

| | | |
|------------|--|----|
| 1 | Zellbiologie | 1 |
| 1.1 | Methoden der Zellbiologie | 2 |
| 1.2 | Die eukaryontische Zelle besteht aus Membranen, Cytosol und Organellen | 3 |
| 1.3 | Membranen | 5 |
| 1.3.1 | Membranen haben viele Funktionen | 5 |
| 1.3.2 | Membranen ähneln sich in ihrem Aufbau | 6 |
| 1.3.3 | Wichtigstes Merkmal einer Membran: Ihre Fluidität | 7 |
| 1.3.4 | Lipide und Glycolipide sind asymmetrisch verteilt | 7 |
| 1.3.5 | Biologische Membranen enthalten Proteine und bestätigen das Fluid-Mosaic-Modell | 8 |
| 1.3.6 | Die Zellen sind außen von einer Glycokalix umgeben | 9 |
| 1.3.7 | Die Erythrocyten-Membran eignet sich besonders gut als Untersuchungsobjekt | 10 |
| 1.3.8 | Die Hauptmembran-Proteine der Erythrocyten-Membran sind Spectrin, Glycophorin und Band-III-Protein | 10 |
| 1.3.9 | Physikalische und biologische Methoden charakterisieren die Fluidität einer Membran | 12 |
| 1.3.10 | Stoffaustausch durch Membranen | 14 |
| 1.3.11 | Cytosen | 17 |
| 1.3.12 | Zellkontakte | 20 |
| 1.3.13 | Intrazelluläre Membransysteme | 29 |
| 1.3.14 | Membran-begrenzte Organellen: Lysosomen, Peroxisomen | 36 |
| 1.3.15 | Mitochondrien sind Doppelmembran-begrenzte Organellen | 38 |
| 1.3.16 | Chloroplasten sind auch von Doppelmembranen begrenzt | 42 |
| 1.3.17 | Der Nucleus besitzt ebenfalls eine Doppelmembran | 44 |
| 1.4 | Der Zellkern ist das Organell der genetischen Information | 47 |
| 1.4.1 | Im Kern ist die DNA zusammen mit Proteinen zu Chromatin organisiert | 47 |
| 1.4.2 | Spiralisierungs- und Faltungsprozesse packen die DNA auf kleinsten Raum | 47 |
| 1.4.3 | Die DNA wird zu Nucleosomen verpackt, zur 30-nm-Fiber spiralisiert und in Schleifen gelegt | 47 |
| 1.4.4 | In polytären Chromosomen werden Gene als Banden sichtbar | 49 |

| | | |
|------------|---|----|
| 1.4.5 | Transkription der DNA erfordert Dekondensierung des Chromatins | 49 |
| 1.4.6 | Das Chromatin kommt in zwei Formen vor: als Euchromatin und als Heterochromatin ... | 50 |
| 1.4.7 | Konstitutives Heterochromatin steht fakultativem gegenüber | 51 |
| 1.4.8 | 70% der DNA bestehen aus einmaligen, 30% aus repetitiven Sequenzen | 51 |
| 1.4.9 | Im Nucleus liegt der Nucleolus, der Ort der rRNA-Synthese | 52 |
| 1.5 | Zellcyclus | 53 |
| 1.5.1 | Der Zellcyclus unterteilt sich in die Phasen G ₁ , G ₂ und Mitose | 53 |
| 1.5.2 | Die Kern- und Zellteilung ist der Höhepunkt des Zellcyclus | 55 |
| 1.5.3 | Der Zellcyclus wird intensiv kontrolliert | 57 |
| 1.6 | Meiose | 58 |
| 1.6.1 | Die Prophase I ist in fünf Phasen gegliedert ... | 59 |
| 1.6.2 | Metaphase I, Anaphase I, Telophase I ähneln den Stadien einer Mitose | 61 |
| 1.6.3 | Die zweite Teilung, die Meiose II, ist eine Mitose ohne DNA-Replikation | 61 |
| 1.7 | Cytoskelett | 62 |
| 1.7.1 | Mikrotubuli | 63 |
| 1.7.2 | Mikrofilamente | 68 |
| 1.7.3 | Das Cytoskelett ist an der Zellbewegung beteiligt | 72 |
| 1.7.4 | Elemente des Cytoskeletts durchziehen die Mikrovilli | 75 |
| 1.8 | Extrazelluläre Matrix | 76 |
| | Weiterführende Literatur | 77 |
| 2 | Molekulare Biologie | 79 |
| 2.1 | Das genetische Material ist Desoxyribonucleinsäure (DNA) | 79 |
| 2.1.1 | Mit Hilfe von virulenten und avirulenten Pneumokokken bewies Avery die Transformation | 80 |
| 2.1.2 | Auch Phagenexperimente bewiesen die DNA als Informationsträger | 81 |
| 2.1.3 | Auch RNA kann Informationsträger sein | 81 |
| 2.1.4 | DNA-abhängige Enzymsynthese <i>in vitro</i> rundet die Beweiskette ab | 81 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 2.1.5 | Nucleinsäuren sind fadenförmige Makromoleküle | 82 |
| 2.1.6 | Die Struktur der DNA erklärt ihre Funktion | 84 |
| 2.2 | DNA-Replikation | 85 |
| 2.2.1 | Die DNA-Replikation braucht einen Startpunkt | 85 |
| 2.2.2 | Die Eukaryonten-DNA hat mehrere Replikations-Startpunkte | 86 |
| 2.2.3 | Die <i>DNA-Polymerase</i> ist das Replikationsenzym | 87 |
| 2.2.4 | Ein RNA-Startermolekül beginnt die Kette ... | 87 |
| 2.2.5 | Die Polymerisation erfolgt in 5'-3'-Richtung .. | 88 |
| 2.2.6 | Die RNA-Starter werden durch DNA ersetzt .. | 89 |
| 2.2.7 | Die DNA-Fragmente werden durch <i>DNA-Ligase</i> verbunden | 89 |
| 2.2.8 | Die <i>Telomerase</i> beugt der Verkürzung der Chromosomen vor | 89 |
| 2.3 | Mutation und Rekombination | 90 |
| 2.3.1 | Spontane und induzierte Mutationen ändern die Basensequenz | 90 |
| 2.3.2 | Chemische Substanzen können Mutationsauslöser sein | 92 |
| 2.3.3 | Auch Strahlen lösen Mutationen aus | 94 |
| 2.3.4 | Der Mensch kann nur eine gewisse Strahlendosis tolerieren | 95 |
| 2.3.5 | Die Mutagenität von Noxen wird durch Mutagenitätstests ermittelt | 96 |
| 2.3.6 | DNA-Schäden können durch DNA-Reparatur eliminiert werden | 98 |
| 2.3.7 | Genetisches Material kann durch Rekombination durchmischt werden | 101 |
| 2.3.8 | Rekombination erfolgt durch Bruch und Wiedervereinigung | 101 |
| 2.4 | Transkription und Reverse Transkription .. | 101 |
| 2.4.1 | RNA-Moleküle sind charakterisiert durch den Gehalt an Ribose, Uracil und ihre Einzelsträngigkeit | 101 |
| 2.4.2 | Die <i>Reverse Transkriptase</i> schreibt RNA in DNA um | 103 |
| 2.4.3 | Transkription ermöglicht Botenfunktion, Regulation und Vervielfältigung | 103 |
| 2.4.4 | Die <i>DNA-abhängige RNA-Polymerase</i> ist das Enzym der Transkription | 103 |
| 2.4.5 | mRNA, rRNA und tRNA sind die Transkriptionsprodukte | 105 |
| 2.4.6 | Viele RNAs werden als Vorstufen synthetisiert und während eines Reifungsprozesses zurechtgeschnitten | 106 |
| 2.4.7 | Die eukaryontische mRNA entsteht durch Spleißen aus hnRNA und durch Modifikation ihrer Enden | 108 |
| 2.4.8 | RNA-Redaktion (RNA-Editing) fügt ein, verändert oder entfernt Nucleotide von der mRNA | 110 |
| 2.4.9 | Ribonucleinsäuren (RNAs) können als Enzyme wirken: „ <i>Ribozyme</i> “ | 110 |
| 2.4.10 | Pseudogene werden nicht in Proteine übersetzt | 111 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 2.5 | Proteinsynthese – Translation | 111 |
| 2.5.1 | Die Proteinsynthese findet an Ribosomen statt | 111 |
| 2.5.2 | Die tRNA ist das Verbindungsmolekül zwischen Nucleotid-Code und Aminosäure ... | 112 |
| 2.5.3 | Die Bindung von Aminosäuren an ihre tRNA wird durch <i>Aminoacyl-tRNA-Synthetasen</i> katalysiert | 113 |
| 2.5.4 | Nucleotid-Triplets bilden die Grundlage des genetischen Codes | 113 |
| 2.5.5 | Der genetische Code ist degeneriert, nicht überlappend, interpunktionslos und universell | 115 |
| 2.5.6 | Synthetische, definierte Basensequenzen führten zur Entzifferung des Codes | 115 |
| 2.5.7 | Der Mechanismus der Translation ist komplex | 116 |
| 2.6 | Die Gen-Expression wird mannigfaltig reguliert | 123 |
| 2.6.1 | Die Rolle der Regulation ist ökonomischer Natur | 123 |
| 2.6.2 | Die DNA kann eliminiert oder amplifiziert werden | 124 |
| 2.6.3 | Auf dem Transkriptionsniveau wird durch kontrollierte Bereitstellung von Messenger reguliert | 124 |
| 2.6.4 | Die Mechanismen zur Regulation auf dem Translationsniveau sind zahlreich ... | 131 |
| 2.6.5 | Auch während der Proteinreifung kann reguliert werden | 132 |
| | Weiterführende Literatur | 132 |
| 3 | Genetik | 133 |
| 3.1 | Weismann und Mendel sind die Begründer der Genetik | 133 |
| 3.2 | Experimente an Erbsen zeigten die Grundgesetze der Genetik auf | 134 |
| 3.3 | Homozygotie und Heterozygotie für ein dominantes Merkmal werden im Testkreuz erkannt | 136 |
| 3.4 | Erbmerkmale werden unabhängig voneinander vererbt | 137 |
| 3.5 | Allele sind die Zustandsformen eines Gens . | 139 |
| 3.6 | Das genetische Kombinationsquadrat zeigt die Genotypen und Phänotypen der nächs- ten Generation | 141 |
| 3.7 | Gene des gleichen Chromosoms werden gekoppelt vererbt | 141 |
| 3.8 | Rekombination schränkt die Kopplung ein . | 141 |
| 3.9 | Tetradenanalyse bei <i>Neurospora</i> beweist: Rekombination durch Chromatidenüber- kreuzung (Crossing-over) | 143 |
| 3.10 | Die Häufigkeit der Rekombination zwi- schen zwei Genen gibt ihre Entfernung an . | 146 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.11 | Der Prozentsatz der Rekombination entspricht dem Verhältnis von Rekombinanten zu Gesamtnachkommen | 146 |
| 3.12 | Die physikalische Chromosomenkarte korreliert gut mit der genetischen | 147 |
| 3.13 | Die Chromosomenzuordnung von Genen erfolgt über Aberrationen, über den Erbgang (X-Chromosom) oder über somatische Zellgenetik | 148 |
| | Weiterführende Literatur | 152 |
| 4 | Humangenetik | 153 |
| 4.1 | Schwierigkeiten der Humangenetik sind bedingt durch die Art der Vermehrung und die Komplexität des Genoms | 153 |
| 4.2 | Die Stammbaumanalyse ergibt den Genotyp und den Typ des Erbgangs | 153 |
| 4.2.1 | Bei der Codominanz werden beide Allele ausgeprägt | 153 |
| 4.2.2 | Beim autosomal-dominanten Erbgang wird der Phänotyp vom dominanten Allel bestimmt | 158 |
| 4.2.3 | Beim autosomal-rezessiven Erbgang wird der defekte Phänotyp nur bei Homozygoten ausgeprägt | 160 |
| 4.2.4 | Bei der X-chromosomal-dominanten Vererbung sind auch die weiblichen Individuen betroffen | 164 |
| 4.2.5 | Bei der X-chromosomal-rezessiven Vererbung sind vor allem die Männer betroffen, die Frauen meist Konduktorinnen | 165 |
| 4.2.6 | Die Lyon-Hypothese: Nur ein X-Chromosom bleibt aktiv, alle anderen werden inaktiviert .. | 167 |
| 4.3 | Die Ausprägung des Phänotyps unterliegt Variationen | 168 |
| 4.3.1 | Genetische Konstitution und Umwelt beeinflussen die Ausprägung des Phänotyps .. | 169 |
| 4.3.2 | Penetranz und Expressivität bestimmen die Ausprägung des Genotyps | 169 |
| 4.3.3 | Viele Merkmale werden polygen vererbt | 170 |
| 4.3.4 | Das Zusammenspiel von Polygenie und Umweltfaktoren führt zur kontinuierlichen Varianz des Phänotyps | 170 |
| 4.3.5 | Die genetisch bedingte Variabilität wird durch die Heritabilität ausgedrückt | 171 |
| 4.3.6 | Monozygote Zwillinge sind isogene Menschen | 173 |
| 4.3.7 | Abweichung vom Normdurchschnitt offenbart multifaktorielle Erbleiden | 173 |
| 4.3.8 | Elterliche Prägung von Genen (imprinting of genes) kann zur Variabilität der Ausprägung führen | 174 |
| | Weiterführende Literatur | 176 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 5 | Cytogenetik | 177 |
| 5.1 | Chromosomen können spezifisch angefärbt werden | 177 |
| 5.1.1 | Zur Darstellung werden die Chromosomen in der Metaphase fixiert | 178 |
| 5.1.2 | Ein Chromosom besteht aus zwei Schwesterchromatiden, die im Zentromer zusammengehalten werden | 178 |
| 5.1.3 | Die Nucleolus-Organisator-Region liegt an Satelliten | 179 |
| 5.1.4 | Die Chromosomen werden nach Größe, Form und Banden klassifiziert | 180 |
| 5.1.5 | Chromosomale Polymorphismen sind charakteristische Merkmale | 181 |
| 5.2 | Chromosomen können Abnormitäten, Aberrationen zeigen | 181 |
| 5.2.1 | Bei numerischer Aberration ist die Zahl der Chromosomen verändert | 181 |
| 5.2.2 | Strukturelle Aberrationen sind sichtbare Veränderungen der Chromosomen | 187 |
| 5.3 | In der pränatalen Diagnose können Chromosomenaberrationen und Stoffwechseldefekte festgestellt werden | 198 |
| | Weiterführende Literatur | 199 |
| 6 | Populationsgenetik | 201 |
| 6.1 | Die Populationsgenetik untersucht das Schicksal von Allelen in Populationen .. | 201 |
| 6.2 | Die Allelfrequenzen charakterisieren den Gen-Pool | 202 |
| 6.3 | Die Heterozygotenhäufigkeit kann aus der Anzahl der Homozygoten ermittelt werden | 203 |
| 6.4 | Aus der Allelfrequenz kann die Zahl der Heterozygoten und der Homozygoten ermittelt werden | 204 |
| 6.5 | Kleine Populationen unterliegen leicht Veränderungen | 204 |
| 6.6 | Separationsmechanismen von Populationen führen zur Entstehung neuer Arten ... | 205 |
| 6.7 | Inzucht beeinflusst nicht direkt die Allelfrequenz | 206 |
| 6.8 | Genetische Risikoabschätzung erfolgt über das Bayes-Theorem | 208 |
| | Weiterführende Literatur | 209 |
| 7 | Evolution | 211 |
| 7.1 | Mutationen sind die Grundlage ständiger Veränderungen der Arten | 211 |
| 7.2 | Die Einführung der Abstammungslehre war eine geistige Revolution | 212 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 7.3 | Die Abstammungslehre oder Evolution formuliert die Regeln und Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung der Arten | 213 |
| 7.3.1 | Eine Art ist ein Kollektiv, das gegen die anderen Arten abgegrenzt ist und dessen Mitglieder miteinander unter natürlichen Bedingungen fertile Nachkommen zeugen können . | 213 |
| 7.4 | Alle Organismen sind untereinander mehr oder weniger verwandt | 214 |
| 7.4.1 | Enge Verwandtschaften können aus morphologischen und physiologischen Kriterien abgelesen werden | 214 |
| 7.4.2 | Die DNA/RNA beweist die Verwandtschaftsgrade | 214 |
| 7.4.3 | Über die Verwandtschaft chromosomaler Proteine können auch Viren in den Stammbaum eingeordnet werden | 215 |
| 7.4.4 | Sequenz-Übereinstimmungen homologer Proteine sind ebenfalls geeignet, Verwandtschaften zu beweisen | 216 |
| 7.4.5 | Die Verwandtschaftsbeziehungen aus molekularbiologischen und klassischen Methoden stimmen überein | 217 |
| 7.5 | Der radioaktive Zerfall von ^{14}C bzw. ^{40}K ermöglicht die rückwirkende Zeitmessung in der Evolution | 218 |
| 7.6 | Ein Netzwerk von Beweisen belegt die Abstammungslehre | 219 |
| 7.6.1 | Die Phylogenie (Stammesentwicklung) ist durch die Paläontologie dokumentiert | 219 |
| 7.6.2 | Lebende Fossilien vermitteln Vorstellungen zu Übergängen der Evolution | 220 |
| 7.6.3 | Die geographische Verbreitung der Arten belegt die Evolution (Biogeographie) | 220 |
| 7.6.4 | Weitere Indizien für die Evolution können aus der Individual-Entwicklung abgeleitet werden . | 220 |
| 7.7 | Alle Fakten zusammen liefern den Entwicklungsstammbaum der Organismen . . . | 229 |
| 7.7.1 | Am Anfang entstand die Erde | 229 |
| 7.7.2 | Das Leben entstand in einer langen Periode schrittweise | 229 |
| 7.7.3 | Die nächste entscheidende Entwicklungsstufe: Energiegewinnung aus dem Sonnenlicht | 230 |
| 7.7.4 | Ein weiterer Schritt der Entwicklung: die Übertragung der Energie des Protonengradienten auf ein Diphosphat zur Bildung einer neuen Phosphat-Anhydrid-Bindung | 230 |
| 7.7.5 | Die Einführung eines Redox-Nucleotids war ein kleiner, aber wichtiger Schritt | 230 |
| 7.7.6 | In 750 Millionen Jahren entwickelten sich aus den Probioten die Prokaryonten mit komplettem Intermediärstoffwechsel, Phospholipiden und Murein | 231 |
| 7.7.7 | Durch die Photosynthese entstand die Sauerstoff-Atmosphäre | 231 |
| 7.7.8 | Prokaryonten übernahmen in Symbiose mit großen kernhaltigen Zellen die Atmung und entwickelten sich zu Mitochondrien | 231 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 7.7.9 | Zellen vereinigten sich zu Kolonien, einzelne Zellen spezialisierten sich – es entwickelten sich Vielzeller | 231 |
| 7.7.10 | Die Chorda ist charakteristisch für die Chordaten | 234 |
| 7.7.11 | Die Entwicklung der Primaten wurde bedingt durch die fünffingrige Greifhand und räumliches Sehvermögen | 235 |
| 7.7.12 | Aus den Hominoidea entwickelten sich die Hominiden: <i>Ramapithecus</i> , <i>Australopithecus</i> , <i>Homo erectus</i> und <i>Homo sapiens</i> | 235 |
| | Weiterführende Literatur | 238 |

8 Fortpflanzung und Ontogenese des Menschen

8.1 Bei Pflanzen und Tieren kann die Fortpflanzung vegetativ oder sexuell erfolgen .

| | | |
|-------|---|-----|
| 8.1.1 | Vegetative Fortpflanzung erfolgt durch Sprossung, Teilung oder Sporulation | 239 |
| 8.1.2 | Die sexuelle Fortpflanzung beginnt mit der Bildung von Gameten und deren Kopulation . | 239 |

8.2 Beim Menschen werden die Keimzellen bereits im frühen Embryo angelegt

| | | |
|-------|--|-----|
| 8.2.1 | Die Sex-Determination erfolgt in der Embryonalentwicklung durch das SRY-Genprodukt (sex reversal on Y) | 240 |
| 8.2.2 | Spermien werden während der gesamten Zeit der sexuellen Reife gebildet | 241 |
| 8.2.3 | Die weiblichen Keimzellen werden im Embryo vorgefertigt und dann später abgerufen | 242 |
| 8.2.4 | Im Monatscyclus erfolgt die Bereitstellung der befruchtungsfähigen Eizelle (Menstruationscyclus) | 245 |
| 8.2.5 | Die Befruchtung ist ein sehr komplexer biochemischer Prozess, der in der Ampulle des Oviducts stattfindet | 247 |
| 8.2.6 | Während der Wanderung der befruchteten Eizelle vom Oviduct in den Uterus finden die ersten Teilungen statt | 249 |

8.3 In der frühen Phase der Embryonalentwicklung der Vertebraten werden die Stadien Morula, Blastula und Gastrula durchlaufen

| | | |
|-------|--|-----|
| 8.3.1 | In der Gastrula entstehen die Keimblätter: Ektoderm, Entoderm und Mesoderm | 250 |
| 8.3.2 | Die Gewebe entstehen durch Zelldifferenzierung und Zellkontakte | 251 |
| 8.3.3 | Ein Teil des Mammalia-Embryos spezialisiert sich auf die Nahrungsaufnahme | 253 |
| 8.3.4 | Die drei Keimblätter entwickeln sich zu Organgruppen | 253 |
| 8.3.5 | Die Doppelschicht Ektoderm/Entoderm zwischen Amnion und sekundärem Dottersack bildet den Embryonalschild | 255 |

8.4 Placenta, Allantois und Dottersack sind für die Entwicklung notwendig

| | | |
|------------|---|-----|
| 8.5 | Die fortgeschrittene Embryonal- entwicklung des Menschen offenbart die phylogenetische Abstammung | 258 |
| 8.5.1 | Die Entwicklung von Kiemen belegt die phylogenetische Verwandtschaft mit den Fischen | 258 |
| 8.5.2 | Die Lunge entwickelt sich aus einer Darmknospung | 259 |
| 8.5.3 | Aus dem Ektoderm bildet sich die Neural- platte, aus der das Nervensystem hervorgeht . | 259 |
| 8.5.4 | Die Augen sind eine Spezialentwicklung des Zentralnervensystems | 260 |
| 8.5.5 | Anhand der Embryogenese des Kreislaufs lässt sich besonders gut die phylogenetische Herkunft des Menschen dokumentieren | 262 |
| 8.5.6 | Beim menschlichen Embryo werden wie in der Phylogenie Vor-, Ur- und Nachniere angelegt | 263 |
| 8.5.7 | Die Embryonalentwicklung unterliegt bei Metazoen vergleichbaren Mechanismen | 264 |
| | Weiterführende Literatur | 268 |
| 9 | Immunbiologie | 269 |
| 9.1 | Das Immunsystem | 269 |
| 9.1.1 | Antikörper dienen der Infektionsabwehr | 269 |
| 9.1.2 | Die Entdeckung der Immunität war einer der entscheidenden Fortschritte der Medizin . | 269 |
| 9.1.3 | Antikörper und Antigen bilden Komplexe | 269 |
| 9.1.4 | Weiße Blutzellen können primäre und sekundäre Immunantwort vermitteln und immunologisches Gedächtnis entwickeln | 270 |
| 9.1.5 | Neben der durch Antikörper gebildeten humoralen Immunität spielt die zelluläre Immunität eine Rolle | 271 |
| 9.1.6 | T-Lymphocyten erkennen fremde Histocompatibilitätsgene | 272 |
| 9.1.7 | T-Lymphocyten unterscheiden sich nach ihrer Funktion in cytotoxische T-Lymphocyten und T-Helferzellen | 273 |
| 9.2 | Immunglobuline | 274 |
| 9.2.1 | Die Immunglobuline bestehen aus leichten und schweren Ketten | 274 |
| 9.2.2 | Die verschiedenen Immunglobulinklassen haben unterschiedliche Aufgaben | 276 |
| 9.2.3 | Die Individualität der Antikörper wird durch ihre Bildung bestimmt | 277 |
| 9.3 | Eine funktionierende Immunabwehr erfordert das Zusammenspiel hoch differenzierter Zellen | 279 |
| 9.3.1 | Lymphocytenstimulierung erfolgt durch Bin- dung des Antigens an das spezifische Ober- flächen-Ig von B-Lymphocyten | 280 |
| 9.3.2 | Die Proliferation eines Lymphocyten führt zu monoklonalen Antikörpern | 281 |
| 9.3.3 | Pathologische Veränderungen des Immun- systems führen zu ernsten Krankheiten | 282 |
| | Weiterführende Literatur | 283 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 10 | Mikrobiologie | 285 |
| 10.1 | Prokaryonten sind kernlose Zellen | 286 |
| 10.1.1 | Die Bakterienzellen haben Murein-haltige Zellwände | 286 |
| 10.1.2 | Die bakterielle Zellwand trägt Kapsel, Pili und Flagellen | 289 |
| 10.1.3 | Bazillen und Clostridien sind Sporenbildner .. | 290 |
| 10.1.4 | Bakterien synthetisieren ihre Bestandteile aus einfachen Bausteinen | 291 |
| 10.1.5 | Spezielle Bedürfnisse einzelner Bakterien- stämme können für „biologische quantitative Tests“ ausgenutzt werden | 291 |
| 10.1.6 | Bakterien vermehren sich unter optimalen Bedingungen exponentiell | 293 |
| 10.1.7 | Mikroorganismen werden durch Desinfektion oder Sterilisation abgetötet | 294 |
| 10.1.8 | Die genetische Konstellation von Bakterien kann durch DNA-Transfer verändert werden . | 300 |
| 10.2 | Spezielle Bakteriologie: Die Einteilung der Bakterien kann unter den verschiedensten Gesichtspunkten erfolgen | 304 |
| 10.2.1 | Bakterien werden nach ihrer Färbbarkeit in grampositiv und gramnegativ eingeteilt ... | 304 |
| 10.2.2 | Bakterien können auch nach Gestalt oder nach physiologischen Kriterien eingeteilt werden .. | 305 |
| 10.2.3 | Obligat parasitäre Bakterien (bakterienähn- liche, prokaryonte Mikroorganismen) können sich nicht unabhängig vermehren ... | 306 |
| 10.3 | Pilze | 308 |
| 10.3.1 | Pathogene Pilze haben besonders in der Dermatologie Bedeutung | 308 |
| 10.3.2 | Pilze mit großem Fruchtkörper synthetisieren viele eigenartige, teilweise giftige Verbin- dungen | 309 |
| | Weiterführende Literatur | 310 |
| 11 | Virologie | 311 |
| 11.1 | Bakterielle Viren (Bakteriophagen) sind ausgezeichnete Modelle für die Moleku- larbiologie | 311 |
| 11.1.1 | Grundtechnik der Phagenforschung ist die Plauebildung auf einem Bakterienrasen | 311 |
| 11.1.2 | Viren sind Nucleinsäure-Protein-Komplexe ... | 312 |
| 11.1.3 | Ein spezifisches Methyl-Muster der DNA (Modifikation) ermöglicht es der Zelle, Fremd-DNA zu erkennen | 313 |
| 11.1.4 | Viren haben raffinierte Strategien entwickelt, um die Gen-Expression umzusteuern | 314 |
| 11.1.5 | Das Genom einiger Viren kann in das Wirts- genom einrekombiniert werden und so per- sistieren, bis es wieder ausgeschnitten wird: Lysogenie | 315 |
| 11.2 | Tierische Viren haben große praktische Bedeutung | 317 |
| 11.2.1 | Viren können in Tieren oder in Zellkultur gezüchtet werden | 317 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 11.2.2 | Viren können wie große Proteine gereinigt werden | 317 |
| 11.2.3 | Viren werden wie Makromoleküle charakterisiert | 317 |
| 11.2.4 | Viren sind phylogenetisch mit Zellen verwandt | 318 |
| 11.2.5 | Die Virusentwicklung hat eine Frühphase, in der der Wirt entmachtet wird, und eine späte oder Replikationsphase | 319 |
| 11.2.6 | Schutzimpfung ist das beste Mittel gegen Virusepidemien | 324 |
| 11.2.7 | Virusinfektionen während der Schwangerschaft können zu Missbildungen führen | 325 |
| 11.2.8 | Interferone sind zelleigene Abwehrproteine .. | 325 |
| 11.2.9 | Tumoviren | 326 |
| 11.2.10 | Oncogene aktivieren die Proliferationssignalkette | 328 |
| 11.2.11 | Tumorsuppressorgene bremsen die Tumorentstehung | 330 |
| 11.2.12 | Viroide | 332 |
| | Weiterführende Literatur | 332 |

12 Gentechnologie

| | | |
|--------|---|-----|
| 12.1 | Die Strategie der Klonierung beinhaltet das Einsetzen der Passagier-DNA, das Einschleusen des beladenen Vektors und seine Vermehrung | 333 |
| 12.1.1 | Isolierung der Passagier-DNA | 333 |
| 12.1.2 | Der Vektor muss autonom replizieren, Passagier-DNA aufnehmen und in Wirtszellen eingeschleust werden können | 335 |
| 12.1.3 | Entscheidend ist der gezielte Einbau der Passagier-DNA in den Vektor | 339 |
| 12.1.4 | Einschleusen des Vektors mit der Passagier-DNA in die Wirtszelle erfolgt durch DNA-Transformation, Infektion oder Elektroporation | 342 |
| 12.1.5 | Die Vermehrung von beladenen Vektoren erfolgt als Plasmid oder als Virus | 342 |
| 12.1.6 | Die Selektion für spezifische, klonierte DNAs kann über die DNA oder die Genprodukte erfolgen | 342 |
| 12.1.7 | Präparation der klonierten Passagier-DNA .. | 343 |
| 12.2 | Die durch Gentechnologie gewonnene DNA kann analysiert und als Matrize für die Produktion spezifischer Genprodukte benutzt werden | 345 |
| 12.2.1 | Charakterisierung von Genen und der dazugehörigen Signale | 345 |
| 12.2.2 | Produktion schwer zugänglicher Proteine ... | 350 |
| 12.2.3 | Transgene Tiere zeigen die funktionelle Rolle eines Gens | 351 |
| | Weiterführende Literatur | 353 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| 13 | Parasitologie | 355 |
| 13.1 | Allgemeine Parasitologie | 355 |
| 13.1.1 | Mehr als eine Milliarde Menschen leiden unter Parasiten | 355 |
| 13.1.2 | Die sexuelle Vermehrung der Parasiten erfolgt im Endwirt, die asexuelle im Zwischenwirt | 355 |
| 13.1.3 | Die Pathogenitätsmechanismen der Parasiten sind sehr unterschiedlich | 356 |
| 13.1.4 | Um den Wirt ausnutzen zu können, müssen die Abwehrmechanismen überlistet werden . | 357 |
| 13.1.5 | Der Nachweis des Parasitenbefalls erfolgt direkt oder über serologische und immuno- logische Techniken | 357 |
| 13.2 | Spezielle Parasitologie | 359 |
| 13.2.1 | Einteilung | 359 |
| 13.2.2 | Parasitäre Protozoen (Einzeller) | 359 |
| 13.2.3 | Plathelminthes (Plattwürmer) und Nemathelminthes (Schlauchwürmer) | 364 |
| 13.2.4 | Arthropoden (Gliederfüßler) | 370 |
| | Weiterführende Literatur | 375 |
| 14 | Ökologie | 377 |
| 14.1 | Die Autökologie analysiert die Wechsel- wirkung des Einzelorganismus mit der Umwelt | 377 |
| 14.1.1 | Die Umwelt setzt sich aus belebten (biotischen) und unbelebten (abiotischen) Faktoren zusammen | 377 |
| 14.1.2 | Biotop und Biozönose bilden das Ökosystem | 378 |
| 14.1.3 | Organismen, die an enge Bedingungen ge- bunden sind, sind stenopotent (stenök), anpassungsfähige nennt man eurypotent (euryök) | 378 |
| 14.1.4 | Tiere mit konstanter Körpertemperatur sind homoiotherm, die mit wechselnder poikilotherm | 379 |
| 14.1.5 | Ein weiterer lebensnotwendiger abiotischer Faktor ist das Sonnenlicht | 379 |
| 14.2 | Biotische Faktoren regulieren die Popula- tionen des Ökosystems (Synökologie) | 380 |
| 14.2.1 | Konkurrenz führt zur Einnischung | 380 |
| 14.2.2 | Endogene Rhythmen sind wichtige biotische Faktoren | 380 |
| 14.2.3 | Das Räuber-Beute-Prinzip ist eine Grundlage des Ökosystems und Beispiel für ein biozönotisches Gleichgewicht | 383 |
| 14.2.4 | Symbiosen sind Lebensgemeinschaften zum gegenseitigen Nutzen | 384 |
| 14.2.5 | Beim Parasitismus ist der Nutzen einseitig .. | 384 |
| 14.3 | Im Ökosystem sind die Organismen durch Kreisläufe der Energie und von Stoffen, die abgegeben und aufgenommen werden, miteinander verbunden | 385 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 14.3.1 | Der Kreislauf der Energie geht von den autotrophen Pflanzen über die heterotrophen Konsumenten und Destruenten ... | 385 |
| 14.3.2 | Kreisläufe der Elemente Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff sind wichtig für die Biomasse | 385 |
| 14.3.3 | Jede Konsumentenstufe reduziert die Energieausbeute auf ein Zehntel | 386 |
| 14.4 | Die Bedingungen im Ökosystem regulieren die Population (Populationsökologie) | 387 |
| 14.4.1 | Die Populationsgröße wird von dichteunabhängigen (abiotischen) und dichteabhängigen (biotischen) Faktoren bestimmt .. | 387 |
| 14.4.2 | Populationspyramiden geben Aufschluss über die Struktur der Population | 387 |
| 14.4.3 | Die natürlichen Faktoren versagen, um die menschliche Population zu regulieren | 388 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 14.4.4 | Die Bevölkerungsexplosion gefährdet die Ökosphäre | 389 |
| 14.4.5 | Die katastrophale Verschmutzung der Gewässer zeigt die ruinöse Wirkung der menschlichen Population auf die Ökosysteme | 389 |
| 14.4.6 | Die Ozonschicht der Stratosphäre schützt vor kurzweiligem UV | 390 |
| 14.4.7 | Bodennahes Ozon ist ein starkes Gift | 391 |
| 14.4.8 | Das zunehmende CO ₂ der Atmosphäre verursacht den Treibhauseffekt | 391 |
| | Weiterführende Literatur | 392 |

| | |
|----------------------|-----|
| Glossar | 393 |
|----------------------|-----|

| | |
|------------------------------|-----|
| Sachverzeichnis | 405 |
|------------------------------|-----|