Acer saccharum 1643
- Acetylcholin 1413, 1414
- Acetyl-Coenzym A 219
- Acetylsalicylsäure 843
- Achondroplasie 367
- Achselknospe 996
- Achsenbestimmung 1386
- Achsenpolarität 1015
- Acid-Growth-Hypothesis 1105
- Acoelomaten 886
- Acropora cervicornis 1617
- Acropora palmata 1617
- ACTH-Sekretion 1187
- Actin 153
- Actinistia 953

# Inhaltsverzeichnis

Actinomyceten 753  
Actinopterygii 952  
Acyclovir 518  
Adaptationen 605  
adaptive Evolution 638  
adaptive Immunität 1270  
adaptive Radiation 694  
Additionsregel 356  
Adenohypophyse 1180  
Adenosintriphosphat 89, 146, 194  
Adenoviren 508, 513  
Adenylatcyclase 283  
ADH 1325  
Adhäsion 63, 172  
Adipositas 1222  
Adrenalin 272, 275, 287, 1173, 1174, 1175, 1185, 1414  
Adrenocorticotropes Hormon 1182  
adulte Stammzellen 548  
Adventivwurzeln 995  
Aedes albopictus 518  
aerobe Atmung 212  
a-Faktor, alpha-Faktor 272  
Aflatoxine 870  
Afrikanischer Elefant 1664  
After 1215  
Aglaophyton major 816  
a-Globin 579  
agonistisches Verhalten 1505  
Agrobacterium 752  
Agrobacterium tumefaciens 538, 556, 762  
Ahorn 836  
AIDS 516, 518, 729, 1295  
AIDS-Virus 509  
Aimé Bonpland 1614  
Akklimation 1149  
Akkumulation  
    biologische 1647  
Akromegalie 1184  
Akrosom 1346, 1367  
Akrosomreaktion 1367  
Aktionspotenzial 1122, 1406  
Aktionsspektrum 1113



# Inhaltsverzeichnis

aktive Immunität 1289  
aktiver Transport 175  
aktives Zentrum 199  
Aktivierungsdomäne 476  
Aktivierungsenergie 197  
Akzessorische Drüsen 1343  
a-Lactalbumin 583  
Albinismus 366  
Aldosteron 280, 1187, 1326  
Alexander von Humboldt 1614  
Algen 1541  
Algenblüte 779, 1632  
Algenpilze 781  
Algin 780  
Alkapton 434  
Alkaptonurie 434  
alkoholische Gärung 231  
Allantois 1379  
Allee, W. C. 1572  
Allee-Effekt 1572  
Allele 350, 359, 626  
    multiple 359  
Allelfrequenzen 628  
Allelträger 385  
Allergien 1293  
Allesfresser 1196  
Alles-oder-Nichts-Reaktion 1406  
allgemeine Transkriptions- faktoren 476  
Allolactose 471  
allopatriische Artbildung 655  
Allopolyploidie 659  
allosterische Regulation 205  
als neuronale Plastizität 1437  
alternatives Spleißen 447, 481  
altersspezifische Fekundität 1564  
Altersstruktur 1558, 1582  
Altruismus 1510  
    reziproker 1512  
Aluminiumresistenz 1057  
Alu-Sequenzen 577  
Alveolaten 782  
Alveolen 1255

# Inhaltsverzeichnis

Alzheimer-Krankheit 400, 1441  
Amakrinzellen 1467  
Amborella 840, 844  
Ambulakralfüßchen 930  
Ambulakralgefäßsystem 930  
Ameise 1138  
Ameisensäure 40  
Amine  
    biogene 1413  
Aminhormone 1173  
Aminoacyl-Transfer-Ribonucleinsäure 449  
Aminoacyl-tRNA-Stelle 451  
Aminoacyl-tRNA-Synthetase 450  
Aminobuttersäure 105  
Aminosäure-Monomere 105  
Aminosäuren 105, 1413, 1414  
    essenzielle 1197  
Aminosäurereste 105  
Ammoniak 1310  
Ammonifikation 1641  
Ammonifizierer 1060  
Ammoniten 915  
Ammonium 1641  
Amnion 1379  
Amniot 1379  
Amniota 959  
Amniotenei 959  
Amniozentese 369  
Amöben 786  
Amöbenruhr 794  
Amöbozoen 790  
Amoebocyten 901  
Amoebozoa 792  
Amphibien 831  
amphipathisch 164  
Amygdala 1435  
Amylase 1209  
Amyloplasten 148  
Anabaena 749  
anabole Stoffwechselwege 235  
Anabolismus 186  
Anabrus simplex 573

# Inhaltsverzeichnis

- anaerobe Atmung 748
- Analogie 616
- Anaphase 305, 306, 307, 313
  - Meiose 333
- anaphylaktischer Schock 1293
- Anatomie 1138
- Androgene 1187
- Aneuploidie 395, 397
  - der Geschlechtschromo- somen 398
- angeborene Immunität 1270
- angeborene Verhaltensweisen 1493
- Angiospermen 809
  - basale 841, 844
- Angiotensin II 1326
- Anhydrobiose 1307
- animaler Pol 1371
- Anion 51
- Anlagepläne 1384
- Annelida 916
- Anolis 1592
- Anomere 99
- Anopheles 784
- Anorexia nervosa 1202
- Anpassung 738
- Antarktis 674
- anterioposteriore Achse 489
- Anthere 835, 1071
- Antheridien 811
- Anthoceros 812
- Anthocerotophytina 809
- Anthozoa 903
- Anthrax 762
- Anthropoidea 974
- Antibabypille 1357
- Antibiotika 451, 518, 739, 742, 785, 852, 872
  - Ampicillin 747
  - Chloramphenicol 756
  - Erythromycin 742
  - Gentamicin 747
  - Methicillin 739
  - Streptomycin 753, 756
  - Tetracyclin 742
  - Vancomycin 758

# Inhaltsverzeichnis

Antibiotikaresistenz 747  
antidiuretisches Hormon 1180, 1325  
Antifreeze-Proteine 1125  
Antigen 1277  
antigene Determinante 1278  
Antigenpräsentation 1279  
Antigen-präsentierende Zelle 1284  
Antigenvariation 1295  
Antikörper 108, 1278  
    Funktion 1287  
    Klassen 1288  
    monoklonale 1291  
Anti-Passate 1531  
Antivenin 1291  
Antwortregulator 757  
Anura 957  
Anus 1207  
APC 497  
Apfelfrucht 1081  
Apicomplexa 783  
Apicoplasten 784  
Apikaldominanz 1107  
Apikalknospe 996  
Apikalmeristem 803, 1002  
Apoda 957  
Apomixis 1084  
Apoplast 1028  
Apoptose 291, 1111  
Appetit 1222  
Aquaporine 1215, 1317  
Aquifere 1052  
Aquificae 755  
Arabidopsis 1012, 1018  
Arabidopsis thaliana 1013  
Arachnida 923  
Arbuskuläre Mykorrhiza 1064  
Archaea 133, 730, 755  
    Crenarchaeota 755  
    Euryarchaeota 755  
Archaeopteris 830  
Archaeopteryx 966  
Archegonien 811

# Inhaltsverzeichnis

Archenteron 885  
Archosauria 962, 964  
Ardi 978  
Area tegmentalis ventralis 1441  
Aristoteles 601  
Armillaria ostoyae 852  
Art 650  
Artbildungsraten 667  
Artendiversität 1600  
Arten-Flächen- Beziehung 1614  
Artenreichtum 1600  
Artenselektion 703  
Artenvielfalt 1659  
Arterien 1232  
Arteriosklerose 1248  
Arthritis 1187  
Arthropoda 920  
Arthropoden 687  
Arzneisubstanzen 843  
Asci 863  
Ascokarp 863  
Ascomyceten 863  
Ascorbinsäure 1197  
Ascosporen 864  
asexuelle Fortpflanzung 1083  
asexuelle Reproduktion 327  
Aspergillus 870, 871  
Aspirin 843, 1187  
Assimilat-Transport 1042  
Assoziationsareale 1432  
assoziatives Lernen 1496  
Asteroidea 931  
Astragalus 1597  
Astrobiologie 69  
Astrocyten 1423  
Ästuar 1541  
asymmetrische Zellteilung 1015  
Atemmedien 1251  
Atemzentren 1258  
Atemzugvolumen 1258  
Atmung 1257  
Atmungskette 227

# Inhaltsverzeichnis

Energetik 224  
Atmungspigment 1260  
Atom 42  
Atomorbital 48  
ATP 1196, 1630  
ATP-Ausbeute 229  
ATP-Synthase 224, 225  
    Funktionsweise 226  
atrialer natriuretischer Faktor 1328  
Atrioventrikularklappe 1236  
Atrioventrikularknoten 1237  
Atrium 900, 1232  
Attacin A 1272  
Auflösungsvermögen 128  
Augenkomplexität 700  
Augenlinse 1464  
aurea-Tomatenmutante 1099  
Ausbreitung 1525  
ausdauernde Pflanzen 1003  
Ausscheidung 1206  
Aussterben 1659  
Aussterbespirale 1665  
Austausch  
    mit der Umgebung 1139  
Australopithecinen 979  
Auswanderung 1558  
Auswaschung 1051  
Außengruppe 721  
Außenmembran 739  
Außenskelett 1271  
äußere Befruchtung 1338  
Autoimmunerkrankungen 1293  
Autoimmunkrankheiten 1282, 1294  
Autökologie 1521  
autonomes Nervensystem 1423  
Autophagie 144  
Autopolyploide Artbildung 659  
Autopolyploidie 659  
Autorhythmie 1236  
Autosomen 328  
Autotrophe Organismen 242  
Auxin 1102

# Inhaltsverzeichnis

Avery, Mary Ellen 1256  
Avery, Oswald 407  
Aves 965  
Avogadro-Zahl 68  
Axolotl 1230  
Axon 1401  
Axonhügel 1401  
Axopodien 786  
Azidothymidin 518

## B

Bacilli 738  
Bacillus anthracis 740, 753, 762  
Bäckerhefe 289, 556, 731, 871  
Bacteria 133, 754  
Bacteroides thetaiotaomicron 761  
Bakterien  
    Evolution 610  
    Kommunikation 273  
    Photosynthese 254  
    Stickstoffkreislauf 1060  
Bakterienchromosom 469  
Bakteriophage T2 408  
Bakteriophage T4 508  
Bakteriophagen 407, 509, 745  
Bakteroid 1061  
balancierter Polymorphismus 642  
Balken 1431  
Balkendiagramm 230  
    Interpretation 998  
Ballaststoffe 1215  
Banane 396  
Bärlapp 818  
Bärlappgewächse 808  
Barrieremethoden 1357  
Barriereriff 1543  
Barr-Körperchen 386  
Barten 1205  
basale Angiospermen 841  
Basalganglien 1431  
Base 70  
Basenpaarsubstitution 460  
Basenpaarung 414, 422

# Inhaltsverzeichnis

in der DNA 413

Basenpaarungsregel 414

Basentriplets 439

Basidiocarpien 866

Basidiomyceten 865

    Entwicklungszyklus 866

Basidiosporen 867

Bauchstacheln 699

Baumbärlappe 820

Baumstamm

    Aufbau 1011

Bauplan 884

Bdellovibrionen 752

Becherlinge 863

Bedecktsamer 809, 828, 835

    Evolution 839

    Stammesgeschichte 840

Befruchtung 302, 341, 1367

    doppelte 837

Befruchtungshülle 1368

Belastungsgrenze 1645

Belding-Ziesel 1161, 1560

Belegzellen 1210

Belemniten 915

Belohnungssystem 1440

Benthal 1535, 1543

Benthos 1535

Bertness, Mark 1606

Besamung 1367

Bestandsklima 1529

Bestäubung 828

Beta-Carotin 1202

Beutewahl 1508

Bevölkerungs-Null- wachstum 1569, 1581

Bewässerung 1052

Bewegungsproteine, MPs 1045

Bewusstsein 1436

b-Globin 579

b-Globin-Gen 446, 459

Bicarbonat 1209, 1212

Bicoid 491

Bienen 1205

Big-Bang-Fortpflanzung 1565



# Inhaltsverzeichnis

- Bilateria 889
- Bindigkeit 50
- Bindung des Ribosoms 482
- Bindungen
  - schwache, nichtkovalente 52
- Bindungsenergie 193
- Binominale Nomenklatur 711
- Biodiversität 1659
- Bioenergetik 1157
- Biofilm 749, 757
- biogene Amine 1413, 1414
- biogeochemische Kreisläufe 1638
- Biogeografie 617, 1523
- Bioinformatik 566, 568
- Biokraftstoff 1090
- Biological Dynamics of Forest Fragments Project 1671
- biologische Sanierung 763
- biologische Uhr 1429
- biologisches Artkonzept 650
- Biomasse 1090, 1603, 1631
- Biomassepyramide 1636
- Biome 1534, 1544
- Biophilie 1661, 1682
- Biorhythmus 1189
- Biosynthesen 235
- Biotechnologie 527, 528, 553, 1089
  - Insulinproduktion 553
  - transgene Nutztiere 554
  - Wachstumshormon 553
- Biozönose 1590
- bipolare affektive Störungen 1440
- Bipolarzellen 1467
- birgt 1202
- bisexuelle Fortpflanzung 1335
- Bisphenol A 1189
- Bisysteme 760
- Bivalvia 914
- Blastocoel 1371
- Blastocyste 548, 1353, 1378
- Blastomeren 1371
- Blastoporus 888
- Blastula 548, 877

# Inhaltsverzeichnis

Blattanatomie 1008  
Blätter 817, 997  
Blattfall 1111  
Blattflächenindex 1026  
Blattgrün 243  
Blattnervatur 997  
Blattprimordien 1006  
Blattschneiderameisen 868  
Blattspreite 997  
Blattspur 1008  
Blattstiel 997  
Blaulich-Photorezeptoren 1114  
Blinddarm 1215  
Blühen 1080  
Blühinduktion 1118  
Blumenhartriegel 1522  
Blutdruck 1239  
    und Schwerkraft 1241  
Blüte 835  
Blütenboden 1071  
Blütenstand 1071  
Blutfluss 1239  
Blutgefäße  
    Bau und Funktion 1238  
Blutgerinnung 1246  
Blutglucosespiegel 1220  
Blutgruppen 1291  
Blut-Hirn-Schranke 1423  
Blutplättchen 1245  
Blutzellen  
    Differenzierung 1247  
    rote 1213  
Boden 1528  
Bodenart 1050  
Bodenerosion 1053  
Bodenhorizonte 1050  
Boden-pH-Wert 1053  
Bodensenkungen 1052  
Bodenverdichtung 1054  
Bohnen 836  
Bohr-Effekt 1261  
Boletus edulis 853

# Inhaltsverzeichnis

Bonasa umbellus 1671  
Booms, Travis 1619  
Borke 1012  
Bormann, Herbert 1643  
Borrelia burgdorferi 753, 761  
Borreliose 753, 761  
bösartiger Tumor 316  
Boten-RNA 438  
Botenstoffe  
    sekundäre 282  
Botulismus 753, 761, 1414  
Bovine Spongiforme Enzephalopathie 522  
Bowden, Richard 813  
Bowman-Kapsel 1316  
b-Oxidation 234  
Brachiopoda 910, 911  
Brachsenkrautgewächse 818  
Brachycentrus americanus 1576  
Brandpilze 865  
Brassica napus 559  
Brassinosteroide 1112  
Braunalgen 780  
Braune Nachtbaumnatter 1663  
braunes Fettgewebe 1155  
Braunkopf-Kuhstärling 1671  
Brawn, Jeffrey 1666  
Breitmaulnashorn 1572  
Broca-Areal 1434  
Bronchien 1255  
Bronchiolen 1255  
Brown'schen Molekular- bewegung 171  
Bruchwälder 1539  
Brücke 1427  
Brundtland, G. H. 1661  
Brustdrüse 1343  
Brüten 724  
Brutkörper 811  
Bruttoprimärproduktion 1631  
Bruttoreproduktionsrate 1564  
Bryophyten  
    Gametophyten 810  
    Höhe 810

# Inhaltsverzeichnis

Bryophyten siehe Moospflanzen

Bryophytina 809

Bryozoa 910

BSE 522

Bt-Mais 1089

Buche

Amerikanische 1533

Buchlungen 923

Bulbourethraldrüsen 1344

Bündelscheide 1008

Bündelscheidenzellen 260

Burkholderia glathei 760

Bursa Fabricii 1277

Bürstensaum 1213

Büschelwurzelsystem 995

B-Zellen

Aktivierung 1286

B-Zell-Rezeptor 1278

## C

C3-Pflanzen 259

C4-Pflanzen 260

Blattaufbau 261

Cadherin-Anheftungsproteine 880

Caecum 1215

Caenorhabditis elegans 292, 573, 1385

Calcitonin 1185

Calcium 1184, 1200

Calciumionen 284

Calico-Katze

klonierte 548

Calvin-Zyklus 246, 257, 258

CAM 263

Cambium 1002, 1010

cAMP 283, 1174

CAM-Pflanzen 263

Campylobacter 752

Canidae 713

CAP 472, 473

Capsid 508

Capsomer 508, 510

carnivore Pflanzen 1064

Carnivoren 1196

# Inhaltsverzeichnis

Carotinoide 249, 250, 779, 783  
Carrier 170  
Carrierproteine 174  
Carson, Rachel 1523, 1648  
Carter, Jay 1670  
Caspary-Streifen 1034  
Caspase 292  
Catharanthus roseus 1661  
Caulerpa 789  
Cauloid 780  
CD4 1285  
CD8 1286  
cDNA 540  
Cellulose 99, 739, 802, 1218  
Centriolen 303  
Centriolenpaar 151  
Centromer 301, 577  
Centrosom 151, 303  
Cephalisation 885  
Cephalopoden 914  
Ceratotherium simum 1572  
Cerebellum siehe Kleinhirn  
Cerebrospinalflüssigkeit 1422  
Cervix 1343  
Cestoda 909  
Chagas-Krankheit 777  
Chaparral 1550  
Chaperon 113, 456  
Chara 802  
Charophyceae 788  
Chase, Martha 408  
Chelicerata 923  
Chemiosmose  
    Chloroplasten 255  
    Mitochondrien 255  
    Vergleich 255  
Chemiosmose und Atmungskette 227  
chemiosmotische Kopplung 224  
chemische Bindung 49  
chemische Energie 187  
chemische Mutagene 461  
chemische Reaktionen 55

# Inhaltsverzeichnis

chemische Synapsen 1410  
chemisches Gleichgewicht 56  
chemoautotrophe Organismen 748  
chemoheterotrophe Organismen 748  
Chemokine 1274  
Chemorezeptoren 1451  
Chemotaxis 758  
Chemotherapeutika 317  
Chemotherapie 425  
Chiasma 333, 340  
Chiasma opticum 1468  
China  
    Geburtenrate 1581  
Chi-Quadrat-Test 393  
Chiralitätszentrum 86  
Chitin 100, 739, 1271, 1478  
Chlamydia trachomatis 753  
Chlamydomonas nivalis 788  
Chlorarachniophyten 771  
Chloridzellen 1306  
Chlorobium 754  
Chloroflexus 748, 754  
Chlorophyll 243, 248, 787, 802, 1631  
    Anregung 250  
Chlorophyll a 249  
Chlorophyll b 249  
Chlorophyten 788, 789  
Chloroplasten 146, 148, 243, 771  
    Anzahl 243  
Chlorophyllmoleküle  
    Aufbau 250  
Choanocyten 900  
Choanoflagellata 794, 858, 879  
Cholera 752, 761  
Cholesterin 1187  
Cholesterol 103, 166, 1173  
Chondrichthyes 949  
Chorda dorsalis 940, 1379  
Chordata 889, 932, 938  
Chordatenevolution 942  
Chorioidea 1464  
Choriongonadotropin 1291

# Inhaltsverzeichnis

- Chromatidentrennung 336
- Chromatin 138, 301, 426
- Chromatinfasern 301
- Chromatinstruktur 474
- Chromatinumbau 484
- Chromoplasten 148
- Chromosom 425
  - Aufbau 327
- chromosomale Geschlechts- bestimmung 384, 385
- chromosomale Konstitution 328
- chromosomale Translokationen 398
- chromosomale Umlagerungen 580
- Chromosomen 133, 138, 301, 326, 380, 742
  - und Zellteilung 302
- Chromosomenpaar 333
- Chromosomensätze 328
  - Mensch 330
- Chromosomenstruktur 396
- Chromosomentheorie der Vererbung 380
- Chromosomen-Ungleichgewicht 395
- Chromosomenveränderungen 627
- chronische myeloische Leukämie 398
- Chrysaora quinquecirrha 1603
- Chthamalus stellatus 1592
- Chylomikronen 1214
- Chymotrypsin 1212
- Chytridien 858
- Chytridiomycota 861
- Ciliarkörper 1464
- Ciliaten 783, 785
- Cilien 151, 783, 1393
- circadiane Rhythmik 1040, 1116, 1149, 1429, 1430, 1491
- Cis/trans-Isomere 86
- Citratzyklus 217, 219, 220, 221
- Citronensäure 221
- Citronensäurezyklus 220
- Claviceps purpurea 870
- Clitoris 1343
- clock-Mutanten 1117
- Clostridium 748
- Clostridium botulinum 748, 753, 762
- CML

# Inhaltsverzeichnis

chronische myeloische Leukämie 553  
Cnidaria 901  
Cnidocyten 902  
CO<sub>2</sub> 1650  
CO<sub>2</sub>-Konzentration 261, 262  
Codons 440  
Coelom 885  
Coelomaten 886  
Coelombildung 887  
Coenzym 203  
Coenzym Q 224  
Cofaktor 203  
Coitus 1345  
Coleochaete 802  
Collagen 585  
Colon 1215  
colorektales Karzinom 495  
Connell, Joseph 1592  
Conodonta 946  
Cooper, Vaughn 744  
Copepoda 925  
Copeyon, Carole 1670  
Co-Repressor 470  
Cornea 1464  
Cornus florida 1522  
Coronaviren 513  
Corpora allata 1179  
Corpus geniculatum laterale 1469  
Cortex 154, 1432  
corticale Mikrofilamente 154  
Corticalgranula 1368  
Corticalreaktion 1368  
Corticosteroide 1186  
Corynebacterium diphtheriae 753  
Costa Rica 1674, 1682  
Craniota 943  
Crassulaceae 263  
Crenarchaeota 755, 757, 759  
Creutzfeld/Jacob-Krankheit 522  
Crick, Francis 406  
Crinoidea 931  
CRISPR/Cas9-System 557



# Inhaltsverzeichnis

Cristae 147  
critical load 1645  
Crocodylia 964  
Cross-fostering-Studien 1493  
Crossing-over 333, 340, 388, 391  
crosslinking 480  
Croton dioicus 401  
Crustacea 925  
Cryphonectria parasitica 870  
Cryptochrome 1114  
Cuticula 831, 919, 999, 1478  
    Pflanzen 806  
Cuvier, Georges 602  
Cyanobacteria 753  
Cyanobakterien 748, 751, 771, 802, 863, 869  
Cycadeen 828  
Cycas revoluta 832  
Cyclin/Cdk-Komplex 313  
cyclinabhängige Kinasen 312  
Cycline 312  
Cyclosporin 872  
Cyclostomata 944  
Cytochalasin B 320  
Cytochrom b6/f 253  
Cytochrom c 292, 726, 727  
Cytochrome 224, 1200  
cytogenetische Karten 392  
Cytokine 1276  
Cytokinese 302, 305, 307, 308, 793  
Cytokinine 1106  
Cytoplasma 133, 286  
cytoplasmatische Determinanten 486  
cytoplasmatischer Strom 154  
Cytoskelett 149, 776, 1382  
Cytosol 133

## D

Dalton 42  
Darmzotten 1213  
Darwin, Charles 17, 600, 604, 624, 1075, 1568  
Darwinfinken 21  
Darwinismus 17  
Datierung 679

# Inhaltsverzeichnis

db-Gen 1224  
DDT 1647  
Decapoda 925  
De-Etiolierung 1099  
De-Etiolierungsproteine 1101  
Defensin 1272  
Degranulation 1293  
Deinococcus radiodurans 738  
Deletion 396, 461  
Demografie 1562  
demografischer Übergang 1581  
Denaturierung 112  
Dendriten 1401  
dendritische Zellen 1274  
Dendrochronologie 1011  
Denitrifikation 1641  
Depolarisation 1405  
Depression 1440  
Derivat 1002  
Dermatophyten 871  
Desmosom 157  
Desoxyribonucleinsäure 114, 326  
Desoxyribose 411  
Desoxyribosestereste 440  
Destruenten 759, 1629, 1642  
Deszendenztheorie 600  
Determination 487, 488  
determinierte Furchung 887  
Detritus 1535  
Deuteromyceten 857  
deuterostome Entwicklung 886  
Deuterostomia 889, 930  
Diabetes 1221, 1294  
Diacylglycerin 285  
Diaphragma 1258  
Diapsida 962  
Diastereomere 99  
Diastole 1235  
diastolischer Druck 1240  
Diatomeen 778  
Dickblattgewächse 263  
Dickdarm 1215

# Inhaltsverzeichnis

Dickdarmkrebs 495, 497  
dicke Filamente 1470  
Dickie, Margaret 1223  
Dictyostelium discoideum 793  
Didesoxyribonucleotid 530  
Diethylstilbestrol 1189  
differenzielle Genexpression 473  
Differenzierung 488  
Differenzierungszone 1004  
Diffusion 171  
dihybrid 353  
Dihydrofolatreduktase 791  
Dijkstra, Cor 1567  
dikaryontisch 856  
Dikotyledonen 841  
dimiktischer See 1537  
Dinoflagellaten 783, 794, 795  
    Blüte 783  
Dinosauria 962  
diözisch 1085  
Diphtherie 753  
diploide Zellen 329  
diploider Satz 329  
Diploidie 396  
Diplomonaden 776  
    Flagellen 776  
Dipnoi 953  
Dipol 51, 62  
Direktsaat 1053  
Disaccharid 96  
Dispersion 1558, 1559  
Dispersionsdynamik 1559  
Dispersionsmedium 68  
disruptive Selektion 638  
Dissipation 188  
Disulfidbrücken 456, 1278  
Diversitätsindex 1600  
DNA 326, 406  
    Basen 717  
    Replikation 416  
DNA-Deletionsversuche 479  
DNA-Ligase 421, 423, 534

# Inhaltsverzeichnis

DNA-Methylasen 474  
DNA-Methylierung 474  
DNA-Microarray 541, 543  
DNA-Polymerase 418, 419, 1661  
DNA-Polymerase I 418, 421  
DNA-Polymerase III 418, 420, 421  
DNA-Reparaturenzyme 422  
DNA-Replikation 414, 415, 742  
    rolling circle 746  
DNA-Sequenzen 715, 722  
DNA-Strang 419  
DNA-Struktur 116  
DNA-Viren 507  
Domäne 447, 711, 730  
dominante Arten 1604  
dominanter Merkmalszustand 348  
Dominanz  
    Abstufung 358  
Dopamin 1414, 1440, 1441, 1442  
Doppelbindungen 84  
Doppelhelix 116, 412, 419  
doppelte Befruchtung 1073  
doppelter Kreislauf 1233  
Doppler, Christian 346  
Dormanz 1002, 1078  
dorsale Urmundlippe 1375, 1390  
dorsales Neuralrohr 940  
dorsoventrale Achse 489  
Down-Syndrom 395, 397  
d-Phagen 511  
Drehkiefer 1610  
Dreifachreaktion 1110  
Drosomycin 1272  
Drosophila 489, 490, 721, 728, 864  
Drosophila melanogaster 382, 573  
    Chromosomenzahl 329  
Druckpotenzial 1031  
Druckstrom 1043  
Dryas octopetala 1611  
Duchenne'sche Muskel- dystrophie 385  
Ductus ejaculatorius 1343  
Düngung 1053

# Inhaltsverzeichnis

Dunkelreaktionen 246  
Dünndarm 1212  
dünne Filamente 1470  
Dunsten, William 1633  
Duodenum siehe Zwölffingerdarm  
Duplikation 396, 577  
Dürrestress 1122  
dynamische Stabilität 1603  
Dynein 152  
Dynobrion 779  
Dystrophin 386

## E

E. coli 743, 752, 762, 1215, 1559  
Eastern Glass Lizard 710  
Ebolavirus 518  
Ecdysis 890  
Ecdyson 1179  
Ecdysozoa 890, 919  
Echinodermata 930  
Echinoidea 932  
echte Grippe 519  
Ectoprocta 910  
Ectothiorhodospira mobilis 742  
Edelreis 1087  
Ediacara-Fauna 685, 880  
Edward O. Wilson 1615  
effektive Populationsgröße 1667  
Effektor 205  
Effektor-getriggerte Immunität 1126  
Effektorzellen 1282  
Eichen 795  
Eierstock 1342  
Eileiter 1342  
eineiiige Zwillinge 327  
Einfachbindung 50  
einfacher Kreislauf 1233  
Einfaktor-Kreuzung 353, 355  
eingeschleppte Arten 1604  
Eingeweidesack 911  
einjährige Pflanzen 1003  
einkeimblättrige Pflanzen 841  
Einwanderung 1558

# Inhaltsverzeichnis

Einzelfrucht 1081  
Einzellinsenaugen 1463  
Einzelnucleotid- polymorphismus 544, 590  
einzelstrangbindende Proteine 418, 421  
Einzelstrang-RNA-Genom 514  
Einzelstrangüberhang 534  
Eis 65  
Eiszeit 1533  
Eiter 1276  
Eizelle 826, 1334  
Ejakulation 1343  
Ektoderm 885, 1374  
Ektomykorrhiza 854, 1063  
Ektoparasiten 1596  
ektotherm 962  
Ektothermie 1150  
Elche 1578  
Elchhornkoralle 1617  
Elefanten 1664  
Elefantiasis 1244  
elektrische Synapsen 1410  
elektrochemisches Membranpotenzial 178, 225  
elektrogene Pumpe 178  
Elektrokardiogramm 1237  
elektromagnetische Rezeptoren 1451  
elektromagnetisches Spektrum 247  
Elektron 42, 44  
Elektronegativität 51  
Elektronenakzeptor 213, 748  
Elektronendonator 213  
Elektronenmikroskop 129  
Elektronenschalen 46  
Elektronentransportkette 215, 216, 223, 748  
Elektroporation 537  
Element  
    chemisches 40  
Elfenbein 1664  
Elongationsfaktoren 454  
Elongationsphase 454  
Elongationszyklus 455  
elterliche Fürsorge 1339, 1503  
Embryo 1075

# Inhaltsverzeichnis

Entwicklung 1077

Embryonalentwicklung 292, 485

Embryophyten 803

Embryosack 837, 1073

emergente Eigenschaften 4

Emergenz 169

Emigration 1560

Emotionen 1435

Empfängnis 1353

Empfängnisverhütung 1356

Enantiomere 86

Encephalitis 518

Enddarm 1215

endemisch 617

endergon 192

endergone Reaktion 193

Endocytose 180, 509

Endodermis 1005, 1033

endokrine Disruptoren 1189

endokrine Signalübertragung 274

endokrines System 1146, 1170

Endomembransystem 140

Endometriose 1352

Endometrium 1343

Endomykorrhiza 854, 1064

Endoparasiten 1596

Endophyten 867

endoplasmatisches Reticulum 140, 771

Endorphine 1414

Endosomen 140

Endosperm 837, 1073

Entwicklung 1077

Endosporen 740, 762

Endosymbiontentheorie 146, 684

Endosymbiose 752, 771

Endothel 1238

endothelialer Faktor 1240

Endothelin 1240, 1241

endothem 962

Endothermie 1150

Endotoxin 761, 762

Endprodukthemmung 468, 469

# Inhaltsverzeichnis

energetische Kopplung 194  
Energie 44, 1627  
Energiebedarf 1157  
Energiehypothese 1603  
Enhancer 476, 477  
Entamoeben 792  
Entamoeba histolytica 794  
enterales Nervensystem 1424  
Enterobacteriaceae 752  
Enthalpie 190  
entkoppelndes Protein 229  
Entoderm 885, 1374  
Entropie 189  
Entwicklungsgene 697  
Entwicklungszyklus 328  
Entzündungshemmer 1187  
Entzündungsreaktion 1276  
Enzym 197  
enzymatische Katalyse 195  
Enzyme  
    induzierbare und reprimierbare 471  
Eosinophile 1274  
Ephedra 832  
Epidemiologie 1203  
epidermale Apikalleiste 1391  
Epidermis 999, 1151  
Epigenetik  
    und Klonierung 548  
epigenetische Phänomene 400  
epigenetische Vererbung 475  
Epiglottis siehe Kehldeckel  
Epikotyl 1078  
Epilimnion 1538  
Epinephrin siehe Adrenalin  
Epiphyse 1189, 1429  
Epiphyten 819, 1064  
Epistasie 360  
Epithalamus 1429  
Epitop 1278  
Epstein/Barr-Virus 499  
Equilibrium-Modell 1616  
Equisetum 820



# Inhaltsverzeichnis

- Erbkoordination 1489
- Erbkrankheiten 551
  - dominante 367
  - rezessive 365
- Erbse 347
  - Kreuzung 348
- Erbsubstanz 406, 409
- Erdbevölkerung 1580
- Ergotismus 870
- Ergrünung 1099
- Ergrünungsproteine 1101
- Ericksson, Peter 1442
- erleichterte Diffusion 174
- Ernährung 1196
- Ernährungsweise 876
- Errantia 916
- erregende (exzitatorische) postsynaptische Potenziale (EPSPs) 1411
- erste meiotische Teilung 336
- Erster Hauptsatz der Thermodynamik 1627
- Erythrocyten 1245, 1291
- Erythromycin 742
- Erythropoese 1247
- Erythropoietin 1247
- Escherichia coli 532, 743, 752, 872
  - Chromosom 308
  - siehe auch E. coli
- Eschrichtius robustus 1520
- essenzielle Elemente 41
- Ester 101
- Estrada-Peña, Agustin 1672
- ES-Zellen 548, 549
- Ethanol 1577
- Ethologie 1488
- Ethylen 274, 1110
- Etiolierung 1098
- Euchromatin 428
- Eudorylaimus antarcticus 1607
- Euglena 243, 777
- Eugleniden 777
- Euglenozoa 777
- Euglenozoen 776
- Eukarya 16, 730

# Inhaltsverzeichnis

Eukaryonten 133, 684, 730  
eukaryontische Chromo- somen 301, 426  
eukaryontische Zellteilung 301  
eukaryontischer Promotor 444  
eukaryontisches Gen 475, 476  
Eulitoral 1535, 1541  
Eumetazoa 889  
Euphorbiaceae 1546  
euphotische Zone 1535  
Europäischer Star 1663  
Euryarchaeota 755, 757  
euryhaline Tiere 1305  
Eurypterida 923  
Eutrophierung 1634, 1646  
Evapotranspiration 1614  
    reale 1634  
Evertebraten 896  
EvoDevo-Biologie 884  
Evo-Devo-Forschung 696  
Evolution 2, 118, 565, 600, 710  
    konvergente 615, 716, 817, 1546  
Evolution des genetischen Codes 441  
Evolution von Genen 583  
Evolution von Viren 516  
Evolutionäre Neuerungen 700  
Exaptation 701, 741  
Excavata 776  
exergon 192  
Exizisionsreparatur 423  
Exkretion 1304, 1313  
Exocytose 179, 1174  
Exodermis 999  
exokrine Drüsen 1177  
Exonduplikation 584  
Exons 446, 448, 573  
Exon-shuffling 585  
Exontausch 447  
Exoskelett 910, 1478  
Exotoxin 761  
Expansine 1105  
Export-Stelle 451  
Expressionsrate 476

# Inhaltsverzeichnis

## Expressionssysteme

bakterielle 537

eukaryontische 537

Hefen 537

Expressionsvektor 537

extranucleäre Gene 400

extrazelluläre Matrix 156, 315, 877, 900

Extrem-Halophile 755

Extremophile 755

Exzision 423

Exzisionsreparatur 423

## F

F1-Generation 347

F2-Generation 348

Facettenaugen 1463

Fächerblattbaum 832

FACTS-I-Experiment 1649

FAD 221, 1198

Fadenwurm 292

FADH<sub>2</sub> 222

Fagus grandifolia 1533

fakultative Anaerobier 233, 748

Faltungshelferproteine 112, 456

Familie 711

Familienplanung 1356

Fang-Wiederafang-Methode 1559

Farbenblindheit 385

Farne 808, 818

Fäzes 1215

FCKWs 1651

Fehlernährung 1202

Fehlpaarungsreparatur 422

Fekunditätstafel 1564

Feldmäuse 1578

Felsenpython 1205

fenestrierte Kapillare 1238, 1242

Fermentation 212, 231, 748

Formen 231

Ferredoxin 253, 254

Ferrel-Zelle 1531

festgelegtes Reaktionsmuster 1489

Festland

# Inhaltsverzeichnis

- Besiedelung 686
- Fetalentwicklung
  - beim Menschen 1355
- Fette 101
- Fettsäure 101
  - essenzielle 1198
  - gesättigte und ungesättigte 101
  - ungesättigte 1198
- Fettsucht
  - Evolution 1224
- Fettzellen 1222
- Feuchtwiese 1539
- F-Faktor 746
- Fibrin 1247
- Fibronectin 156
- Fichten 712, 831
- Fieber 1156, 1276
- Fierer, Noah 1601
- Filialgeneration siehe F1-Generation
- Filovirus 513, 518
- Filtration 1312
- Filtrierer 1205
- Fimbrien 740
- Fischsterben 795
- Fitness 1510
- Flagellatenpilze 861
- Flagellen 151, 741
  - peritriche Anordnung 741
  - polare Anordnung 741
  - Stramenopilen 778
- Flagellum
  - Filament 741
  - Haken 741
  - Motor 741
- Flavinadenindinucleotid 221
- Flavinmononucleotid 223
- Flaviviren 513
- Flechten 869
- Fleischfresser 1196
- Fletcher, W. J. 1527
- Fließgleichgewicht 56
- florale Meristem-Identitätsgene 1018
- Florigen 1119

# Inhaltsverzeichnis

Fluchtreflex 272  
Flughunde 1660  
Fluidität 165  
Fluorchlorkohlenwasserstoffe 1651  
Fluss der genetischen Information 439  
Flussauen 1539  
Flussblindheit 1618  
Flüssig-Mosaik-Modell 164  
FMN 223  
Folgestrang 419, 420  
Follikel 1342  
Follikelphase 1350  
follikelstimulierendes Hormon 1182  
Follikelzellen 489  
Folsäure 1203  
forager-Gen 1500  
Foraminiferen 786  
Formiat 40  
Fortpflanzung 1334  
Fortpflanzungsmuster 1336  
Fortpflanzungstechniken 1359  
Fortpflanzungszyklen 1336  
Fossilbelege 616  
Fossilien 602, 678  
Fovea 1465  
FOXP2 588  
F-Plasmid 746  
Fragmentation 1083  
Fragmentierung von Lebens- räumen 1671  
Fraser, Claire 755  
Frederik E. Clements 1609  
freie Enthalpie 190  
Freisetzungsfaktor 454  
Fremdbestäubung 837  
frequenzabhängige Selektion 642  
Frucht 836, 1080  
Fruchtblatt 835, 1071  
Fruchtknoten 830, 836, 1071  
Fruchtreife 1112  
Fruchtstand 1081  
Fruchtwachstum 1108  
Fruchtwasseruntersuchung 369

# Inhaltsverzeichnis

Fruchtwechsel 1062  
fru-Gen 1507  
führende Strang 419  
funktionelle Bildgebung 1430  
funktionelle Domänen 447  
funktionelle Gruppen 87  
Furchung 308, 877, 886, 1353, 1371  
    holoblastische 1372  
    meroblastische 1372  
Furchungsteilungen 1371  
Fus3-Proteinkinase 289  
Fusarium circinatum 870  
Fusion 664  
Fußabdruck  
    ökologischer 1584  
Fußpilz 871  
Fynbos 1550

## G

G0-Phase 313  
G1-Kontrollpunkt 313  
G1-Phase 303, 311  
G2-Kontrollpunkt 313  
G2-Phase 303, 312  
Gabelblattgewächse 818, 819  
Gabelböcke 1264  
Gage, Fred 1442  
Galapagos-Finken 605, 1593  
Galapagos-Inseln 21  
Galle 1213  
Gallenblase 1208, 1213  
Gametangien 803, 811  
Gameten 329, 788  
    Chromosomenzahl 301  
Gametenfusion 341  
Gametenproduktion 1339  
Gametogenese 350, 1345  
Gametophyt 331, 780, 803, 810, 811, 814  
    reduzierter 826  
Gamma-Aminobuttersäure (GABA) 1414  
Ganglien 1400  
Ganglienzellen 1467  
Gänsehaut 1152

# Inhaltsverzeichnis

Gap Junction 157  
Garigue 1550  
Gartenerbse 382  
Gärung 212, 231, 232, 748  
Gasaustausch 1250  
Gase 1413, 1415  
Gastralraum 1206  
Gastrin 1176  
Gastrodermis 1206  
Gastropoda 912  
Gastrovaskularraum 901, 1206  
Gastrovaskularsysteme 1230  
Gastrula 877, 1374  
Gastrulation 877, 1374  
Gattung siehe Phylogenie  
Gause, G. F. 1591  
Gebirge 1532  
Gebiss 1216  
Geburtenrate 1558, 1568, 1575, 1581  
Geburtsprozess 1356  
Gedächtniszellen 1282  
Gefäßgewebe 814  
    Moose 810  
Gefäßpflanzen 808, 811, 814  
    samenlose 808, 818  
Gegenstromaustausch 1253  
Gegenstromaustauscher 1152  
Gegenstrom-Multiplikations- system 1321  
Gegenstrom-Wärmeaustauscher 1152  
Gehirn 1400  
gekoppelte Gene 387  
Gelbkörper 1342  
Gelbsucht 1213  
Gelelektrophorese 534  
Gell, Fiona 1675  
gemeinsame abgeleitete Merkmale 720  
gemeinsame ursprüngliche Merkmale 720  
Gen 461  
Genaktivierung  
    kombinierte Steuerung 478  
Gen-Annotation 569  
genannt 722

# Inhaltsverzeichnis

- Gendefinition 462
- Gendichte 574
- Genduplikation 581
  - Genverdoppelung 734
- Gene 326, 380, 461, 717
- Generationswechsel 331, 780, 788, 789, 803
- generative Zelle 837
- Genet 1561
- Genetik 326
- genetische Drift 633
- genetische Marker 544
- genetische Profile 555
- genetische Untersuchungen 369
- genetische Variabilität
  - von Populationen 341
- genetischer Code 439
- genetischer Fingerabdruck 554
- genetischer Flaschenhals 634
- genetisches Profil 552
- Genexpression 114, 286, 434, 437, 467, 1016, 1366
  - Analyse der 539
  - Analyse durch RNA-Sequenzierung 541
  - Analyse von Gengruppen 540
  - bei der Augenentwicklung 538
  - bei Eukaryonten 480
  - Regulation durch RNA-Interferenz 544
  - Steuerung 473
- Genfamilien 726
- Genfluss 636
- Genfunktionsanalyse 543
- Genkartierung 391
- Genklonierung 532
- Genkopplung 387
- Genlisea 1050
- Genom 301, 565, 572, 725
  - des Menschen 575
  - Eukaryonten 301
  - Evolution 727
  - Prokaryonten 301
  - von Eukaryonten 473
- Genomanalyse 568, 854
- Genomgröße 573, 574
- Genomik 117, 566



# Inhaltsverzeichnis

- genomische Prägung 399, 400, 475
- Genomkartierung 567
- Genomsequenzen 586
- Genomsequenzierung 566
- Genomvergleiche 586
- Genort 327, 461
- Genotyp 352, 362
- Genpool 628
- Gen-Rearrangement 1280
- Gensonden 392
- Gentechnik 538, 551, 1057, 1089
  - bei Pflanzen 556
  - bei Tieren 556
  - gentechnisch veränderter Organismus (GMO) 559
  - in der Landwirtschaft 556
  - medizinische Anwendungen 551
- Gentechnologie 528
- Gentherapie 552
- Genverdoppelung 726
- Genzahl 573
- Geogemma barossii 756
- geologische Zeitskala 682
- Geospiza fortis 1593
- Geospiza fuliginosa 1593
- geradzahlige T-Phagen 509
- Gerfalke 1619
- gerichtete Selektion 638
- Geruchsrezeptorgene 727
- Geruchssinn 1423
- Geruchsstoffe 1459
- Gerüstproteine 288
- Gesamtfitness 1510
- Geschlechterverhältnis 1558
- geschlechtliche Fortpflanzung 327, 331, 1334
- Geschlechtsbestimmung 384
- Geschlechtschromosomen 328, 384
  - des Menschen 384
- Geschlechtsdimorphismus 1502
- geschlechtsgebundenes Gen 384, 385
- Geschlechtshormone 1187, 1188
- Geschlechtsorgane 384
- geschlossene Population 1559
- geschlossenes Kreislaufsystem 1231

# Inhaltsverzeichnis

geschlossenes System 188  
Geschmacksknospen 1459  
Geschmacksstoffe 1459  
Gestagene 1187, 1188  
Gestaltbildung 486  
Gestein 1528  
gesteuerte Ionenkanäle 1405  
Getreidekörner 836  
Gewebe 885, 994  
    Struktur und Funktion 1142  
Gewebeplasminogenaktivator 585  
Gewebesystem 998  
Gewürze 843  
Gezeitenzone 1541  
Giardia 776  
Gibberelline 1108  
Gibbs'sche Energie 190  
Gicht 1312  
Giftschlangen 1216, 1291  
Ginkgo 828  
Ginkgo biloba 832  
Giraffe 212  
Glacier Bay 1611  
Glans clitoridis 1343  
Glanzstreifen 1476  
Glaskörper 1464  
glatte Muskulatur 1476  
glattes ER 141  
Gleason, H. A. 1609  
Gleichgewicht 191  
    chemisches 56  
Gleichgewichtsmodell 1616  
Gleichgewichtspotenzial 1404  
Gleitfilamentmodell 1470  
Gletschervorfeld 1611  
Gliazellen 1402, 1422  
Gliocladium roseum 872  
globale Erwärmung 1648  
globales Klima 1650  
Globingene 579, 581  
Glomeromyceten 862  
Glomerulus 1316

# Inhaltsverzeichnis

Glomus mosseae 863  
Glottis siehe Stimmritze  
Glucagon 1220  
Glucocorticoide 1186  
Glucose 97, 213, 215, 1187, 1220  
    ATP-Ausbeute 218  
Glutamat 1414  
Glycerinaldehyd-3-phosphat 257  
Glycerol 101  
Glycine max 559  
Glykogen 98, 1209, 1220  
Glykogenabbau 287  
Glykogenphosphorylase 275  
Glykolipide 168  
Glykolyse 217, 218, 219  
    und Evolution 233  
Glykoprotein 168  
glykosidische Bindung 96  
Gnathostomata 947  
Gnetum 832  
Goldalgen 779  
Golgi-Apparat 140, 142, 771  
Gonaden 384, 1339  
    Mensch 330  
Gonadotropine 1182, 1189  
Gonadotropin-Releasing- Hormon 1189  
Gonorrhoe 740, 752  
Gonosomen 328, 384  
Goodall 22  
G-Proteine 1176  
Graft-versus-Host-Reaktion 1292  
Gram, Hans Christian 739  
Gram-Färbung 739  
Gram-positive Bakterien 753  
Grana 148, 244  
Granula 1293  
Gräser  
    Früchte 836  
Graslandschaften 1545  
grassy stunt virus 1659  
graue Substanz 1422  
Grauer Star 1652

# Inhaltsverzeichnis

Grauwale 1520  
Gravitropismus 1120  
Griffel 836, 1071  
Griffith, Frederick 406, 407  
Grimmdarm 1215  
Grippe 1295  
Grippeepidemien 519  
Grippeviren 507, 508  
Grizzlybären 1667, 1674  
Großhirn 1426, 1431  
Großhirnhemisphäre 1431  
Großhirnrinde 1427, 1432  
Grubenottern 1593  
grün fluoreszierendes Protein 1272  
Grünalgen 771, 787, 788, 802, 863, 869  
Grünbülbül 1671  
Gründereffekt 634  
Grundgewebesystem 999  
Grundmuster 876  
Grundumsatz 1158  
Grüne Schwefelbakterien 754  
Grüne-Welt-Hypothese 1637  
Guano 1311  
Guanosintriphosphat 452  
    Zitronensäurezyklus 223  
Günther Köhler 1559  
Gustation 1459  
gutartiger Tumor 316  
Guttation 1035  
Gymnamöben 792, 794  
Gymnophiona 957  
Gymnospermen 809, 830  
Gymnospermen siehe Nacktsamer

## H

H1N1-Virus 518  
H5N1-Virus 519  
Habitatselektion 1525  
Habituation 1494  
Hacker, Sally 1606  
Hadley-Zelle 1531  
Haftorgan 780  
Halbwertszeit 679

# Inhaltsverzeichnis

Hallimasch 852  
Halobacteria 755  
Halobacterium 738, 755  
Hämagglutinin 519  
hämatopoetische Stammzellen 548  
Hamilton, William 1510  
Hamilton-Regel 1511  
Hämochromatose 1203  
Hämocyten 1271  
Hämoglobin 367, 1201, 1246, 1261  
Hämolymphe 1231  
Hämolyse 1213  
Hämophilie 386, 1247  
hämorrhagisches Fieber 518  
Händigkeit 1435  
Hanson, Paul 1520  
haploide Phase 331  
haploider Chromosomensatz  
    des Menschen 302  
haploider Satz 329  
Haploidie 396  
Hardy-Weinberg-Gesetz  
    Anwendung 631  
Hardy-Weinberg-Gleichgewicht 629  
    Bedingungen 630  
Harnröhre 1343  
Harnsäure 1311  
Harnstoff 1306, 1311  
Harper, John 1575  
Haupthistokompatibilitäts- komplex 1279  
Hauptsätze 188  
Hauptzellen 1210  
Haustorien 853  
Hautkrebs 1652  
Hautmykosen 871  
Häutung 890, 919  
Hawaii 716  
Hefe 289, 556, 731, 871  
Hefeinfektion 871  
Hefezellen 272  
Heimlich-Manöver 1209  
HeLa-Zellen 316

# Inhaltsverzeichnis

Helicase 417, 421  
Helicobacter pylori 752, 1210  
Heliobacterium 754  
Heliumatom 42  
Helix 411  
Hemeroplanes ornatus 1594  
hemmende (inhibitorische) postsynaptische Potenziale (IPSPs) 1411  
Hemmstoff 203  
Henderson/Hasselbalch-Gleichung 72  
Henle-Schleife 1319  
Hepatitis-B-Viren 517  
Herbivoren 1126, 1196  
Herbivorie 1130, 1590, 1597  
Hermaphrodit  
    Fortpflanzungssystem 1340  
Hermaphroditismus 1337  
Herpes-simplex-Viren 1296  
Herpesviren 513, 514  
Hershey, Alfred 408  
Herz 1231  
    bei Säugetieren 1235  
Herzgeräusche 1236  
Herzinfarkt 1248  
Herz-Kreislauf-Erkrankungen 1247  
Herz-Kreislauf-System 1232  
Herzminutenvolumen 1235  
Herzmuskulatur 1475  
Herzrhythmus 1237  
Herzschlagfrequenz 1235  
Herzschlagvolumen 1235  
Herzzyklus 1235  
Heterochromatin 428  
Heterochronie 696  
Heterocysten 749  
Heterokaryon 856  
heteromorph 781  
Heterosiseffekt 642  
Heterosomen 328  
Heterosporie 826, 827  
heterozygot 351  
Heterozygotenvorteil 642  
Heterozygotiegrad 625

# Inhaltsverzeichnis

Heuschnupfen 1293  
Hexaploidie 396  
Hexapoda 926  
Hfr-Zelle 746  
High-Density-Lipoprotein 1249  
Hinterhirn 1425  
Hippocampus 1437  
Hippokrates 843  
Hirnnerven 1423  
Hirnstamm 1427  
Hirnventrikel 1422  
Hirschgeweihkoralle 1617  
Hirudinea 917  
His-Bündel 1237  
Histamin 1242, 1276  
Histidin 1197  
Histogramm  
    Auswertung 318  
    Erstellung 363  
    Zeichnung und Interpretation 1249  
Histonacetylasen 478  
Histonacetylierung 474, 475  
Hitzeschockproteine 1124  
Hitzestress 1124  
HIV 516, 551, 729, 1298  
Hochdurchsatzverfahren 567  
Hochmoore 1539  
Hoden 384, 1343  
Hodensack 1343  
Hodgkin-Krankheit 1661  
Hodgkin-Lymphom 1295  
Holland, Wade 1576  
Holothuroidea 932  
Holz 843  
Holzpflanze Wachstum 1009  
homeotische Gene 697  
Hominiden 588  
Homininae 977  
Homininenevolution 980  
Homo ergaster 982  
Homo floresiensis 985  
Homo habilis 982

# Inhaltsverzeichnis

Homo neanderthalensis 983  
Homo sapiens 573, 976, 984  
Homogentisinsäure 434  
homologe Chromosomen- paare 328, 339  
homologe Strukturen 613  
Homologen 333  
Homologie 612, 716, 717  
Homöobox 590  
Homöobox-Sequenzen 878  
Homöodomäne 590  
Homöostase 1148, 1304  
homöotische Gene 490, 590  
homöotische Mutation 491  
Homoplasien 717, 718  
homozygot 352  
horizontaler Gentransfer 731, 744, 745  
Horizontalzellen 1467  
Hormon 274, 1101, 1146, 1170, 1222, 1348, 1349  
Hormon-Rezeptor-Komplex 280, 480  
Hornmoose 809  
Hotspots der biologischen Vielfalt 1673  
Hox-Gene 542, 591, 697, 878, 921, 1016  
HTLV-1 499  
humanes Choriongonadotropin 1353  
Humanes Immundefizienz- virus 509, 516  
Humangenomprojekt 566  
Hummel, Katherine 1223  
Humus 1050  
Hunde 713  
Huntington'sche Krankheit 368  
Hutchinson, George E. 1591  
Hutton, James 602  
Hybriden 651  
Hybridisierung 668  
    in situ 539  
    von Nucleinsäuren 539  
Hybridisierungsereignisse 665  
Hybridzone 662  
Hydra 327, 1206, 1230  
Hydrathülle 67  
Hydrokultur 1055  
Hydrolyse 89, 94



# Inhaltsverzeichnis

enzymatische 1204

Hydrophilie 68

Hydrophobie 68

hydroponische Kultur 1055

Hydroskelett 1477

Hydroxidation 69

Hymen 1343

Hypercholesterinämie 180

Hyperpolarisation 1405

hypersensitive Reaktion 1126

Hyperthermophile 756

hyperthermophile Bakterien 755

Hyperthermophilie 755

Hyperthyreose 1183

hyperton 173

Hypertonie 1249

Hypervolumen-Nische 1591

Hyphen 781, 853

Hypokotyl 1078

Hypolimnion 1538

Hypophyse 1180

Hypophysenhinterlappen 1180

Hypophysenvorderlappen 1180

Hypothalamus 1156, 1180, 1429

Hypothese 230

Hypothyreose 1183

angeborene 1183

hypoton 173

I

Ibuprofen 1187

IgE 1293

Ikosaederviren 508

Ileum 1213

Imd 1272

Immigration 1560

Immunantwort

humorale 1284

primäre 1282

sekundäre 1283

zellvermittelte 1284

Immunglobulin 1278

Immunglobulin-Klassen 1289

# Inhaltsverzeichnis

Immunisierung 1290  
immunologisches Gedächtnis 1280  
Immunschwäche 1293, 1295  
Immunsystem 1270  
    Störung 1292  
Impfstoff 517  
Impfung 1290  
Inaktivierung des X-Chromosoms 386, 387  
individuelle Fitness 638, 641  
Individuendichte 1558  
Induktion 470, 487, 1384  
induktive Signale 486  
Induktor 470, 471  
induzierte Passung 200  
Infektionskrankheiten  
    Diagnose mit PCR 551  
Influenza 518, 519  
Influenza A 519  
Influenzaviren 507, 508  
Influenzavirustypen 519  
ingroup siehe Innengruppe  
Inhibin 1349  
Inhibiting-Hormon 1181  
Initialen 1002  
Initiation der Transkription 444, 475  
Initiation der Translation 452, 482  
Innengruppe 721  
innere Befruchtung 1338  
innere Zellmasse 1378  
Inositoltrisphosphat 285  
Insecta 926  
Insekten  
    Fortpflanzungssystem 1340  
Insel-Biogeographie 1615  
Insertion 461  
Insulin 1220  
Integrin 156  
Integument 827, 828  
Integumentsystem 1151  
intelligente Pflanzenzüchtung 1058  
Intercalarmeristem 1006  
Interferone 1275

# Inhaltsverzeichnis

Intermediärfilamente 149, 150, 154  
Internationale Naturschutz-union 1659  
Interneurone 1401  
Internodium 996  
Interphase 303, 304  
intersexuelle Selektion 640  
interspezifische Beziehungen 1590  
interstitielle Flüssigkeit 1141  
intracytoplasmatische Spermieninjektion 1359  
intrasexuelle Selektion 640  
intrazelluläre Rezeptorproteine 279  
Introns 446, 574  
Invagination 1374  
Inversion 396  
In-vitro-Fertilisation 1359  
In-vitro-Klonierung 1087  
Inzucht 366  
Ionen 51  
Ionenbindung 51  
Ionenkanal 174, 1403  
ionenmotorische Kraft 178, 226  
iPS-Zellen 550  
Iris 1463  
Isle Royale 1578  
isoliertes System 188  
Isomere 85  
Isomerie 84  
isomorph 781  
Isopoda 925  
isoton 173  
Isotop 43  
IUCN 1659  
Ivermectin 1618

## J

Jackson, Rob 1601  
Jacob, François 700  
Jaguar 711  
Jahresniederschläge, mittlere 1545  
Jahrestemperatur, mittlere 1545  
Jahreszeiten 1117, 1533  
Jangtse-Flussdelfin 1660  
Janzen, Daniel 1674

# Inhaltsverzeichnis

Jasmonate 1113  
Jejunum 1213  
Jochpilze 861  
Jörg Klingelhöfer 1559  
Jukes, Thomas 728  
Juncus gerardii 1606  
Juvenilhormon 1179  
juxtaglomerulärer Apparat 1326

## K

Kaffee 843  
Kakteen 1546  
Kallus 1087  
Kältestress 1125  
Kalyptra 1004  
kambrische Artenexplosion 685, 881  
Kammerwasser 1464  
Kanalprotein 170, 174  
Kängurus 1525  
Känozoikum 884  
Kapazitation 1370  
Kapillaren 1232  
Kapillarfunktion 1242  
Kapillarnetze 1232  
Karbon 830  
Karenia brevis 783  
Karibik-Manati 1597  
Karoo 1679  
Karpell 1071  
Kartagener Syndrom 1393  
Karteneinheit 391  
Kartoffelmehltau 782  
Kartoffeln 842  
Karyogamie 857  
Karyogramm 328, 329  
Karyokinese 302  
Karyotyp 328  
Kaskade  
    trophische 1607  
Kastanie  
    Amerikanische 1604  
Kastanienkrebs 870  
Kastanienrindenkrebs 1604

# Inhaltsverzeichnis

Katabole Stoffwechselwege 212  
Katabolismus 186, 234  
Kataboliten-Aktivator-Protein 472  
Katarakt 1652  
Katastrophentheorie 602  
Katecholamine 1185  
Kation 51  
Kationenaustausch 1051  
Katzenschrei-Syndrom 398  
Kehldeckel 1209  
Kehlkopf 1209  
Kehllappen-Aschbrust-Honig-fresser 1658  
Keimbläschen 548  
Keimblatt 1376  
Keimblätter 837, 885, 1374  
Keimdrüsen 302  
Keimlingsentwicklung 1079  
Keimruhe 1078  
Keimscheibe 1372  
Keimung 1108  
Keimzellen 329  
Kelchblatt 835, 1071  
Kernäquivalent 742  
Kernäquivalent siehe Nucleoid  
Kernbeißer 19  
Kernladungszahl 43  
Kernlamina 138  
Kernporen 138  
Kernporenkomplex 138  
Kernteilung 302  
Kerntransplantation 546  
Kettenabbruch-Methode 528  
Kettenverlängerung 419  
Kiefer 712, 948  
Kiefern 831  
    Entwicklungszyklus 831  
Kiemendarm 940  
Kiemenspalten 940  
Kiementaschen 940  
Kieselagen siehe Diatomeen  
Kieselerde 779  
Kimura, Motoo 728

# Inhaltsverzeichnis

kinetische Energie 64, 187  
Kinetochor 306  
Kinetoplast 777  
Kinetoplastiden 777  
King, Jack 728  
King, Nicole 880  
Kissimmee River 1678  
Klade 719, 720, 808  
Kladistik 718  
Klapperschlange 1593  
Klasse 711  
Klassifikation 712, 733  
    hierarchische 711  
klassische Konditionierung 1497  
Kleeseide 1098  
Kleinhirn 1429  
Kletten 837  
Klima 1528  
Klimaschwankungen 1529  
Klimawandel 1533  
Klimaxgesellschaft 1609  
Klinefelter-Syndrom 398  
Kloake 950, 1207, 1340  
Klon 327  
klonale Selektion 1282  
klonale Vermehrung 327, 545  
Klonieren 545  
Klonierung 532  
    therapeutische 549  
    Vektor 532  
    von Organismen 545  
    von Pflanzen 545  
    von Tieren 546  
Kniesehnenreflex 1422  
Knochen  
    Ursprung 947  
Knochenmark 1276  
Knochenmarkstransplantation 1292  
Knorpelfische 949  
Knospung 1334  
    Hydra 327  
Knoten 996  
Köcherfliegen 1576

# Inhaltsverzeichnis

Kochsalz 67  
Kochsalzkristall 52  
Kodominanz 358  
Koexistenz 1591  
Kognition 1431, 1497  
kognitive Karte 1496  
Kohäsine 314  
Kohäsion 63  
    von Chromatiden 336  
kohäsives Ende 534  
Kohlendioxidtransport 1263  
Kohlenhydrate 95  
Kohlenstoff 80  
Kohlenstoff-Bindungen 83  
Kohlenstofffixierung 246, 257  
Kohlenstoffgerüst 84  
Kohlenstoffisotop  
    radioaktiver 1639  
Kohlenstoffschenke 779  
Kohlenwasserstoffe 85  
    chlorierte 1647  
Kohler, Steven 1576  
Kohorte 1562  
Kokardenspecht 1669  
Kokken 738  
Kokzidioidomykose 871  
Koleoptile 1079, 1103  
Koleorrhiza 1079  
Kolibris 1205  
Kollagen 156  
kolloid-disperse Phase 68  
Kommensalismus 760, 1590, 1598  
Kommunikation 1491  
kompetitiver Inhibitor 203  
Komplementsystem 1275, 1288  
Komplexaugen 1463  
Kondom 1357  
Konformer 1147  
Konidien 857, 863  
Konidiophoren 863  
Konjugation 745, 785  
Konkurrenz

# Inhaltsverzeichnis

- Ausbeutung 1561
- Contest 1561
- Exploitation 1561
- interspezifische 1561, 1591
- intraspezifische 1561
- Konkurrenzausschluss 1591
- Kontinentaldrift 617, 689
- kontinentales Klima 1529
- kontraktile Vakuole 144, 771
- Kontrast 129
- Kontrollpunkte
  - Zellzyklus 312
- Konturpflügen 1054
- konvergente Ausdehnung 1382
- konvergente Evolution 615, 1139
- Konvergenz 716
- Konzentration 56
- Konzentrationsgefälle 171
- Kooperativität 206
- Kopieren der Partnerwahl 1505
- Kopplungsanalysen
  - genomweite 544
- Kopplungskarte 391, 392
- Koprophagie 1218
- Korallen 795
- Korarchaeota 757
- Korkcambium 1002, 1012
- Korkzellen 1012
- Körperachsen 1387
- Körperbau 1141
- Körperkreislauf 1233
- Körpersymmetrie 885
- Körpertemperatur
  - Veränderung 1151
- Korrekturlesen der DNA 422
- Korrelationen 1085
- Korrelationskoeffizient
  - Berechnung und Interpretation 882
- Korridore 1672
- Kotyledonen 837, 1075
- kovalente Bindung 49
- Kovalenzbindung
  - polare und unpolare 51



# Inhaltsverzeichnis

Kragenhuhn 1671  
Krankheitserreger 1270, 1617  
Kratzer 1596  
Krautfäule 782  
Krebs 493, 1299  
Krebsentstehung 495  
Krebszellen 494  
Krebszyklus 220  
Kreisdiagramm  
    Interpretation 1160  
Kreisläufe  
    biogeochemische 1638  
    chemische 1627  
Kreislaufsystem 1152  
Kriebelmücken 1618  
Krill 925  
Kritische Nachtlänge 1118  
Krokodile 724  
Kronblatt 1071  
Kronblätter 835  
Kronenschicht 1545  
Kropf 1183  
Krummdarm 1213  
K-Selektion 1573  
Kudzu 1663  
Kuhreiher 1525  
Kunst 985  
Kunstdünger 796  
künstliche Hefechromosomen 537  
künstliche Selektion 607  
Kunststoff 762  
Kuru 522  
kurze Tandemwiederholung 577  
Kurztagpflanze 1118  
Kurzzeitgedächtnis 1437  
Kwongan 1550

## L

L1-Retrotransposons 577  
lac-Operon 471  
lac-Repressor 471, 472  
Lactation 1356  
Lageenergie 44

# Inhaltsverzeichnis

Lamarck 19  
Lamarck, Jean-Baptiste 602  
Laminaria 780  
    Entwicklungszyklus 780  
Laminarin 779  
Landmarken 1496  
Landpflanzen 788, 802  
Landschaft 1521, 1671  
Landschaftsökologie 1521  
Landwirtschaft 1645  
Langerhans'sche Inseln 1220  
langsame Fasern 1475  
Langtagpflanzen 1118  
Langzeitgedächtnis 1437  
Langzeitpotenzierung 1438  
Lanzettfischchen 941  
Lärche 833  
Larve 878  
Larynx siehe auch Kehlkopf 1209, 1255  
Larynx  
Latenz 1296  
laterale Hemmung 1468  
Lateralisierung 1435  
Lateralmeristeme 1002  
Laternenfisch 760  
Laubblatt 1007  
Laubmoose 809  
Lebenserwartung 1583  
Lebensgemeinschaft 1521, 1590  
    Stabilität 1608  
Lebensmittelvergiftung 752  
Lebensraumverlust 1662  
Lebenstafel 1562  
    altersspezifische Mortalität 1562  
    Überlebenswahrscheinlichkeit 1562  
Lebenszyklus 328  
Leber 1208, 1213  
Lebermoose 809  
Leerdarm 1213  
Leghämoglobin 581  
Legionärskrankheit 752  
Legionella 752

# Inhaltsverzeichnis

Leguminosen 752  
Lehmboden 1051  
Leibeshöhle 885  
Leitbündel 1007  
Leitgewebe 806  
Leitgewebesystem 999  
Lejeune-Syndrom 398  
Lemaitre, Bruno 1272, 1273  
Lemminge 1578  
Lenski, Richard 744  
Lentizelle 1012  
Leopard 711  
Lepidosauria 962, 963  
Lepidosaurier 962  
Lepra 753  
Leptin 1224  
Lepus americanus 1578  
Lernen 1494  
    assoziatives 1496  
Leseraster 441  
Leukämie 398, 1285, 1292, 1661  
Leukocyten 292, 398, 1246  
Leydig-Zwischenzellen 1343  
Libelle 1154  
Licht 247, 1117  
Lichtatmung 260  
Lichtmikroskop 128  
Lichtreaktionen 246, 247, 256  
Liganden 276  
ligandengesteuerte Ionenkanäle 1411  
Lignin 806, 817  
Likens, Eugene 1643  
limbisches System 1435  
LINE-1 577  
linearer Elektronenfluss 252  
Lipiddoppelschicht 134  
Lipide 100  
    Verdauung 1213  
Lipopolysaccharide 739, 1274  
Lissamphibia 956  
Lithotrophe Organismen 748  
Litoral 1535, 1538

# Inhaltsverzeichnis

Locus 327  
logistisches Modell des Populationswachstums 1570  
lokale Regulatoren 1171  
Lokomotion 1480  
Lophophor 890  
Lophotrochozoa 890, 910  
Lorenz, Konrad 1495  
Lösung 67  
Lösungspotenzial 1031  
Low-Density-Lipoprotein 180, 1249  
Löwe 711  
Löwenzahn 836  
LSD 870  
Luchs 1578  
Luftröhre 1209  
Luftzirkulation 1531  
Lumbricidae 917  
Lungen 1254  
Lungen-Haut-Kreislauf 1233  
Lungenkreislauf 1233  
Lupus erythematodes 1294  
Lutealphase 1350  
luteinisierendes Hormon 1182  
Lycophyten 809  
Lycopodiophytina 818  
Lyell, Charles 602  
Lyme-Krankheit 753, 761  
lymphatisches System 1214  
Lymphe 1214, 1243  
Lymphknoten 1244, 1274  
Lymphocyten 1277  
    Entwicklung 1280  
    Reifung 1281  
Lymphsystem 1243  
Lynx canadensis 1578  
Lysin 1197  
lysogen 512  
lysogener Zyklus 511  
Lysosom 143  
Lysosomen 140, 771  
Lysozym 67, 108, 583, 1209, 1271, 1273  
lytischer Vermehrungszyklus 510

# Inhaltsverzeichnis

## M

- Macchie 1550
- Macropus rufus 1524
- Madagaskar-Immergrün 1661
- Maden 1205
- Magen 1210
- Magengeschwüre 1210
- Magensaft 1210
- Magensaftreflux 1211
- Magersucht 1202
- Magnetresonanztomographie
  - funktionelle 1430
- Magnoliengewächse 844
- Mais 260, 714, 842, 1088, 1197
  - Stammesgeschichte 714
- Makroevolution 650, 674
- Makroklima 1528, 1545
- Makromoleküle 94
- Makronährelemente 1055
- Makronucleus 785
- Makrophagen 144, 1274
- Malaria 784, 794, 795, 1648
  - Impfstoff 784
- maligner Tumor 316
- Malpighi-Gefäße 1314
- Mammakarzinom 316, 499
- Mammalia 713, 968
- Mammutbäume 833
- Manatis 1597
- Mandibeln 924
- Mangatautari 1679
- Mangelernährung 1202
- Mangold, Hilde 1389
- Maniok 842
- Mantelhöhle 911
- Marchantia 812
- Marchantiophytina 809
- Marder 713
- Marianen-Flughund 1660
- Maritimes Klima 1529
- Mark 999
- Marshall, Barry 1210

# Inhaltsverzeichnis

Marsupialia 970  
Maryland Mammoth 1118  
Massenaussterben 691  
Massenerhaltung 1628  
Massenströmung 1032  
Massenwirkungsgesetz 56  
Massenzahl 43  
Mastzellen 1276, 1293  
Materie 40  
Maternale Immuntoleranz 1356  
Matheos, Dina 289  
Matorral 1550  
Matrix 147  
Matrizenstrang 414, 439, 442  
maturiertes mRNA-Molekül 446  
Maulwurf 716  
maximale Wahrscheinlichkeit 724  
Maya 726  
Mechanorezeptoren 1450  
mediterranoide Klima 1532  
Medulla oblongata 1427  
Medusozoa 903  
Meeresansäuerung 73  
Meerespalme 780  
Meeresschutzgebiete 1675  
Meerotter 1605  
Megapascal 1031  
Megaphylle 817  
Megasporangium 827  
Megasporen 827, 1073  
Megasporenmutterzellen 831  
Mehrfachbindungen 84  
Meiose 330, 332, 384, 803  
Meioseprodukte 331  
Meiosestadien 332  
Melanocyten-stimulierendes Hormon 1182, 1190  
Melatonin 1189  
Melitaea cinxia 1579  
Membranangriffskomplex 1288  
Membranen 134, 164  
Membranpotenzial 177, 1402  
Mendel 380

# Inhaltsverzeichnis

Mendel, Gregor 346  
Mendel'sche Regeln 347  
Menopause 1352  
Menstruation 1350  
Menstruationsphase 1352  
Meristem 1002  
Merkmal 347  
Merkmalsträger 365  
Merkmalsverschiebung 1593  
Merkmalszustand 347  
Meselson, Matthew 416  
Mesoderm 885, 1374  
Mesohyl 900  
Mesoklima 1528  
Mesophyll 1007  
Mesophyllgewebe 260  
Mesophyllzellen 243  
Mesozoikum 831, 884  
Metabiose 1590, 1599  
Metabolismus 186  
Metagenomik 567, 751  
Metalimnion 1538  
Metamorphose 878, 927, 1179  
Metanephridien 1314  
Metaphase 305  
Metaphasenplatte 306  
Metapopulationen 1579  
Metarteriolen 1243  
Metastase 317  
Metastasen-Bildung 317  
Metazoen 156  
Methan 214, 749  
Methanogene 756  
Methionin 1197  
methioninspezifische Initiator- tRNAMet 452  
methylierte Cytosinreste 474  
Methylquecksilber 1648  
MHC 1279  
Microarray-Chip 572  
Micrococcus luteus 1272  
Miesmuschel 1605  
Migrationsmuster

# Inhaltsverzeichnis

- Variation 1508
- Mikrobiom 1196, 1217
- Mikroevolution 650
- Mikrofilamente 149, 150, 153
- Mikroklima 1529, 1533
- Mikronährelemente 1055
- Mikronucleus 785
- Mikroorganismen
  - symbiontische 1218
- Mikrophylle 817
- Mikropyle 837
- Mikro-RNAs 483
- Mikrosporangium 827, 1071
- Mikrospore 827, 1073
- Mikrosporenmutterzellen 831
- Mikrosporidien 772
- Mikrotubuli 149, 150, 307, 776, 786
  - und mitotische Spindel 306
- Mikrovilli 134, 1213
- Milchsäuregärung 232
- Miller, Carlos O. 1106
- Miller, Stanley 81, 675
- Milz 1274
- Milzbrand 753, 762
- Mimikry 26, 27, 28, 1594
- Mimiviren 516
- Mineralisation 1642
- Mineralocorticoide 1186, 1187
- Mineralstoffe 1200
- minimale überlebensfähige Populationsgröße 1667
- Minimalmedium 435
- minimum viable population 1667
- Minimumsprinzip 314
- miRNAs 483
- Mississippi-Alligator 1158
- Mitochondrien 146, 147, 752, 771, 776
- Mitochondrien-DNA 1664
- Mitochondrien-DNA siehe mtDNA
- Mitochondriengenom 400
- Mitochondrienmembran 255
- Mitose 302, 793, 803
  - Evolution 310



# Inhaltsverzeichnis

Pflanzenzelle 309  
mitosefördernder Faktor 312  
Mitosephase 303  
Mitosespindel 303  
Mitosomen 776  
Mittelhirn 1425, 1426  
Mittellamelle 155  
mobile genetische Elemente 516, 575  
Modellorganismus 1366  
Molarität 69  
Molekül 49  
Molekularbiologie 725  
molekulare Uhr 727  
    Probleme 728  
Molekülmassen 68  
Molekülstruktur 53  
Mollusca 911  
Mollusken  
    Augenkomplexität 700  
Molmassen 68  
Molothrus ater 1671  
Monera 730  
Monogamie 1502  
monohybrid 353  
monophyletische Gruppe 719, 808  
Monosaccharide 95  
Monosomie 395  
Monotyledonen 841  
Monotremata 970  
Montmorillonit 676  
Moose 826, 828  
Moosfarngewächse 818  
Morcheln 871  
Morgan, Thomas Hunt 382, 383  
Morganucodon 884  
Morone saxatilis 1603  
Morphogen 491  
Morphogenese 486, 1012, 1016  
    Mechanismen 1381  
morphologischer Artbegriff 654  
Motilität 150  
Motoneurone 1401

# Inhaltsverzeichnis

motorische Einheit 1474  
motorische System 1423  
Motorproteine 150  
MPF 312  
M-Phasen-Kontrollpunkt 313, 397  
mRNA 438  
mtDNA 726  
Mucin 1209  
Mukhametov, Lev 1428  
Mukoviszidose 366  
Multienzymkomplexe 207  
Multifaktorielle Krankheiten 368  
Multigenfamilien 578  
Multiple Sklerose 1282, 1294  
Multiplikationsregel 355  
Mundgrube 776  
Mundhöhle 1208  
Muskelzellen 488  
Mustelidae 713  
Musterbildung 489, 1016, 1391  
    bei Drosophila 491  
    in der Blütenentwicklung 1018  
Mutagene 461  
Mutagenese  
    in vitro 544  
Mutanten 382  
Mutantenallele 387  
Mutantenphänotypen 382  
Mutation 327, 382, 626  
Mutterkorn 870  
Mutualismus 760, 1590, 1598  
Mutualisten 852, 867  
Mutualistische Bakterien 761  
MVP 1667  
Mycel 853  
Mycetozoa siehe Schleimpilze  
Mycobacterium tuberculosis 761  
Mycoplasma genitalium 753  
Mycoplasmen 133, 753  
Myelinscheide 1409  
Myoglobin 581  
Mykorrhiza 806, 853, 854, 995, 1639

# Inhaltsverzeichnis

Mykorrhizen 1063  
Mykose 871  
Myoblasten 488  
myoD 488  
MyoD-Aktivator 477  
Myofibrillen 1469  
Myoglobin 1264, 1475  
Myosin 154, 791  
Myotonie 1345  
Myriapoda 923, 924  
Mytilus californianus 1605  
Myxinoida 944  
Myxobakterien 752  
Myxococcus xanthus 757

## N

n 1209  
nachhaltige Landwirtschaft 1052  
Nachhaltigkeit 1681  
Nacktsamer 809, 828, 830  
    Evolution 830  
NAD<sup>+</sup> 215, 216  
Nadelbäume 831, 833  
NADH 215  
NADP<sup>+</sup> 246  
NADP<sup>+</sup>-Reduktase 253  
Nährelement 1055  
Nährstoff  
    essenzieller 1197  
    limitierender 1632  
Nährstoffbedarf 1203  
Nährstoffkreisläufe 1638, 1639  
Nährstoffmangel 1058  
    Symptome 1057  
Nährstoffverarbeitung 1204  
Nahrungsbrei 1210  
Nahrungserwerb 1500  
Nahrungsnetze 1601  
Nahrungspyramide 1636  
Nahrungsvakuole 144  
Nannochloris atomus 1633  
Nanoarchaeota 757  
Nanotechnologie 779

# Inhaltsverzeichnis

Narbe 835, 1071  
Nasswiese 1539  
Natalität 1560  
Natrium/Glucose-Cotrans- porters 1215  
Natrium/Kaliumpumpe 175  
Natriumchlorid 1202  
Natrium-Kalium-Pumpe 1403  
Naturgeschichte 1520  
natürliche Killerzelle 1274  
natürliche Selektion 605, 633, 677  
    Zusammenfassung 608  
Naturschutzbiologie 1658  
Nebenhoden 1343  
Nebennieren 1185  
Nebenschilddrüsen 1185  
negative Rückkopplung 13, 1148  
Neisseria gonorrhoeae 740, 752  
Nekton 1535  
Nelson, Karen 755  
Nematocysten 902  
Nematoda 919  
Neocortex 1431  
Neodermata 907  
Neoproterozoikum 880  
Neotenie 696  
Nephron 1316  
    juxtamedulläres 1322  
neritische Zone 1535, 1543  
Nernst-Gleichung 1404  
Nerven 1420  
Nervennetz 1420  
Nervensystem 1146, 1170  
    enterisch 1219  
    Störungen 1439  
Nettoprimärproduktion 1631  
Nettoproduktionseffizienz 1635  
Nettoreproduktionsrate 1564  
Neuralleiste 943  
Neuralleistenzellen 1380  
Neuralrohr 940, 1380  
    Defekte 1203  
Neuraminidase 519

# Inhaltsverzeichnis

Neurohormone 1172  
Neurohypophyse 1180  
neuronale Stammzellen 549  
Neurone 1170  
Neuropeptide 1413, 1414  
neurosekretorische Zellen 1172  
Neurospora crassa 435, 863, 864, 1272  
    Genom 864  
Neurotransmitter 105, 1172, 1402, 1413  
Neurulation 1379  
Neutraltheorie 728  
Neutron 42  
Neutrophile 1274  
Next-Generation Sequencing 529  
nicht-codierende DNA 575  
nicht-codierende RNA 483  
nicht-enzymatische Proteine 437  
nichtkompetitiver Inhibitor 203  
Nicotiana tabacum 506  
Nicotin 1597  
Nicotinsäureamidadenin- nucleotid 215  
Nicotinsäureamidadeninucleotidphosphat 246  
Niedermoore 1539  
Niederschlagsverteilung 1531  
Niere 1315  
Nische  
    fundamentale 1592  
    realisierte 1592  
Nischenaufteilung 1591  
Nischentrennung 1592  
Nitrat 748, 1641  
Nitrifikation 752, 759, 1060, 1641  
Nitrit 1641  
Nitrobacter 752  
Nitrobacter winogradsky 742  
Nitrogenase 749  
Nitrosomonas 752  
NK-Gene 878  
NMR-Spektroskopie 113  
Nodus, Nodium 996  
Nondisjunction 395  
Nonsense-Mutation 461

# Inhaltsverzeichnis

Noradrenalin 1185, 1414  
Norepinephrin siehe Noradrenalin  
nori 788  
Norton, Martin 1560  
nucleäre Matrix 138  
Nucleariiden 794, 858  
Nuclease 423  
Nucleinbase 115  
Nucleinsäuren 114, 406, 438  
Nucleobase 409, 412  
Nucleoid 133, 425, 742  
Nucleolus 138  
Nucleomorph 771  
Nucleosid 115  
Nucleosidtriphosphat 419  
Nucleosom 474  
Nucleotid 115  
Nucleotid-Monomere 115  
Nucleotidpolymere 116  
Nucleus suprachias- maticus 1189, 1429  
Nuklid 43  
Nüsse 836  
Nutzpflanzen 842, 1645

## O

Obelia 903  
Oberboden 1050  
    Zusammensetzung 1051  
Oberflächenspannung 63  
ob-Gen 1224  
obligate Aerobier 748  
obligate Anaerobier 233, 748  
Occam, William 722  
Odum, Eugene 1591  
offene Leseraster 461  
offenes Kreislaufsystem 922, 1231  
offenes System 188  
Okazaki-Fragmente 419  
Ökologie 1520  
    globale 1521  
ökologische Nische 1591  
ökologische Stellenäquivalenz 1546  
ökologischer Artbegriff 654

# Inhaltsverzeichnis

Ökosphäre 1521  
Ökosystem 1521, 1626  
    Energiefluss 212  
    Vielfalt 1660  
Ökosystem-Dienstleistungen 1662  
Ökosystemingenieure 1606  
Ökoton 1545, 1671  
Olfaktion 1459  
Oligodendrocyten 1409  
Ommatidien 1463  
Onkogene 493, 494, 495  
Oocyte 329, 1342, 1347  
Oogenese 1342, 1347, 1348  
Oogonien 1347  
Oomyceten 781  
Oparin-Haldane-Hypothese 675  
operante Konditionierung 1497  
Operator 469  
Operculum 951  
Operon 469  
Operonmodell 468  
Ophisaurus ventralis 710  
Ophiuroidea 931  
Opiatrezeptor 1415  
Opisthokonten 791, 794, 858  
opponierbare Daumen 974  
Opsin 1465  
Opsonisierung 1287  
Orbital 48  
Orbitalhybridisierung 54  
Orcas 1606  
Ordnung 711  
Ordnungszahl 43  
Organ 994  
Organellengenome 400  
Organidentitätsgen 1018  
Organisator 1389  
Organische Chemie 80  
Organismen  
    modulare 1561  
Organismenreich 711  
organismische Klonierung 545

# Inhaltsverzeichnis

Organogenese 1354, 1379  
Organotropie Organismen 748  
Organsystem 1141  
Orgasmus 1345  
orthologe Gene 726  
    Evolution 727  
Orthomyxoviren 513  
Oryza nivara 1659  
Oryza sativa 558, 1659  
Osculum 900  
Osmokonformer 1305  
Osmolarität 1243, 1304  
Osmoregulation 173, 1304  
Osmoregulierer 1305  
Osmose 172, 1029, 1304  
osmotisches Potenzial 1031  
Ösophagus 1209  
Osteichthyes 951  
Osteognathostomata 951  
Ostie 1231  
Östliche Glasechse 730  
Östradiol 1174, 1176, 1188  
östrischer Zyklus 1352  
Östrogene 1187, 1188  
outgroup siehe Außengruppe  
Ovar 809, 1071  
Ovarialzyklus 1350  
Oviparie 950  
Oviraptor 725  
Ovoviviparie 950  
Ovulation 1337  
Oxalacetat 260  
Oxidation 213, 1219  
Oxidation und Zellatmung 214  
Oxidationsmittel 213  
oxidative Phosphorylierung 217  
Oxygenierung 1261  
Oxytocin 1180, 1181  
Ozon 1651  
Ozonloch 1651

## P

p53-Gen 495



# Inhaltsverzeichnis

p53-Tumorsuppressorgen 494  
P680 252  
P700 252  
Paarungssystem 1503  
Pace, Norman 750, 757  
Pädomorphose 696  
Paine, Robert 1605  
Paläoanthropologie 977  
Paläontologie 602  
Paläozoikum 831, 881  
Palisadenparenchym 1007  
Pallium 1432  
PAMP-getriggerte Immunität 1126  
panaschierte Blätter 401  
Pancrustacea 923, 924  
Pandemie 519  
Pangaea 617, 690  
Pankreas 1178, 1208, 1212  
Panthera leo 711  
Panthera onca 711  
Panthera pardus siehe Phylogenie  
Panthera tigris 711  
Papovaviren 513  
Parabasaliden 776, 795  
Parabiose 1590, 1598  
Parabronchien 1257  
parakrine Signalübertragung 274  
paraloge Gene 726, 727  
Paramecium 17  
Paramecium aurelia 1591  
Paramecium caudatum 785, 1591  
Paramyxoviren 513  
paraphyletische Gruppe 719  
Parareptilien 962  
Parasiten 852  
parasitische Pflanzen 1064  
Parasitismus 760, 1590, 1596  
Parasitoide 1596  
parasymphathisches System 1424  
Parathormon 1185  
Paratop 1278  
Pärchenegel 1596

# Inhaltsverzeichnis

Parenchym 1007  
Parentalgeneration siehe P-Generation  
Parentaltyp 388  
Paris japonica 573  
Parkinson-Krankheit 1442  
Parsimonie 722, 734  
Parthenogenese 910, 1335  
Partialdruck 1250  
Partnerwahl 640, 1503  
Parvoviren 513  
Passate 1531  
passive Immunität 1289  
passiver Transport 172  
Pathogen 761  
Pathogenbefall 1125  
Pathogene 1617  
Pax-6-Gen 538  
PCB 1647  
PCR 535, 536  
    Amplifikation 536  
    RT-PCR 539  
PDGF 314  
Pectin 155  
Pedipalpen 923  
Pelagial 1535, 1538, 1542  
Penicillin 740  
Penicillin siehe Antibiotika  
    Penicillin  
Penicillium 857, 872  
Penis 1344  
PEP-Carboxylase 260  
Pepsin 1210  
Pepsinogen 1210  
Peptidbindung 105, 1210  
Peptide  
    antimikrobielle 1272  
Peptidoglycan 739, 740, 753  
Peptidyl-tRNA-Stelle 451  
Periderm 999, 1012  
Periodensystem der Elemente 47  
peripheres Nervensystem (PNS) 1401, 1420, 1423  
Peristaltik 1208, 1210, 1478

# Inhaltsverzeichnis

Peristom 811  
Perizykel 1005  
Perm 830  
Permafrost 1552  
Permeabilität 170  
Peroxisom 146, 148  
Peroxisomen 802  
Pert, Candace 1415  
Perzeption 1099, 1449  
Petalen 1071  
Petersen -Methode 1559  
Petiolus 997  
Petromyzontida 945  
PET-Scan 44  
Pfahlwurzel 995  
Pferde  
    Stambaum 702  
Pfiesteria shumwayae 795  
Pflanzen  
    abgeleitete Merkmale 806  
    Artenvielfalt 846  
    einkeimblättrige 841  
    Ursprung 806  
    zweikeimblättrige 841  
Pflanzenernährung  
    und Bakterien 1058  
Pflanzenfresser 1196  
Pflanzenhormon 1102  
Pflanzenkrankheiten 522  
Pflanzenviren 514, 522  
Pflanzenwachstumsregulator 1102  
Pflanzenzüchtung 1088  
Pfortader 1214  
Pfropfung 1087  
P-Generation 347  
PHA 762  
Phage 511, 512  
Phage T4 511  
Phagen 509, 510  
Phagocyten 1273  
Phagocytose 143, 180, 777, 779, 1206, 1271  
Phänotyp 352, 359, 362  
Pharynx 1209

# Inhaltsverzeichnis

Phasenübergang	165
Phasenwechsel	1017
Pheromone	856, 1172, 1338, 1492
Philadelphia-Chromosom	398
Phloem	814, 817, 999, 1024
Phloemsaft	1042
Phosphat	1641
Phosphoenolpyruvatcarboxylase	260
Phosphofruktokinase	235
Phospholipide	102, 164
Phosphor	1200, 1634, 1641
Phosphorylierung	1100
Phosphorylierungskaskade	281
photoautotroph	242
photoautotrophe Lebewesen	243
photoautotrophe Organismen	748
Photoblepharon palpebratus	760
photoheterotrophe Organismen	748
Photomorphogenese	1113
Photoperiodismus	1117
Photophosphorylierung	246
Photoprotektion	250
Photopsine	1466
Photorespiration	259, 802
Photorezeptoren	1463
Photosynthese	55, 56, 146, 241, 683, 796, 817, 1528, 1627, 1632
Ablauf	246
Bruttogleichung	244
Photosynthesefarbstoffe	248
Photosystem	251
Photosystem I	252
Photosystem II	252
phototrophe Bakterien	754
Phototropin	1114
Phototropismus	1102
Phragmoplast	802
pH-Skala	71
pH-Wert	
Boden	1053
Phycoerythrin	787
Phylloid	780
Phyllotaxis	1026, 1106

# Inhaltsverzeichnis

- phylogenetische Stammbäume 718
- phylogenetischer Artbegriff 654
- phylogenetischer Stamm- baum 520, 712
- phylogenetisches Einklammern 724
- phylogenetisch-systematische Forschung 891
- Phylogenie 710
  - Nutzen 714
- Phylum 750
- Physiologie 1138
- Phytochrom 1099, 1114
- Phytohormon 1102
  - Übersicht 1104
- Phytophthora infestans 782
- Phytophthora ramorum 795
- Phytoplankton 1538, 1602, 1632, 1636, 1645
- Phytophthora ramorum 1618
- Phytosanierung 1054
- Picoides borealis 1669
- Picornaviren 513
- Picrophilus oshimae 738
- Pilobolus 862
- Pilus 740
- Pilze 851, 852
  - Abstammungslinien 861
  - Antibiotika 872
  - coenocytische 853
  - Destruenten 867
  - Entwicklungszyklus 856
  - Ernährung 852
  - Flechten 869
  - Fossilien 859
  - Hyphen 853, 854
  - Insulinproduktion 872
  - Ligninabbau 865
  - Mycel 853
  - Ökologie 871
  - Paarungstyp 856
  - Parasiten 870
  - pathogene 870
  - Sporen 857
  - Stammbaum 861
  - Symbiosen 867, 868
  - ungeschlechtliche Vermeh- rung 857
  - Zellwand
- Pilzgärten 868

# Inhaltsverzeichnis

Pilzsporen 856  
Pima 726  
Pinaceae 712  
Pinguine 1197  
Pinocytose 1206  
Pinus contorta 1610  
Pinus palustris 1546  
Pisaster ochraceus 1605  
Pisum sativum 382  
Placenta 970, 1354  
Placentalia 971  
Placodermi 948  
Plagiochila 812  
Planarien 907  
Plankton 794, 1535  
Plasma 1244  
Plasmamembran 133, 276  
Plasmamembran-Proteine 281  
Plasmazellen 1282  
Plasmid 516, 532, 731, 742  
    rekombinantes 532  
Plasmide siehe Nucleoid  
Plasmodesma 156, 157  
Plasmodesmen 522  
Plasmodium 784, 793, 795  
Plasmogamie 856  
Plasmolyse 174, 739, 1031  
Plastiden 148, 771  
Plastidengenom 400  
Plastochinon 253  
Plathelminthes 905  
Plattentektonik 689  
Pleiotropie 360  
plötzliches Eichensterben 795  
pluripotent 549  
Pneumocystis carinii 1298  
Pocken 1290  
Pockenviren 517  
polare kovalente Bindungen 62  
polarer Transport 1103  
Polarität 1015  
Pollen 826, 828, 831

# Inhaltsverzeichnis

- Pollenkorn 1073
- Pollensack 1071
- Pollenschlauch 837, 1073
- Polyadenylierungssignal 445
- Polyandrie 1502
- Poly-A-Schwanz 445, 482
- Polychaos dubium 573
- polychlorierte Biphenyle 1189, 1647
- Polyester-Polymer 762
- Polygamie 1502
- polygene Vererbung 361
- Polygynie 1502
- Polyhydroxyalkanoat 762
- Polyhydroxyalkanoat, siehe PHA
- Polymerase-Kettenreaktion 535, 1601, 1661
- Polymere
  - Synthese und Abbau 94
- Polymorphie 555
- Polymorphismen 544
- Polynucleotide 116
- Polypen 495, 901
  - Hydra 327
- Polypeptid 105
- Polypeptidrückgrat 105
- Polypeptidsequenzdatenanalyse 120
- polyphyletische Gruppe 719
- Polyplacophora 912
- Polyploidie 396, 579, 659
- Polysaccharide 98
- Polysomen 457
- Polyspermie 1367
- Polytomie 714
- Polytrichum 810, 813
- Population 628, 1521, 1558
- Populationsdynamik 1577
- Populationsextinktion durch zufällige und häufige Umweltereignisse 1668
- Populationsgröße 1558
- Populationsökologie 1521, 1558
- Populationswachstum
  - exponentielles 1569
- Populationszyklen 1578
- Porifera 888, 900

# Inhaltsverzeichnis

Porphyra 788  
Positionsformation 489, 1016, 1391  
positive Rückkopplung 13  
positive Rückkopplungsschleife 1149  
Postelsia siehe Meerespalme  
postsynaptische Zelle 1402  
postsynaptisches Potenzial 1411  
posttranskriptionale Regulation 481  
posttranslational 206  
posttranslationale Modifikationen 456, 1100  
postzygotische Barrieren 651  
potenzielle Energie 44, 187  
Poxviren 513  
Prädation 1590, 1593  
Prädationsrisiko 1500  
Prägung 1494, 1504  
prä-mRNA 438, 445, 475  
Präprophaseband 1014  
Präputium 1343  
Präriehuhn 1666  
Prärien 1545, 1662  
präsynaptische Zelle 1402  
präzygotische Barrieren 651  
primäre Rinde 999  
primärer Elektronenakzeptor 251  
primärer visueller Cortex 1469  
Primärproduktion 1630  
Primärproduzenten 795, 1628  
Primärstruktur 107, 456  
Primärsukzession 1611  
Primärtranskript 438, 475, 481  
Primärzellwand 155  
Primase 418, 421  
Primaten 974  
Primer 418, 536  
Primer-RNA 418  
Primitivrinne 1377  
Prion 523  
Problemlösung 1498  
Proboscis 1170  
Profundal 1535, 1538  
Progenese 697



# Inhaltsverzeichnis

Progesteron 1188  
Programmierter Zelltod 1383  
Progymnospermen 830  
Prokaryonten 133, 725, 730  
    Ernährung 748  
    Flagellum 741  
    Kapsel 740  
    Kooperation 749  
    Membranen 742  
    Taxis 758  
    Vermehrung 743  
Prolactin 1181, 1182, 1190  
Prolactin-Releasing-Hormon 1181  
Proliferation 1280  
Proliferationsphase 1351  
Prometaphase 304  
Promiskuität 1502  
Promotor 443  
Prophage 512  
Prophase 304  
Prophase I 340  
Prostaglandine 1172  
Prostata 1344  
Protease 1210  
Protease-Hemmer 518  
Proteasomen 482  
Proteinbiosynthese 438  
Proteindephosphorylierung 281  
Proteindomänen 448  
Proteine 104, 437  
Proteinfaltung 112, 456  
Proteinhormone 1173  
Proteinkinase 281, 1100  
Proteinkinase A 284, 1174, 1175  
proteinogene Aminosäuren 105  
Proteinphosphatasen 282  
Proteinphosphorylierung 281  
Proteinsequenzdaten 732  
Proteinstruktur 107  
Proteobacteria 752  
    Alpha-Proteobacteria 752  
    Beta-Proteobacteria 752  
    Delta-Proteobacteria 752

# Inhaltsverzeichnis

Epsilon-Proteobacteria 752  
Gamma-Proteobacteria 752  
Proteoglycan 156  
Proteomik 117  
prothoracotropes Hormon 1179  
Prothoraxdrüsen 1179  
Protisten 133, 748, 770, 802  
    mitochondrienlose 772  
    parasitische 795  
Protobionten 676  
Proton 42  
Protonemata 810  
protonenmotorische Kraft 226  
Protonenpumpe 178  
Protonephridien 905, 1313  
Proto-Onkogen 494  
protostome Entwicklung 886  
Protostomier 888  
Provirus 516  
proximate Ursache 1489  
Pseudocoelomaten 886  
Pseudogene 575  
Pseudopodien 154, 786  
Psilotum 819  
Pteridophyten 818  
Pteropus mariannus 1660  
Pterosauria 962  
Puccinia graminis 870  
Puffer 72  
Puls 1240  
Punktmutationen 459  
Punktualismus 666  
Punnett-Quadrat 363  
Pupille 1463  
Purkinje-Fasern 1237  
Purpurbakterien 754  
Purpurschwefelbakterien  
    Photosynthese 254  
Pylorus 1211  
Pyrococcus furiosus 756  
Pyrogene 1276  
Pyrophosphat 419

# Inhaltsverzeichnis

Pyruvat

Stellung im Stoffwechsel 233

Pyruvat-Abbau 220

Pyruvat-Oxidation 219, 221

## Q

quantitative Merkmale 361

Quecksilber 1648

Quellung 1079

quergestreifte Muskeln 1470

Quorum sensing 273, 757

## R

Racemat 87

Radialglia 1423

Radiärfurchung 887

Radicula 1078

Radikale 50

Radioaktivität 43

radiometrische Datierung 44, 679

Radula 912

Rameten 1561

Rankenfußkrebse

Seepocken 1592

Ranvier-Schnürringe 1409

Ras-Protein 495

ras-Proto-Onkogen 494

Rasterelektronenmikroskop 129

Ratiten 967

Räuber 1577

raues ER 141

räumliche Summation 1412

Rautenhirn 1426

Reabsorption 1312

Reaktand 55, 80

Reaktion 1148

Reaktionsnorm 362

Reaktionsprodukt 55

Reaktionswege 1177

Reaktionszentrum 252

Receptaculum seminis 1340

Rectum 1215

Recycling 759

Redox-Prozesse 245

# Inhaltsverzeichnis

Redoxreaktion 213  
Reduktion 213  
Reduktionismus 4  
Reduktionsmittel 213  
Reduktionsteilung 330, 336  
Reflexe 1421  
Refraktärzeit 1408  
Regelsysteme 1148  
Regenwald 846, 1548, 1613, 1634  
Regressionsgerade 980  
Regulation 1574  
    der Chromatinstruktur 474  
Regulatorgen 469  
regulatorische T-Zellen 1294  
Regulierer 1147  
reifes mRNA-Molekül 446  
Reifeteilung 330  
Reifungsteilung 330  
reinerbige Pflanze 347  
Reinforcement 663  
Reis 842, 1659  
Reiz 1148  
Reizaufnahme 1448  
Reiz-Reaktions-Kette 1491  
rekombinante Proteine 533  
Rekombinanten 388  
Rekombinase 1281  
Rekombination 627, 743, 744  
    gekoppelter Gene 388, 390  
    ungekoppelter Gene 388  
Rekombinationshäufigkeit 388, 391  
Rekrutierung 1474  
relative Häufigkeit 1600  
Releasing-Hormon 1181  
Renaturierung 1676  
Renaturierungsökologie 1658  
Renin-Angiotensin-Aldosteron- System 1326  
Rennechsen 1336  
Reoviren 513  
Reparaturenzyme 422  
repetitive DNA 575  
repetitive Sequenzen 577

# Inhaltsverzeichnis

Replikation 116, 327, 415  
Replikationsgabel 417  
Replikationskomplex 422  
Replikationsmechanismus 414  
Replikationsursprung 309, 416, 417  
Repressor 469  
reprimierbares Operon 470  
Reproduktion 1565  
    mehrere 1566  
Reproduktionsrate 1564  
reproduktive Isolation 655  
reproduktive Klonierung 547  
reproduktiver Isolations- mechanismus 651  
reproduktives Klonieren 547  
Reptilien 713, 831  
Residualvolumen 1258  
Resilienz 1608  
Resistenz 1608  
Resorption 1206  
respiratorische Oberflächen 1251  
respiratorische Proteine 1260  
Ressourcenaufteilung 1591  
Restriktionsendonucleasen 510  
Restriktionsenzyme 510, 533  
Restriktionsfragmente 534  
Restriktionsschnittstelle 533  
retikuläre Formation 1428  
Retina 1464  
Retinal 1465  
Retroviren 513, 516, 552  
reverse Genetik 569  
Reverse Transkriptase 516, 518, 540  
Revierverhalten 1561, 1576  
Rezeption 1448  
rezeptives Feld 1468  
Rezeptor  
    G-Protein-gekoppelter 1174  
    Rezeptor-Tyrosinkinase 278  
    Liganden-gesteuerte Ionen- kanäle 279  
Rezeptorpotenzial 1448  
Rezeptorprotein 276, 279  
rezeptorvermittelte Endocytose 180

# Inhaltsverzeichnis

- rezessive Allele 365
- rezessiver Merkmalzustand 348
- reziproker Altruismus 1512
- RFLPs 1601
- Rhabdoviren 513
- Rhein 1679
- Rhesus-Proteine 1311
- rheumatoide Arthritis 1294
- Rhizobium 749, 752, 1061
- Rhizoctonia solani 764
- Rhizodermis 999
- Rhizoid 780, 811
- Rhizopus stolonifer 861
- Rhodobacter 748
- Rhodophyten siehe Rotalgen
- Rhodopsin 1465
- Rhythmen
  - verhaltensbiologische 1490
- Riboflavin 221
- Ribonucleasen 445
- Ribonucleinsäure 114
- Ribose 116
- Ribosereste 440
- Ribosom 133, 139, 438, 448, 450, 451, 742, 750
- ribosomale Ribonucleinsäuren 450
- ribosomale RNA siehe rRNA
- ribosomale Untereinheiten 451
- Ribosylnucleotide 438
- Ribozym 197, 447, 677
- Ribulose-1,5-bisphosphat- Carboxylase/Oxygenase 257
- Riesenkänguru, Rotes 1524
- Riesenwuchs 1183
- RNA
  - doppelsträngige 1274
- RNA-Polymerase 113, 442, 443
- RNA-Polymerase II 444, 445, 446, 475, 476
- RNA-Polymere 676
- RNA-Prozessierung 445, 481
- RNA-Sequenzierung 541
- RNA-Spleißen 446
- RNA-Struktur 116
- RNA-Synthese 443

# Inhaltsverzeichnis

RNA-Viren 507, 518  
Robert H. Mac Arthur 1615  
Roberts, Callum 1675  
Röntgenbeugungsbild der DNA 411  
Röntgenstrahlen 461  
Röntgenstrukturanalyse 113  
Rostpilze 865  
Rotalgen 771, 787  
Rotatoria 909  
Rote Tide 783  
Rötelviren 517  
Rotlicht 1115  
Rous-Sarkoma-Virus 499  
Rozella 859  
R-Plasmide 747  
rRNA 726, 730  
rRNA-Moleküle 578  
rRNAs 450  
rRNA-Transkriptionseinheit 578  
r-Selektion 1573  
Rubrivivax 752  
Rückkopplung  
    im Stoffwechsel 235  
    negative 1178  
    positive 1178  
Rückkopplungshemmung 207  
Rückkopplungsschleife  
    positive 1149  
Rückkreuzung 352, 353  
Rudimente 613  
Ruhepotenzial 1402  
Rusticolus, Falco 1619  
Ryther, John 1633

## S

Saccharomyces cerevisiae 272, 289, 556, 573, 864, 871  
    alkoholische Gärung 231  
Sacculus 1456  
Salicin 843  
Salicylsäure 1127  
Salmonella 752  
Salmonella typhi 762  
Salz 1527

# Inhaltsverzeichnis

Salzsäure 1210  
Salzschlickgras 1665  
Salzstress 1124  
Samen 809, 826, 828, 831  
Samenanlage 827, 828, 836, 1071  
Samenkeimung 1079, 1115  
Samenleiter 1343  
Samenpflanzen 809, 825  
Samenruhe 1078, 1079, 1109  
Samenschale 1078  
Sammelrohr 1319  
Sanger-Methode 529  
Sarcopterygii 953  
Sarkomer 1470  
Sarkoplasmatisches Reticulum 1470  
Satelliten 1631  
Sättigungszentrum 1222  
Sauerstoffrevolution 683  
Sauger 1205  
Säuglingssterblichkeit 1583  
Säulendiagramm 1123  
Saumriff 1543  
Säure 70  
saurer Niederschlag 73  
saurer Regen 1646  
Säure-Wachstums-Hypo- these 1105, 1106  
Saurischia 724  
Sauropsida 961  
Scala naturae 601  
Schachtelhalme 818, 819  
Schamlippen  
    große 1343  
    kleine 1343  
Schattenvermeidung 1116  
Scheidendiaphragma 1357  
Schilddrüsenhormon 1182  
Schimmelpilze 857  
Schimpanse 22, 566  
Schistocerca gregaria 1154  
Schistosoma 1596  
Schistosomiasis 794  
Schizophrenie 1439



# Inhaltsverzeichnis

Schlaf 1187, 1428  
Schlafkrankheit 777, 1295  
Schlaganfall 1248  
Schlangen 710, 1205  
Schlauchpilze 863  
Schleim 1210, 1272  
Schleimpilze 792  
    zelluläre 793  
Schleppnetzfischerei 1613  
Schließmuskeln 1208  
Schließzelle 1007, 1015  
Schlinger 1205  
Schlund 1209  
Schlüsselarten 1600, 1620  
Schlüsselreiz 1489  
Schlussfolgern 1349  
Schlusssteinarten 1605  
Schmerzmittel 843  
Schmerzrezeptoren 1452  
Schneeschuhhase 1578  
schnelle Fasern 1475  
Schopfhuhn 1218  
Schreikranich 1575  
Schutzgebiete 1672  
    Zonierung 1674  
Schwammparenchym 1007  
Schwangerschaft 1353  
Schwangerschaftstests 1291  
Schwann-Zellen 1409  
Schwänzeltanz 1492  
Schwarzrost 870  
Schwefelbakterien 752  
    Photosynthese 245  
Schwefeldioxid 1647  
Schwellenpotenzial 1406  
Schwerkraft 1120  
Schwester-Arten 656  
Schwesterchromatiden 301, 306, 333  
Schwesterchromatidkohäsion 340  
Schwestertaxa 714  
Schwimmlase 951  
SCID 1295

# Inhaltsverzeichnis

Sclera 1464  
Scottinema lindsayae 1607  
Second Messenger 1099  
Sedentaria 917  
Seeigel 1526  
Seekühe 1597  
Seen 1538  
Seenessel 1603  
Seeotter 1196  
Seerosen 844  
Seerosengewächse 840  
Seetang 780, 1526  
Segelklappe 1236  
Seitenknospe 996  
Seitenlinienorgan 1457  
Seitenliniensystem 948  
Seitenwurzel 995  
Seitenwurzelbildung 1006  
Sekretin 1178  
Sekretion 1313  
Sekretionsphase 1352  
sekundäre Botenstoffe 282, 1099  
sekundäre Pflanzenstoffe 806  
sekundäre Rinde 1012  
sekundärer Botenstoff 1174  
sekundärer Markstrahl 1010  
sekundäres Dickenwachstum 1002  
sekundäres Leitgewebe 1010  
Sekundärkonsumenten 1628  
Sekundärproduktion 1635  
Sekundärsukzession 1611  
Sekundärzellwand 155  
Selbstinkompatibilität 1086  
Selbstmontage 779  
Selbsttoleranz 1282  
self assembly siehe Selbstmontage  
Semibalanus balanoides 1592  
semikonservative Replikation 415  
Semilunarklappe 1236  
semipermeabel 172  
Seneszenz 1108, 1111  
sensible Phase 1494

# Inhaltsverzeichnis

sensorische Adaptation 1450  
sensorische Neuronen 1400  
sensorische Rezeptoren 1448  
sensorische Transduktion 1448  
Sensorkinase 757  
Sepalen 1071  
Septen 853  
septischer Schock 1276  
Sequenzdatenbank 568  
Sequenzierung  
    DNA 528  
    durch Synthese 529  
Sequenzierverfahren 567  
Sequenzvergleiche  
    interpretieren 773  
serielle Endosymbiose 684  
Serotonin 1414  
Seta 811, 812  
Sex-Pilus 745  
Sexualdimorphismus 640  
sexuelle Reproduktion 327  
sexuelle Selektion 640, 660, 1503  
Shaffer, Mark 1667  
Shannon-Index 1600  
Sherman, Paul 1560  
Shewanella oneidensis 1677  
Shigella 747, 752  
Shine/Dalgarno-Sequenz 452  
Sichelzellenanämie 109, 367, 459, 551, 1246  
Signal 1491  
Signalerkennungspartikel 457  
Signalpeptid 457  
Signalpeptidase 457  
Signaltransduktion 273, 757, 1174  
Signaltransduktionsweg 275, 281  
    Schema 1099  
Signalübermittlung 1146  
Signalübertragung 272, 1174  
    autokrine 1171  
    endokrine 1171  
    neuroendokrine 1172  
    parakrine 1171  
    synaptische 1172

# Inhaltsverzeichnis

Signalübertragungskomplex 288  
Signalverstärkung 287  
Silberschwert 716  
Sink 1042  
Sinusknoten 1236  
Sitkafichten 1611  
Situs-inversus 1393  
Skelettmuskel 1469  
Skelettmuskelzellen 487  
Skinner, B. F. 1497  
Skoog, Folke 1106  
Smithells, Richard 1203  
SNP 544  
snRNPs 446, 447  
Snyder, Solomon 1415  
Soay-Schafe 1558, 1577  
SOD (Plötzlicher Eichentod) 1618  
Sodbrennen 1211  
Solarstrahlung 1528  
somatosensorische Rezeptoren 1432  
Somatotropin 1184  
Somatropin 1184  
Somiten 1380  
Sonde  
    DNA/RNA 539  
Sonnenflecken 1578  
Soredien 869  
Sori 818  
Source 1042  
soziales Lernen 1498  
Soziobiologie 1513  
Spaltöffnung 243, 259, 806, 811, 1007  
Spaltungsregel 347  
spannungsgesteuerte Ionen- kanäle 1406  
Spartina anglica 1665  
Speichel 1208  
Speicheldrüsen 1177, 1208  
Speicherpolysaccharide 98  
Speiseröhre 1209  
Spemann, Hans 1388, 1389  
Sperma 1343  
Spermatogenese 1346, 1348

# Inhaltsverzeichnis

Spermium 329, 837, 1334  
Spermophilus beldingi 1161, 1560  
Speziation 650  
spezifische Transkriptions- faktoren 476, 1101  
spezifische Wärmekapazität 64  
Sphagnum 813, 1539, 1611  
S-Phase 303  
sp-Hybridisierung 84  
Spielen 1513  
Spieltheorie 1506, 1512  
Spinalnerven 1423  
Spindelapparat 303  
Spiralfurchung 886  
Spiralia 890, 905  
Spirillen 738  
Spirochaeta 738, 753  
Spleißosom 446  
Spleißung der RNA 446  
spontan 189  
Sporangium 803, 811, 818, 831, 861  
Sporen 803, 829  
Sporenkapsel 811  
Sporenmutterzellen 803  
Sporophylle 818  
Sporophyt 331, 780, 803, 811, 814, 816, 826  
Sporopollenin 803, 828  
Sporozoiten 783  
Sprache 1434  
Spross  
    primäres Wachstum 1006  
Sprossachse 996, 1007  
sprossbürtige Wurzeln 995  
Sprossspitze 1006  
Sprossstreckung 1108  
Sprossystem 994  
Spurenelemente 41  
SRP 457  
SRP-Rezeptor 457  
SRY 384  
St. Kilda 1558  
Stäbchen 1465  
stabilisierende Selektion 638

# Inhaltsverzeichnis

Stahl, Franklin 416  
Stamen 1071  
Stamm 711  
Stammbaum 364, 614, 889  
Stammbaum siehe Phylogenie  
Stammbaumanalyse 365  
Stammesgeschichte 712, 715  
Stammesgeschichte siehe Phylogenie  
Stammzellen 488, 545, 549, 1247, 1277  
    embryonale 548  
    induzierte pluripotente 550  
    Mensch 330  
Stammzelltherapie 1442  
Standardstoffwechselrate 1158  
Standardzerfallskurve 45  
Ständerpilze 865  
standing crop 1631, 1636  
Staphylococcus 753  
Staphylococcus aureus 739  
Staphylokokken 738  
Stärke 98, 1209  
Statocysten 1453  
Statolithen 1120, 1453  
Staubbeutel 837, 1071  
Staubblatt 835, 1071  
Staubbeutel 835  
Staubfaden 835  
Steinpilz 853  
Stele 999  
Stempel 1071  
stenohaline Tiere 1305  
Stent 1248  
Stentor 785  
Steppen 1545  
Steppenlandschaften 1550  
Sterberate 1558, 1569, 1575  
Stereoisomeren 86  
Sterilisation 1358  
sterische Hinderung 89  
Sternanis 844  
Steroide 103  
    anabole 1188

# Inhaltsverzeichnis

Steroidhormone 280, 1173, 1186, 1187  
Steuerung der Genexpression 473  
Stichling 698  
Stickstoff 813, 1634, 1641, 1645  
Stickstofffixierung 749, 1061, 1062, 1641  
Stickstoffkreislauf 752, 760, 1060  
Stigma 1071  
Stimmbänder 1255  
Stimmritze 1209  
stöchiometrischer Koeffizient 68  
Stoffaustausch 1140  
Stoffwechsel 186  
Stoffwechseldefekte 435  
Stoffwechselfade 186  
Stoffwechselrate 1157, 1159  
Stoffwechselstörungen 434  
Stoma 1007  
Stomata 811  
Störung 1608, 1609  
STR 555, 577  
Strahlungsintensität 1530  
Stramenopilaten 778  
STR-Analysen 555  
Streckungszone 1004  
Streifenbarsch 1603  
Streptobacilli 738  
Streptococcus 740, 753  
Streptococcus pneumoniae 406, 745, 1277  
Streptokokken 738  
Streptomycin 753  
Stress 1294  
Stressfaktoren 1122  
Streudiagramm  
    Interpretation 74  
Strigolactone 1113  
Strobili 818, 819, 830  
Stroma 148  
Stromatolithen 683  
Strudler 900  
Struktur von Transfer-Ribonucleinsäuren 449  
strukturelle Domänen 447  
Strukturisomere 86

# Inhaltsverzeichnis

Strukturmodell der DNA 411  
Strukturpolysaccharide 99  
Strychnin 1597  
Strychnos toxifera 1597  
Sturmvögel 1224  
Stylus 1071  
subatomare Teilchen 42  
Suberin 1012  
Sublitoral 1535  
Substanz P 1414  
Substanzmissbrauch 1440  
Substituent 84  
Substrat 199  
Substratesser 1205  
Substratkettenphosphorylierung 218  
Substratsättigung 201  
sudden oak death siehe SOD 1618  
Sukkulente 1679  
Sukzession 1610  
Sulfat 748  
sulfatreduzierende Bakterien 231  
Sulfatreduzierer 752  
Sulfolobus 748, 756  
Summation  
    zeitliche und räumliche 1412  
Summenformel 50  
Sumpfkiefer 1546  
Supralitoral 1535  
Surfactant-Mangelsyndrom 1256  
Surfactants 1256  
Suspensionskultur 556  
Suspensor 1077  
Süßkartoffeln 842  
Süßwasserpolyp 327  
Sutherland, Earl 275  
Symbiose 760, 1217  
sym-Gen 859  
Symmetrie 1015  
sympathisches System 1424  
sympatrische Artbildung 659  
Symplast 157, 1028  
symplastische Domäne 1045



# Inhaltsverzeichnis

Synapse 1172, 1401, 1437  
Synapsida 969  
Synapsis 333  
synaptische Endigung 1401  
synaptische Signalübertragung 274  
synaptische Vesikel 1410  
synaptischer Spalt 1410  
synaptonemaler Komplex 333  
Syncytium 487  
Syngamie 780  
Synthesephase 303  
Synura petersenii 778  
Syphilis 753  
System 188  
Systematik  
    molekulare 718  
Systematik siehe Phylogenie  
Systembiologie 5, 540  
Systemisch erworbene Resistenz 1127  
Systole 1235  
systolischer Druck 1240  
S-Zellen 1178

## T

T2-Phagen 408  
Tabak 506  
Tabakmosaikvirus 507, 508, 510, 522  
Tagneutrale Pflanzen 1118  
Tandemwiederholungen 555  
Tannine 1597  
Tansley, A. G. 1609  
Tanzsprache der Bienen 1492  
Taq-Polymerase 1661  
Tarntracht 1594  
Tarnung 609  
Taschenklappen 1236  
TATA-Box 444, 476  
Taufliege 382  
Tawara-Schenkel 1237  
Taxa 714  
Taxis 758  
Taxol 317  
Taxon 711

# Inhaltsverzeichnis

Taxonomie 711, 712  
Taxonomie siehe Phylogenie  
Tay-Sachs-Krankheit 144, 359  
Tee 843  
Teilung 1334  
Teilungsfurche 308  
Telomerase 425  
Telomer-DNA 578  
Telomere 424  
Telomerverkürzung 425  
Telophase 305, 307  
Temperatur 64, 1527  
temperente Phagen 511  
Tentaculata 910  
Teosinte 842  
Termination 454  
    der Transkription 444  
    der Translation 454, 455  
Terminator 443  
Termiten 795  
Tertiärkonsumenten 1628  
Tesserazoa 903  
Testosteron 1188  
Testudines 963  
Tetanie 1184  
Tetanus 1474  
Tetraconata 924  
Tetracyclin 742  
Tetracycline 451  
Tetraiodthyronin 1183  
Tetraploidie 396  
Tetrapoda 680, 954  
Thalamus 1429  
Thallus 780  
thermische Energie 187  
Thermodesulfobacteriae 755  
Thermodynamik 188  
Thermogenese 1154  
Thermokline 1537  
Thermoregulation 1150  
Thermotoga maritima 755  
Thermotogae 755

# Inhaltsverzeichnis

Thermus aquaticus 536, 1661  
Theropoda 724  
Thigmomorphogenese 1121  
Thigmonastie 1121  
Thigmotropismus 1121  
Thiomargarita namibiensis 738, 752  
Thrombocyten 1246  
Thrombocyten-Wachstumsfaktor 314  
Thrombus 1247  
Thylakoide 243  
Thylakoidmembran 255, 256  
Thymidylatsynthase 791  
Thymindimere 423  
Thymus 1277  
Thyreoidea-stimulierendes Hormon 1182  
Thyreotropin-Releasing- Hormon 1182  
Thyroxin 1173  
Tiefseeschlot 675, 1543  
tierische Stammzellen 548  
Tierviren 512  
Tiger 711  
Tigerpython 1155  
Tiger-Stechmücke 518  
Tight Junction 157, 1215  
Tiktaalik 955  
Tinbergen, Niko 1488, 1495  
Ti-Plasmid 556, 1013  
Tit-for-tat-Strategie 1512  
Tmesipteris 819  
TMV 507, 522  
Tochterzellen 300  
Togaviren 513  
Toleranzbildung 41  
Toll 1272  
Toll-ähnlicher Rezeptor 1273  
Tollwut 518  
Tonizität 172  
Topoisomerase 418, 421  
Torf 813  
Torfmoos 813  
Torpor 1161  
Torsion 912

# Inhaltsverzeichnis

totipotente Zellen 545  
Totipotenz 1086, 1388  
T-Phagen 509  
Tracer 43  
Trachea 1254, 1255  
Tracheensystem 1253  
Tracheiden 817  
Tracheophyten 808, 817  
Trächtigkeit 1353  
Tragant 1597  
Transduktion 275, 745, 1099  
Transekten 1559  
Transfer-Ribonucleinsäuren 448  
Transfer-RNA 448  
Transferzelle 803, 1042  
trans-Fette 102  
Transformation 407, 744  
    Zellen 316  
transgene Tiere 554  
Transkription 139, 437, 438, 439, 442, 742, 1174  
transkriptionelle Regulation 1100, 1101  
Transkriptionsaktivatoren 476, 477  
Transkriptionsapparat 442  
Transkriptionseinheit 443, 469  
Transkriptionsfaktoren 280, 443, 473, 476  
Transkriptionsinitiations- komplex 443, 475  
Transkriptionsstart 443  
Translation 139, 437, 438, 439, 448, 449, 742  
Translationsapparat 448  
Translations-Initiations- Komplex 452  
Translokation 396  
Transmission 1449  
Transmissionselektronen- mikroskop 129  
Transpiration 806, 1035  
Transpirationsstrom 1038  
Transplantatabstoßung 1292  
Transplantation 1292  
    von Individuen 1525  
transponierbare Elemente 575, 731  
Transportepithelien 1309  
Transportprotein 170  
Transportvesikel 140, 142

# Inhaltsverzeichnis

Transposition 575, 585  
Transposon 516, 576  
Trehalose 1307  
Treibhauseffekt 1650  
Treibhausgas 846, 1648  
Trematoda 908  
Treponema pallidum 753  
Triacylglycerol 101  
Tricarbonsäurezyklus 220  
Trichechus manatus 1597  
Trichome 999  
Trichomonas vaginalis 776  
Triiodthyronin 1183  
Trimester 1354  
Tripletcode 440  
Triplet-Zustand 50  
Triploidie 396  
Trisomie 397  
Trisomie-21 395, 397  
Trisomie-X 398  
Trivialnamen siehe Phylogenie  
tRNAs 448, 449  
tRNA-Synthese 450  
Trochophora 890  
Trockenheitstoleranz 1110  
Trockenwald 1548  
Tropen 1530  
Trophiebeziehungen 1601  
Trophieebenen 1602  
trophische Effizienz 1635  
trophische Pyramide 1636  
trophische Struktur 1601  
Trophoblast 1354, 1378  
trophogene Zone 1535  
tropholytische Zone 1535  
Tropin 1182, 1183  
Tropismus 1102  
Tropomyosin 1472  
Troponin 1472  
trp-Operon 469, 470  
trp-Repressor 471  
Truckee River 1678

# Inhaltsverzeichnis

Trüffel 871  
Trypanosoma 777, 1296  
Trypsin 1212  
Tryptophan 1197  
Tryptophanbiosyntheseweg 468  
Tryptophan-Operon 469  
T-Tubuli 1472  
Tubenligatur 1358  
Tuberkulose 753, 761  
Tubulus  
    distaler 1319  
    proximaler 1317  
Tümmeler 1428  
Tumor 316  
Tumorsuppressorgene 494, 497  
Tunicata 941  
Turgeszenz 1032  
Turgor 173, 1031  
Turmfalken 1566  
Turner-Syndrom 398  
Tympuchus cupido 1666  
Typhus 762  
Tyrannosaurus rex 1139  
T-Zellen  
    cytotoxische T-Zellen 1285  
    Helfer-T-Zellen 1284  
T-Zell-Rezeptor 1279

## U

Überdruckatmung 1257  
Überernährung 1222  
Überexpression 1016  
Überfischung 1664  
Überflutungsstress 1124  
Übergangsformen 830  
Überlebenskurve 1563  
übermäßige Nutzung 1664  
Überproduktion von Nachkommen 608  
Ubichinon 224  
Ubiquitin 482  
ultimate Ursache 1489  
Ultraviolettstrahlung 1651  
Ulva 789

# Inhaltsverzeichnis

Umgebung 188  
Umschichtung 1537  
Umweltbedingungen 674  
Umweltgifte 1647  
Umweltkapazität 1570  
    globale 1583  
Umweltsanierung 556  
Umweltschutz 1522  
Umweltstress 1122  
Unabhängigkeitsregel 355  
unbegrenzttes Wachstum 1002  
Unfruchtbarkeit 1359  
Unger, Franz 347  
ungeschlechtliche Fort- pflanzung 1334  
ungeschlechtliche Vermehrung 327  
Unikonta 790  
unipolare Depression 1440  
Universalität des genetischen Codes 441  
Unterdruckatmung 1257  
Unterernährung 1202  
unvollständig dominant 358  
unvollständige Metamorphose 927  
Urdarm 1374  
Urey, Harold 675  
Urmund 1374  
Urodela 957  
Ursprung der Viren 516  
Ursus arctos horribilis 1667  
Urweltmammutbaum 833  
Uteruszyklus 1350, 1351  
Utriculus 1456  
UTRs 445

## V

Vagina 776, 1343  
Vakuole 140, 144, 1206  
Vakzin 517  
Valenzen 84  
Valenzschale 47  
Valenzstrichformel 49  
van Leeuwenhoek, Anton 1583  
van Leeuwenhoek, Antoni 770  
van Niel, Cornelius 754

# Inhaltsverzeichnis

- van Overbeck, Johannes 1106
- Van-der-Waals-Wechselwirkung 53
- Variabilität 608
  - genetische 624
- Variolaviren 517
- Vasa recta 1321
- Vasektomie 1358
- Vasodilatation 1152, 1240
- Vasokongestion 1345
- Vasokonstriktion 1152, 1240
- Vasopressin 1181
- Vasopression 1325
- vegetative Fortpflanzung 1083
- vegetative Vermehrung 1084
- vegetativer Pol 1371
- Vektor 1618
- Venen 1232
- Venenklappen 1239
- Venolen 1232
- Venter, Craig 755, 763
- Ventilation 1252
- Ventrikel 1232
- Verankerungsabhängigkeit 315
- Verbergetracht 1594
- Verbindung
  - chemische 40
- Verbreitungsgebiet
  - potenzielles 1525
- Verdampfungswärme 65
- Verdauung 1204
  - extrazelluläre 1206
  - intrazelluläre 1206
- Verdauungskanal 1207
  - Länge 1216
- Verdauungssysteme
  - Anpassung 1216
- Verdauungstrakt 909
- Verdunstung 1153
- Verdunstungskälte 65
- Veredelungsunterlage 1087
- Vererbung 326
- Vererbungslehre 326
- Verhalten 1488



# Inhaltsverzeichnis

- genetische Basis 1507
- Verhaltensökologie 1489
- Vermehrung
  - klonal 1561
- Vermehrungszyklus von HIV 515, 516
- Vernalisation 1119
- Verstärkung 1450
- Versuchsdesign 1349
- Vertebrata 938, 943
- Verteilung
  - geklumpte 1560
  - homogene 1561
  - zufällig 1561
- Verteilungsmuster
  - Auswertung 363
- Verwandtenselektion 1511
- Verwandtschaftskoeffizient 1511
- Vesikel
  - synaptische 1410
- Vestibulum 1343
- Vibrio 760
- Vibrio cholerae 752, 760, 761
- Vielzeller 685
- Vielzelligkeit 793
- Vierauge 468
- Vierbindigkeit 83
- Villi 1213
- Viren 505, 507
  - Latenz 1296
- Vireng Genome 507
- Virginia, Ross 1607
- Virion 509
- Viroide 522
- virulenter Phage 510
- Virus 506
- Viruserkrankungen 517
- Virushüllen 508, 513
- Virusinfektionen 731
- Virusvermehrung 509
- Vitalkapazität 1258
- Vitamin C 1197
- Vitamin D 1185
- Vitamin-A-Mangel 1202

# Inhaltsverzeichnis

Vitamine 1198  
Vitellogenin 1174, 1176  
Viviparie 950  
Vögel  
    phylogenetischer Stamm- baum 724  
Vogelgesang 1498  
Vogelgrippe 1618  
Vogelgrippe-Virus 520  
vollständig dominant 358  
vollständige Metamorphose 927  
Volvox 789  
von Frisch, Karl 1492  
von Linné, Carl 601, 711  
Vorderhirn 1425, 1426  
Vulpia membranacea 1575  
Vulva 1343

## W

Wachstum 1012  
    exponentielles 1568  
    primäres und sekundäres 1002  
Wachstumsfaktoren  
    insulinähnliche 1183  
    und Zellteilung 315  
Wachstumshormon 1183  
Wahrscheinlichkeits- rechnung 355, 356  
Wald 802  
Waldbrände 1610  
Walfang 1520  
Walfleisch 715  
Wall, Diana 1607  
Wallace, Alfred Russel 605  
Walters, Jeffrey 1670  
Wandermuschel 1663  
Wanderungen 1490  
Wärme 64  
Wärmeaustausch 1151  
Wärmeisolierung 1152  
Wärmeproduktion 1154  
Wärmesinnesorgane 1593  
Warnfarben 1594  
Warren, Robin 1210  
Wasser 1527

# Inhaltsverzeichnis

spezifische Wärmekapazität 64  
Wasser, Samuel 1664  
Wassermolekül 62  
Wasseroxidation  
    Photosynthese 245  
Wasserpotenzial 1029  
Wasserstoffbrückenbindung 53, 62  
Wasserstoffion 69  
Wasserstoffionendonor 70  
Wassertransport in Pflanzen 63  
Watkinson, Andrew 1575  
Watson, James 406  
Watson-Crick-Modell 413  
Wegerich-Scheckenfalter 1579  
Wehen 1355  
Wehenauslösung 1355  
Wein 1577  
Weißbandkrankheit 1617  
weiße Substanz 1422  
Weißer Rost 781  
Weizen 396, 842  
Welken 1032  
Wellenlänge 247  
Welwitschia 832  
Werkzeuggebrauch 982  
Wernicke-Areal 1434  
Westemeier, Ronald 1666  
West-Nil-Virus 518  
Wiederkäuer 1218  
Wildtyp 382  
Wildtypallel 382  
Wilson, E.O. 1660, 1661, 1682  
Wimpernflammenapparat 905  
Windkesselfunktion 1238  
Windsystem  
    globales 1531  
Winterschlaf 1161  
Wirbellose 896  
    Immunabwehr 1271  
Wirbelsäule 720  
Wirbeltiere 721  
    angeborene Immunität 1272  
Wirbeltierextremität 1391

# Inhaltsverzeichnis

Wirkungsspektrum 249  
Wirtsspektrum 509  
Wobbling 450  
Woese, Carl 750  
Wolf 714  
Wolffia 817  
Wolfsmilchgewächsen 1546  
Wu, Wei-Min 1677  
Wurmfortsatz 1215  
Wurzel 806, 817, 995  
    primäres Wachstum 1004  
Wurzeldruck 1035  
Wurzelhaarbildung 1017  
Wurzelhaare 995  
Wurzelhaube 1004  
Wurzelknöllchen 1061  
Wurzelsystem 994  
Wüsten 1533, 1545  
Wüstenheuschrecke 1154  
Wüstenleguan 1156

## X

Xanthophylle 783  
X-Chromosom 328, 383, 384, 386  
Xeroderma pigmentosum 423  
Xerophyten 1040  
Xylem 814, 817, 999, 1024  
Xylemsaft 1034

## Y

YAC 537  
Yanomami 726  
Y-Chromosom 328, 383, 384, 385  
    und Geschlecht 328  
Yellowstone-Nationalpark 1610  
Yersinia pestis 752

## Z

Zähne 1208, 1216  
    Ursprung 947  
Zahnplaque 749  
Zapfen 831, 1465  
Zea mays 559, 576  
zeitliche Summation 1412  
Zeitwahlmethode 1356

# Inhaltsverzeichnis

- Zellatmung 212, 217
  - ATP-Bildung 228
  - Regulation 235
  - Übersicht 217
- Zelldifferenzierung 486, 487, 1012, 1016, 1107, 1366
- Zellfraktionierung 132
- Zellkern 138, 286, 771
- Zellkernhülle 138
- Zellkompartimente 134
- Zellkörper 1401
- Zellkulturen
  - Biotechnologie mit 553
- Zelllinien 1016
- Zellmigration 1380
- Zelloberflächenstrukturen 739
- Zellplatte 308, 803
- Zellsaftvakuole 145
- Zellstreckung 1105
  - Orientierung 1015
- Zellteilung 300, 802
  - Ebene und Symmetrie 1014
- Zellteilungszone 1004
- zelluläre Signalverarbeitung 272
- Zellwand 155, 739, 803
  - Bildung 308
  - Mikrofibrillen 802
- Zellzyklus 303
  - Ablauf 303
  - Dauer 303
  - Interpretation 1373
  - Regulation 311
- Zellzyklus-Kontrollsystem 312
- Zellzyklusphasen 303
- Zellzyklussteuerung
  - und Krebszellen 316
- Zentrales Dogma der Molekularbiologie 439
- Zentralkanal 1422
- Zentralnervensystem (ZNS) 1401, 1420
- Zentralzylinder 1004
- Zentrifuge 132
- Zerkleinerer 1205
- Zersetzer 1561
- Zirbeldrüse 1189

# Inhaltsverzeichnis

zitterfreie Thermogenese 1155  
Zona pellucida 1370  
Zone polarisierender Aktivität 1392  
Zoonosen 519, 1618  
Zooplankton 1538, 1636  
Zoosporen 780, 788, 861  
ZPG 1569  
Zucker 95, 1197  
Zuckerahorn 1643  
Zuckerquelle 1042  
Zuckerrohr 260  
Zuckersenke 1042  
Zugorientierung 1509  
Zunge 1209  
zweihäusig 1085  
Zweijährige Pflanzen 1003  
zweikeimblättrige Pflanzen 841  
Zweikomponentensystem 757  
    Antwortregulator 757  
    Sensorkinase 757  
Zweiteilung 308, 742  
    bei Bakterien 309  
Zwillinge 1354, 1389  
Zwischenhirn 1429  
Zwitter 901  
Zwitterblüte 1071  
Zwölffingerdarm 1212  
Zygomyceten 861  
Zygosporangium 861  
Zygote 302, 396, 1073, 1334  
Zygotenbildung 1353  
Zygotenzellkern 302  
zyklischer Elektronenfluss 254  
zyklisches Adenosinmono- phosphat 283  
Zypressen 833

## Copyright

Ins Internet: Weitere Infos zum Buch, Downloads, etc.

# Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwortschutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: [info@pearson.de](mailto:info@pearson.de)

## Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.**

## Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

**<http://ebooks.pearson.de>**