

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <b>Cytologie</b>  | 1  |
| <b>1 Alle Lebewesen bestehen aus Zellen</b>   | 2  |
| 1.1 Die Kennzeichen von Lebendigem  | 2  |
| 1.2 Leben ist ein komplexes Geschehen   | 3  |
| 1.3 Zur Bedeutung und zur Geschichte der Zellbiologie                                       | 3  |
| <b>2 Die wichtigsten Untersuchungsmethoden der Zellbiologie</b>                             | 5  |
| 2.1 Lichtmikroskopie  | 5  |
| 2.2 Elektronenmikroskopie   | 5  |
| 2.3 Weiterentwicklungen in der Elektronenmikroskopie  | 7  |
| 2.4 Zellkulturen  | 9  |
| 2.5 Isolierung von Zellbestandteilen durch Zentrifugation                                   | 9  |
| 2.6 Stofftrennung durch Chromatographie   | 10 |
| 2.7 Stofftrennung durch Elektrophorese  | 10 |
| 2.8 Bestimmung der Struktur von Molekülen durch Röntgenbeugung                              | 10 |
| 2.9 Aufklärung von Molekülstrukturen durch NMR-Spektroskopie                                | 11 |
| 2.10 Aufspüren von Stoffen oder Stoffwechselwegen durch Einsatz besonderer Isotope          | 11 |
| 2.11 Aufspüren von Stoffen oder Stoffwechselwegen durch Einsatz monoklonaler Antikörper     | 11 |
| 2.12 Techniken der DNA-Rekombination (Gen-Techniken)  | 11 |
| <b>3 Zellen im lichtmikroskopischen Bild</b>  | 12 |
| 3.1 Prokaryonten und Eukaryonten  | 12 |
| 3.2 Grundbauplan der Eukaryonten-Zellen im Lichtmikroskop                                   | 13 |
| <b>4 Die wichtigsten Baustoffe, Betriebsstoffe und Wirkstoffe der Zellen</b>                | 14 |
| 4.1 Bauprinzipien biologisch wichtiger Kohlenstoffverbindungen                              | 14 |
| 4.2 Eiweiße (Peptide und Proteine)  | 14 |
| 4.3 Enzyme sind Biokatalysatoren  | 17 |
| 4.4 Kohlenhydrate   | 19 |
| 4.5 Lipide  | 20 |
| 4.6 Nucleinsäuren   | 22 |
| 4.7 Wasser  | 23 |
| 4.8 Zellen sind osmotische Systeme  | 25 |
| 4.9 Zellen befinden sich im Fließgleichgewicht  | 26 |
| <b>5 Die Zellen der Bakterien und Blaualgen (Prokaryonten)</b>                              | 28 |
| 5.1 Prokaryonten-Zellen haben einen einfacheren Grundbauplan als die Zellen der Eukaryonten | 28 |
| 5.2 Das besondere an Bakterien  | 29 |
| 5.3 Cyanobakterien (Blaualgen, blaugüne Algen)  | 29 |

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>6</b> | <b>Eukaryonten-Zellen im elektronenmikroskopischen Bild</b>                                  | <b>30</b> |
| 6.1      | Die typische Eukaryonten-Zelle   | 30        |
| 6.2      | Membranen  | 31        |
| 6.3      | Das Cytosol, das größte Kompartiment einer Zelle   | 35        |
| 6.4      | Das Cytoskelett: Stütz- und Bewegungssystem der Zellen                                       | 36        |
| 6.5      | Bewegungen der Zellen  | 39        |
| 6.6      | Das Endoplasmatische Retikulum (ER): Transport- und Informationssystem in den Zellen         | 39        |
| 6.7      | Die Ribosomen sind die Orte der Eiweißsynthese   | 40        |
| 6.8      | Der Golgi-Apparat: Sortier-, Verpackungs- und Verteilungszentrum der Zellen                  | 41        |
| 6.9      | Lysosomen, Peroxisomen, Vakuolen   | 42        |
| 6.10     | Die pflanzliche Zellwand   | 43        |
| 6.11     | Chloroplasten, die Zentren der Energiegewinnung durch Photosynthese und andere Plastiden     | 46        |
| 6.12     | Mitochondrien: Sie stellen die Energie für Energie benötigende Vorgänge in den Zellen bereit | 48        |
| 6.13     | Der Zellkern   | 49        |
|          | <b>Schlüsselbegriffe</b>   | <b>51</b> |
|          | <b>Referate</b>  | <b>52</b> |
|          | <b>Aufgaben</b>  | <b>53</b> |
|          | <b>Experimente</b>   | <b>55</b> |

# Inhaltsverzeichnis

|  |     |
|--|-----|
| <b>Genetik</b>   | 57  |
| <b>7 Cytogenetik</b>   | 58  |
| 7.1 Chromatin und Chromosomen  | 58  |
| 7.2 Zellzyklus   | 59  |
| 7.3 Zellteilung von Körperzellen: Mitose und Cytokinese                  | 60  |
| 7.4 Bildung von Keimzellen: Meiose                                       | 62  |
| 7.5 DNA-Verdopplung in der S-Phase des Interphasekerns                   | 64  |
| <b>8 Regeln bei der Vererbung von Merkmalen</b>                          | 66  |
| 8.1 Monohybrider Erbgang   | 66  |
| 8.2 Dihybrider Erbgang   | 70  |
| 8.3 Die Chromosomentheorie der Vererbung                                 | 71  |
| 8.4 Genkopplung und Genaustausch   | 71  |
| 8.5 Genkartierung mit Hilfe der Dreipunkt-Analyse                        | 74  |
| <b>9 Humangenetik</b>  | 76  |
| 9.1 Methoden der Humangenetik  | 76  |
| 9.2 Analysen von Stammbäumen   | 76  |
| 9.3 Zwillingsforschung   | 78  |
| 9.4 Blutgruppenvererbung   | 79  |
| 9.5 Das Rhesussystem   | 79  |
| 9.6 Polygenie und Polyphänie beim Menschen                               | 80  |
| 9.7 Genetische Beratung und Diagnostik                                   | 81  |
| <b>10 Molekulargenetik</b>   | 83  |
| 10.1 Nucleinsäuren als Träger der Erbinformation                         | 83  |
| 10.2 Der Genbegriff in der Molekulargenetik                              | 83  |
| 10.3 Der genetische Code   | 84  |
| 10.4 Steuerung der Arbeitsprozesse in den Zellen: die Eiweiß-Biosynthese | 84  |
| 10.5 Regulation der Genaktivität bei Prokaryonten und Eukaryonten        | 86  |
| <b>11 Veränderung von Genen und Phänen</b>                               | 88  |
| 11.1 Variabilität  | 88  |
| 11.2 Mutationen  | 88  |
| 11.3 Beispiele für Mutationen beim Menschen                              | 89  |
| 11.4 Populationsgenetik  | 91  |
| 11.5 Modifikationen  | 92  |
| <b>12 Bakterien- und Phagengenetik</b>                                   | 93  |
| 12.1 Antibiotika und Antibiotikaresistenz                                | 93  |
| 12.2 Rekombination und Konjugation bei Bakterien                         | 93  |
| 12.3 Phagengenetik   | 95  |
| <b>13 Gentechnik und Gentherapie</b>                                     | 96  |
| 13.1 Die Bedeutung von Gentechnik und Gentherapie                        | 96  |
| 13.2 Traditioneller Umgang mit Mikroorganismen                           | 96  |
| 13.3 Genübertragungen: der Natur abgeschaut                              | 96  |
| 13.4 Gentechnik im Dienste des Menschen                                  | 99  |
| <b>Schlüsselbegriffe</b>   | 104 |
| <b>Referate</b>  | 105 |
| <b>Aufgaben</b>  | 106 |
| <b>Experimente</b>   | 108 |

# Inhaltsverzeichnis

## Immunbiologie 109

### 14 Das Immunsystem der Wirbeltiere und Menschen 110

- 14.1 Abwehrsysteme – warum? 110
- 14.2 Abwehrsysteme 110
- 14.3 Das Immun-Netz und seine Glieder 111
- 14.4 Abwehr durch Antikörper – humorale Immunabwehr 111
- 14.5 Das Komplement 114
- 14.6 Die zelluläre Immunantwort 114

### 15 Medizinische Aspekte der Immunbiologie 118

- 15.1 Gesund oder krank? 118
- 15.2 Infektionskrankheiten 118
- 15.3 Immungedächtnis: natürliche und künstliche Immunisierung 119
- 15.4 Viren 120
- 15.5 AIDS 122
- 15.6 Krebs 123
- 15.7 Allergien 126
- 15.8 Transplantationen – Blutübertragungen 127

### Schlüsselbegriffe 130

### Referate 131

### Aufgaben 132

## Stoffwechsel und Energiewechsel 133

### 16 Zellstoffwechsel 134

### 17 Stoffaufnahme und Stofftransport bei Pflanzen 135

- 17.1 Stoffaufnahme durch die Wurzel 135
- 17.2 Stofftransport bei Pflanzen 136
- 17.3 Spaltöffnungen 137

### 18 Die Photosynthese der grünen Pflanzen 138

- 18.1 Die Photosynthese – der für das Leben auf der Erde konstituierende Prozess 138
- 18.2 Die Abhängigkeit der Photosyntheseleistung von Außenfaktoren 139
- 18.3 CAM-Pflanzen und C<sub>4</sub>-Pflanzen 145

### 19 Zellatmung und Gärung 146

### Schlüsselbegriffe 152

### Referate 153

### Aufgaben 154

### Experimente 156

# Inhaltsverzeichnis

## Ökologie

157

### **20 Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und Umwelt**

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 20.1 | Was ist Ökologie?   | 158 |
| 20.2 | Umweltfaktoren bestimmen Vorkommen und Verbreitung von Organismen | 159 |
| 20.3 | Organismen bevorzugen bzw. ertragen bestimmte Umweltfaktoren      | 160 |
| 20.4 | Angepasstheit von Lebewesen an ihren Standort                     | 161 |
| 20.5 | Die Umwelt – ein Komplex von Ökofaktoren                          | 162 |
| 20.6 | Nischen im Ökosystem  | 165 |

### **21 Population und ihre Dynamik**

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 21.1 | Unbegrenztes Populationswachstum                                      | 166 |
| 21.2 | Wachstum der menschlichen Bevölkerung                                 | 166 |
| 21.3 | Begrenztes Populationswachstum  | 168 |
| 21.4 | Regulierung der Bevölkerungsdichte durch innerartliche Beziehungen    | 168 |
| 21.5 | Regulierung der Bevölkerungsdichte durch zwischenartliche Beziehungen | 169 |
| 21.6 | Weitere Zwei-Populationen-Systeme                                     | 173 |

### **22 Aufbau und Funktionieren von Ökosystemen**

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 22.1 | Das Biotop Süßwassersee                                      | 175 |
| 22.2 | Der mitteleuropäische Laubmischwald als Biotop               | 177 |
| 22.3 | Nahrungsbeziehungen in einem Ökosystem                       | 178 |
| 22.4 | Besonderheiten der Nahrungsbeziehungen in einem Süßwassersee | 180 |
| 22.5 | Besondere Nahrungsbeziehungen im Ökosystem Wald              | 181 |
| 22.6 | Bedeutende globale Stoffkreisläufe                           | 183 |
| 22.7 | Entwicklung von Ökosystemen                                  | 185 |

### **23 Eingriffe des Menschen in die Ökosphäre**

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 23.1 | Die Folgen menschlicher Eingriffe in den Haushalt der Natur – früher und heute | 188 |
| 23.2 | Gewässerbelastung  | 189 |
| 23.3 | Reinigung von Abwässern  | 190 |
| 23.4 | Eutrophierung der Gewässer   | 194 |
| 23.5 | Nitrate im Trinkwasser   | 198 |
| 23.6 | Eingriffe des Menschen in das Ökosystem Wald                                   | 199 |
| 23.7 | Belastung und Schutz der Atmosphäre  | 202 |
| 23.8 | Probleme in der Landwirtschaft   | 211 |

### **Schlüsselbegriffe**

220

### **Referate**

221

### **Aufgaben**

222

### **Experimente**

226

# Inhaltsverzeichnis

|  |            |
|--|------------|
| <b>Informationsverarbeitung der Lebewesen</b>  | <b>229</b> |
| <b>24 Reizerscheinungen bei Pflanzen und Tieren</b>  | <b>230</b> |
| 24.1 „Das reizt!“  | 230        |
| 24.2 Auf welche Reize reagieren Pflanzen?  | 230        |
| 24.3 Tropismen   | 230        |
| 24.4 Nastien   | 232        |
| <b>25 Die Nervenzellen und ihre Funktion</b>   | <b>233</b> |
| 25.1 Der Bau der Nervenzelle   | 233        |
| 25.2 Membranpotentiale   | 235        |
| 25.3 Erregungsleitung  | 239        |
| 25.4 Synaptische Erregungsübertragung  | 242        |
| 25.5 Beeinflussung der Erregungsübertragung an neuromuskulären Synapsen durch Pharmaka                       | 246        |
| <b>26 Arten, Aufbau und Funktion von Muskelzellen</b>  | <b>247</b> |
| 26.1 Bau und Funktion verschiedener Muskelzelltypen  | 247        |
| 26.2 Feinbau und Funktion des quergestreiften Muskels  | 248        |
| 26.3 Erregungsauslösung an Muskeln und Kontraktion   | 250        |
| <b>27 Nervensysteme wirbelloser Tiere</b>  | <b>251</b> |
| <b>28 Das Nervensystem der Wirbeltiere und des Menschen</b>  | <b>252</b> |
| 28.1 Funktionelle Gliederung des Nervensystems bei Wirbeltieren und Mensch                                   | 252        |
| 28.2 Die schützenden Häute des Zentralnervensystems  | 252        |
| 28.3 Das Rückenmark des Menschen   | 253        |
| 28.4 Säugergehirne im Vergleich  | 255        |
| 28.5 Besonderheiten des menschlichen Gehirns   | 256        |
| 28.6 Das Vorderhirn des Menschen   | 256        |
| 28.7 Die komplexen Geschehnisse des Denkens, Lernens und Erinnerns   | 258        |
| 28.8 Das Zwischenhirn des Menschen (Diencephalon)  | 261        |
| 28.9 Das Mittelhirn des Menschen (Mesencephalon)   | 261        |
| 28.10 Das Hinterhirn des Menschen (Metencephalon)  | 261        |
| 28.11 Das Nachhirn des Menschen (Myelencephalon)   | 262        |
| 28.12 Die Formatio reticularis   | 262        |
| 28.13 Die Gehirnnerven   | 263        |
| 28.14 Beeinträchtigung des ZNS durch zivilisatorische Faktoren   | 263        |
| 28.15 Das vegetative Nervensystem  | 267        |
| <b>29 Hormone als Informationsträger</b>   | <b>269</b> |
| 29.1 Vergleich zwischen Nervensystem und Hormonsystem  | 269        |
| 29.2 Zusammenarbeit zwischen Hormonsystem und Nervensystem   | 269        |
| 29.3 Bildungsstätten der Hormone   | 270        |
| 29.4 Grundlagen der Hormonwirkung auf molekularer Ebene  | 270        |
| 29.5 Regelung und Steuerung im hierarchisch organisierten Hormonsystem am Beispiel der Schilddrüsentätigkeit | 272        |
| 29.6 Die Zuckerkrankheit – Beispiel für eine hormonell bedingte Stoffwechselstörung                          | 273        |
| 29.7 Mehrfachwirkung von Hormonen am Beispiel Oxytocin   | 275        |
| 29.8 Wichtige Hormone im Tier- und Pflanzenreich   | 276        |
| 29.9 Probleme im Zusammenhang mit der Anwendung synthetisch hergestellter Hormone                            | 276        |
| <b>Schlüsselbegriffe</b>   | <b>277</b> |
| <b>Referate</b>  | <b>278</b> |
| <b>Aufgaben</b>  | <b>279</b> |
| <b>Experimente</b>   | <b>280</b> |

# Inhaltsverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| <b>Verhaltenslehre</b>  | 281 |
| <b>30 Die Grundlagen der Verhaltenslehre</b>                            | 282 |
| 30.1 Verhalten: Um was geht es?   | 282 |
| 30.2 Fragestellungen der Verhaltensforschung                            | 282 |
| 30.3 Geschichte und Richtungen der Verhaltensforschung                  | 283 |
| 30.4 Methoden der Verhaltensforschung                                   | 283 |
| 30.5 Ursachen des Verhaltens  | 284 |
| 30.6 Vererbung von Verhalten: Hinweise aus der Genetik                  | 284 |
| <b>31 Das erbbedingte Verhalten</b>                                     | 286 |
| 31.1 Reflexe  | 286 |
| 31.2 Formstarres Verhalten (Instinktverhalten)                          | 286 |
| 31.3 Auslösende Reizkombinationen                                       | 288 |
| 31.4 Die doppelte Bedingtheit des Verhaltens (doppelte Quantifizierung) | 290 |
| 31.5 Visuelle Darstellungen von Verhaltensweisen                        | 291 |
| <b>32 Die inneren Vorgänge bei einer Handlung</b>                       | 293 |
| 32.1 Handlungsbereitschaft und auslösender Mechanismus                  | 293 |
| 32.2 Neuronale Erregungsmuster  | 294 |
| <b>33 Erlerntes Verhalten</b>   | 295 |
| 33.1 Bedeutung des Lernens  | 295 |
| 33.2 Prägung  | 296 |
| 33.3 Konditionierungen in Bezug auf eine Reizsituation                  | 296 |
| 33.4 Konditionierungen in Bezug auf eine Bewegung                       | 297 |
| <b>34 Höhere Lernvorgänge</b>   | 298 |
| 34.1 Ablösung von der Lernsituation                                     | 298 |
| 34.2 Lernen durch Einsicht  | 298 |
| 34.3 Erfahrungsbedingtes Verhalten beim Menschen                        | 299 |
| <b>35 Konkurrierende Verhaltensweisen</b>                               | 300 |
| 35.1 Intensionsbewegungen als Handlungsabbruch                          | 300 |
| 35.2 Umorientierte Handlungen als Zielwechsel                           | 300 |
| 35.3 Übersprungshandlungen als Handlungswechsel                         | 300 |
| <b>36 Sozialverhalten und Soziobiologie</b>                             | 301 |
| 36.1 Was versteht man in der Biologie unter Sozialverhalten?            | 301 |
| 36.2 Soziales Verhalten im Bereich der Fortpflanzung                    | 301 |
| 36.3 Strategien des Zusammenlebens                                      | 303 |
| 36.4 Rangordnungsverhalten  | 305 |
| 36.5 Aggressionsverhalten   | 306 |
| <b>37 Besonderheiten menschlichen Verhaltens</b>                        | 309 |
| 37.1 Was gehört zu den Besonderheiten menschlichen Verhaltens?          | 309 |
| 37.2 Methoden zur Erforschung des menschlichen Verhaltens               | 310 |
| 37.3 Territorialverhalten beim Menschen                                 | 310 |
| 37.4 Kommunikation  | 311 |
| 37.5 Aggressionsverhalten des Menschen                                  | 313 |
| 37.6 Sexualverhalten des Menschen                                       | 314 |
| 37.7 Brutpflegeverhalten beim Menschen                                  | 315 |
| <b>Schlüsselbegriffe</b>  | 316 |
| <b>Referate</b>   | 317 |
| <b>Aufgaben</b>   | 318 |
| <b>Experimente</b>  | 320 |

# Inhaltsverzeichnis

|  |     |
|--|-----|
| <b>Evolution</b>   | 321 |
| <b>38 Die Anfänge des Lebens auf der Erde</b>  | 322 |
| 38.1 Am Anfang war ...   | 322 |
| 38.2 Von der Frühzeit der Erde bis zum ersten Lebewesen:<br>die Erde – ein biochemisches Labor         | 323 |
| 38.3 Von den ersten Lebewesen bis zu den Eukaryonten   | 325 |
| <b>39 Hinweise auf die Gültigkeit der Evolutionslehre</b>  | 326 |
| 39.1 Stammverwandtschaft der höheren Lebewesen   | 326 |
| 39.2 Homologien bei körperlichen Merkmalen   | 327 |
| 39.3 Analogien   | 328 |
| 39.4 Stammbäume von Eiweißstrukturen   | 328 |
| 39.5 Homologien physiologischer Prozesse   | 329 |
| 39.6 Homologien von Embryonalstadien – biogenetische Regel   | 329 |
| 39.7 Homologien von Verhaltensweisen   | 330 |
| 39.8 Rudimentäre Organe und Atavismen  | 330 |
| 39.9 Fossilien   | 331 |
| 39.10 Lebende Fossilien  | 333 |
| 39.11 Die stammesgeschichtliche Entwicklung des Pferdes –<br>Beispiel für eine Stammbaumrekonstruktion | 334 |
| <b>40 Mechanismen der Evolution</b>  | 336 |
| 40.1 Die Vorstellungen von LAMARCK und DARWIN –<br>die synthetische Theorie der Evolution              | 336 |
| 40.2 Mutation, Selektion, Isolation: die wesentlichen „Werkzeuge“<br>der Evolution                     | 337 |
| 40.3 Warum sind Lebewesen ausgestorben?  | 340 |
| 40.4 Widersprüche und Schwächen der Evolutionstheorie  | 342 |
| <b>41 Die Entwicklungsgeschichte der Menschen</b>  | 344 |
| 41.1 Die Stellung der Menschen im natürlichen System   | 344 |
| 41.2 Anatomischer Vergleich von Menschen und Menschenaffen   | 344 |
| 41.3 Das missing link in der Entwicklungsgeschichte der Menschen                                       | 347 |
| 41.4 Die Entwicklung zum Jetztmenschen   | 348 |
| 41.5 Vom Vormenschen zur Gattung <i>Homo</i>   | 352 |
| 41.6 War <i>Homo erectus</i> der direkte Vorfahre von <i>Homo sapiens</i> ,<br>dem Jetztmenschen?      | 353 |
| 41.7 <i>Homo sapiens</i> , der Jetztmensch   | 354 |
| <b>Schlüsselbegriffe</b>   | 356 |
| <b>Referate</b>  | 357 |
| <b>Aufgaben</b>  | 358 |
| <b>Genpoolspiel</b>  | 359 |
| <b>Stichwortverzeichnis</b>  | 360 |