

Inhaltsverzeichnis

1 Zellbiologie	1		
1.1 Methoden der Zellbiologie	1		
1.2 Die eukaryontische Zelle besteht aus Membranen, Cytosol und Organellen	3		
1.3 Membranen	4		
1.3.1 Membranen haben viele Funktionen	4		
1.3.2 Membranen ähneln sich in ihrem Aufbau	5		
1.3.3 Wichtigstes Merkmal einer Membran: Ihre Fluidität	6		
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. Die Basalmembran bildet den Übergang zum Bindegewebe	9		
1.3.7 Die Erythrocyten-Membran eignet sich besonders gut als Untersuchungsobjekt	10		
1.3.8 Die Hauptmembran-Proteine der Erythrocyten-Membran sind Spektrin, 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	13		
1.3.11 Cytosen	17		
1.3.12 Zellkontakte	21		
1.3.13 Intrazelluläre Membransysteme	28		
1.3.14 Membran-begrenzte Organellen: Lysosomen, Peroxisomen	35		
1.3.15 Mitochondrien sind Doppelmembran-begrenzte Organellen	38		
1.3.16 Chloroplasten sind auch von Doppelmembranen begrenzt	41		
1.3.17 Der Nucleus besitzt ebenfalls eine Doppelmembran	43		
1.4 Der Zellkern ist das Organell der genetischen Information	44		
1.4.1 Im Kern ist die DNA zusammen mit Proteinen zu Chromatin organisiert	44		
1.4.2 Spiralisierung- und Faltungsprozesse packen die DNA auf kleinsten Raum	46		
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	48		
1.4.5 Transkription der DNA erfordert Dekondensierung des Chromatins	48		
1.4.6 Das Chromatin kommt in zwei Formen vor: als Euchromatin und als Heterochromatin	49		
1.4.7 Konstitutives Heterochromatin steht fakultativem gegenüber	49		
1.4.8 30% der DNA wird transkribiert, 70% besteht aus repetitiven Sequenzen	50		
1.4.9 Im Nucleus liegt der Nucleolus, der Ort der rRNA-Synthese	51		
1.5 Zellcyclus	51		
1.5.1 Der Zellcyclus unterteilt sich in die Phasen G ₁ , G ₂ , die S-Phase und die Mitose	51		
1.5.2 Die Kern- und Zellteilung ist der Höhepunkt des Zellcyclus	52		
1.5.3 Der Zellcyclus wird intensiv kontrolliert	55		
1.6 Meiose	57		
1.6.1 Die Prophase I ist in fünf Phasen gegliedert	58		
1.6.2 Metaphase I, Anaphase I, Telophase I ähneln den Stadien einer Mitose	59		
1.6.3 Die zweite Teilung, die Meiose II, ist eine Mitose ohne DNA-Replikation	59		
1.7 Cytoskelett	60		
1.7.1 Mikrotubuli	61		
1.7.2 Mikrofilamente	66		
1.7.3 Das Cytoskelett ist an der Zellbewegung beteiligt	70		
1.7.4 Elemente des Cytoskeletts durchziehen die Mikrovilli	71		
1.8 Extrazelluläre Matrix	73		
Weiterführende Literatur	74		
2 Molekulare Biologie	75		
2.1 Das genetische Material ist Desoxyribonucleinsäure (DNA)	75		
2.1.1 Mit Hilfe von virulenten und avirulenten Pneumokokken bewies Avery die Transformation	75		
2.1.2 Auch Phagenexperimente bewiesen die DNA als Informationsträger	76		

2.1.3	Auch RNA kann Informationsträger sein	77	2.4.8	RNA-Redaktion (RNA-Editing) fügt ein, verändert oder entfernt Nucleotide von der mRNA	104
2.1.4	DNA-abhängige Enzymsynthese in vitro rundet die Beweiskette ab	77	2.4.9	RNAs können als Enzyme wirken: „Ribozyme“	106
2.1.5	Nucleinsäuren sind fadenförmige Makromoleküle	77	2.4.10	RNAs wirken als Aptamere in der Medizin	106
2.1.6	Die Struktur der DNA erklärt ihre Funktion	78	2.4.11	Pseudogene werden nicht in Proteine übersetzt	107
2.2	DNA-Replikation	80	2.5	Proteinsynthese – Translation	107
2.2.1	Die DNA-Replikation braucht einen Startpunkt	80	2.5.1	Die Proteinsynthese findet an Ribosomen statt	107
2.2.2	Die Eukaryonten-DNA hat mehrere Replikations-Startpunkte	81	2.5.2	Die tRNA ist das Verbindungsmolekül zwischen Nucleotid-Code und Aminosäure	108
2.2.3	Die DNA-Polymerase ist das Replikationsenzym	82	2.5.3	Die Bindung von Aminosäuren an ihre tRNA wird durch Aminoacyl-tRNA-Synthetasen katalysiert	109
2.2.4	Ein RNA-Startermolekül beginnt die Kette	82	2.5.4	Nucleotid-Triplets bilden die Grundlage des genetischen Codes	109
2.2.5	Die Polymerisation erfolgt in 5'-3'-Richtung	82	2.5.5	Der genetische Code ist degeneriert, nicht überlappend, interpunktionslos und universell	110
2.2.6	Die RNA-Starter werden durch DNA ersetzt	83	2.5.6	Synthetische, definierte Basensequenzen führten zur Entzifferung des Codes	110
2.2.7	Die DNA-Fragmente werden durch DNA-Ligase verbunden	83	2.5.7	Der Mechanismus der Translation ist komplex	112
2.2.8	Die Telomerase beugt der Verkürzung der Chromosomen vor	84	2.6	Die Genexpression wird mannigfaltig reguliert	118
2.3	Mutation und Rekombination	84	2.6.1	Die Rolle der Regulation ist ökonomischer Natur	118
2.3.1	Spontane und induzierte Mutationen ändern die Basensequenz	84	2.6.2	Die DNA kann eliminiert oder amplifiziert werden	119
2.3.2	Chemische Substanzen können Mutationsauslöser sein	86	2.6.3	Auf dem Transkriptionsniveau wird durch kontrollierte Bereitstellung von Messenger reguliert	120
2.3.3	Auch Strahlen lösen Mutationen aus	88	2.6.4	Die Mechanismen zur Regulation auf dem Translationsniveau sind zahlreich	126
2.3.4	Der Mensch kann nur eine gewisse Strahlendosis tolerieren	90	2.6.5	Kleine RNAs vermitteln RNA-Interferenz	127
2.3.5	Die Mutagenität von Noxen wird durch Mutagenitätstests ermittelt	91	2.6.6	Auch während der Proteinreifung kann reguliert werden	128
2.3.6	DNA-Schäden können durch DNA-Reparatur eliminiert werden	92		Weiterführende Literatur	128
2.3.7	Genetisches Material kann durch Rekombination durchmischt werden	96	3	Genetik	131
2.3.8	Rekombination erfolgt durch Bruch und Wiedervereinigung	96	3.1	Weismann und Mendel sind die Begründer der Genetik	131
2.4	Transkription und Reverse Transkription	97	3.2	Experimente an Erbsen zeigten die Grundgesetze der Genetik auf	132
2.4.1	RNA-Moleküle sind charakterisiert durch den Gehalt an Ribose, Uracil und ihre Einzelsträngigkeit	97	3.3	Homozygotie und Heterozygotie für ein dominantes Merkmal werden im Testkreuz erkannt	134
2.4.2	Die Reverse Transkriptase schreibt RNA in DNA um	97	3.4	Erbmerkmale werden unabhängig voneinander vererbt	134
2.4.3	Transkription ermöglicht Botenfunktion, Regulation und Vervielfältigung	97	3.5	Allele sind die Zustandsformen eines Gens	134
2.4.4	Die DNA-abhängige RNA-Polymerase ist das Enzym der Transkription	98	3.6	Das genetische Kombinationsquadrat zeigt die Genotypen und Phänotypen der nächsten Generation	137
2.4.5	mRNA, rRNA und tRNA sind Transkriptionsprodukte	100	3.7	Gene des gleichen Chromosoms werden gekoppelt vererbt	138
2.4.6	Viele RNAs werden als Vorstufen synthetisiert und während eines Reifungsprozesses zurechtgeschnitten	100			
2.4.7	Die eukaryontische mRNA entsteht durch Spleißen aus hnRNA und durch Modifikation ihrer Enden	103			

3.8	Rekombination schränkt die Kopplung ein	138	4.3.7	Epigenetik: die Vererbung von Chromatinveränderungen erlangt große Bedeutung	168
3.9	Tetradenanalyse bei <i>Neurospora</i> beweist: Rekombination durch Chromatidenüberkreuzung (Crossing-over)	139	4.3.8	Elterliche Prägung von Genen (imprinting of genes) kann zur Variabilität der Ausprägung führen	170
3.10	Die Häufigkeit der Rekombination zwischen zwei Genen gibt ihre Entfernung an	141		Weiterführende Literatur	171
3.11	Der Prozentsatz der Rekombination entspricht dem Verhältnis von Rekombinanten zu Gesamtnachkommen	141	5 Cytogenetik		173
3.12	Die physikalische Chromosomenkarte korreliert gut mit der genetischen	142	5.1 Chromosomen können spezifisch angefärbt werden		173
3.13	Die Chromosomenzuordnung von Genen erfolgt über Aberrationen, über den Erbgang (X-Chromosom) oder über somatische Zellgenetik	143	5.1.1	Zur Darstellung werden die Chromosomen in der Metaphase fixiert	174
	Weiterführende Literatur	147	5.1.2	Ein Chromosom besteht aus zwei Schwesterchromatiden, die im Zentromer zusammengehalten werden	175
4 Humangenetik		149	5.1.3	Die Nucleolus-Organisator-Region liegt an Satelliten	176
4.1	Schwierigkeiten der Humangenetik sind bedingt durch die Art der Vermehrung und die Komplexität des Genoms	149	5.1.4	Die Chromosomen werden nach Größe, Form und Banden klassifiziert	177
4.2	Die Stammbaumanalyse ergibt den Genotyp und den Typ des Erbgangs	149	5.1.5	Chromosomale Polymorphismen sind charakteristische Merkmale	177
4.2.1	Bei der Codominanz werden beide Allele ausgeprägt	150	5.2 Chromosomen können Abnormitäten, Aberrationen, zeigen		178
4.2.2	Beim autosomal-dominanten Erbgang wird der Phänotyp vom dominanten Allel bestimmt	154	5.2.1	Bei numerischer Aberration ist die Zahl der Chromosomen verändert	178
4.2.3	Beim autosomal-rezessiven Erbgang wird der defekte Phänotyp nur bei Homozygoten ausgeprägt	155	5.2.2	Strukturelle Aberrationen sind sichtbare Veränderungen der Chromosomen	184
4.2.4	Bei der X-chromosomal-dominanten Vererbung sind weibliche Individuen doppelt so häufig betroffen wie männliche	159	5.3 In der pränatalen Diagnose können Chromosomenaberrationen und Stoffwechseldefekte festgestellt werden		193
4.2.5	Bei der X-chromosomal-rezessiven Vererbung sind vor allem die Männer betroffen, die Frauen meist Konduktorinnen	160	5.3.1	Präimplantations-Diagnostik	195
4.2.6	Die Lyon-Hypothese: Nur ein X-Chromosom bleibt aktiv, alle anderen werden inaktiviert	162		Weiterführende Literatur	195
4.3	Die Ausprägung des Phänotyps unterliegt Variationen	163	6 Populationsgenetik		197
4.3.1	Genetische Konstitution und Umwelt beeinflussen die Ausprägung des Phänotyps	163	6.1 Die Populationsgenetik untersucht das Schicksal von Allelen in Populationen		197
4.3.2	Penetranz und Expressivität bestimmen die Ausprägung des Genotyps	164	6.2 Die Allelfrequenzen charakterisieren den Gen-Pool		197
4.3.3	Viele Merkmale werden polygen vererbt	165	6.3 Die Heterozygotenhäufigkeit kann aus der Anzahl der Homozygoten ermittelt werden		199
4.3.4	Das Zusammenspiel von Polygenie und Umweltfaktoren führt zur kontinuierlichen Varianz des Phänotyps	165	6.4 Aus der Allelfrequenz kann die Zahl der Heterozygoten und der Homozygoten ermittelt werden		199
4.3.5	Monozygote Zwillinge sind isogene Menschen	166	6.5 Kleine Populationen unterliegen leicht Veränderungen		200
4.3.6	Abweichung vom Normdurchschnitt offenbart multifaktorielle Erbleiden	167	6.6 Separationsmechanismen von Populationen führen zur Entstehung neuer Arten		201
			6.7 Inzucht beeinflusst nicht direkt die Allelfrequenz		201
			6.8 Genetische Risikoabschätzung erfolgt über das Bayes-Theorem		202
			Weiterführende Literatur		204

7	Evolution	205		
7.1	Mutationen sind die Grundlage ständiger Veränderungen der Arten	205	7.7.6	In 750 Millionen Jahren entwickelten sich aus den Probiotanten die Prokaryonten mit komplettem Intermediärstoffwechsel, Phospholipiden und Murein 222
7.2	Die Einführung der Abstammungslehre war eine geistige Revolution	206	7.7.7	Durch die Photosynthese entstand die Sauerstoff-Atmosphäre 222
7.3	Die Abstammungslehre oder Evolution formuliert die Regeln und Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung der Arten	207	7.7.8	Prokaryonten übernahmen in Symbiose mit großen kernhaltigen Zellen die Atmung und entwickelten sich zu Mitochondrien 222
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	207	7.7.9	Zellen vereinigten sich zu Kolonien, einzelne Zellen spezialisierten sich – es entwickelten sich Vielzeller 223
7.4	Alle Organismen sind untereinander mehr oder weniger verwandt	208	7.7.10	Die Chorda ist charakteristisch für die Chordaten 225
7.4.1	Enge Verwandtschaften können aus morphologischen und physiologischen Kriterien abgelesen werden	208	7.7.11	Die Entwicklung der Primaten wurde bedingt durch die fünffingrige Greifhand und räumliches Sehvermögen 225
7.4.2	Die DNA/RNA beweist die Verwandtschaftsgrade	208	7.7.12	Aus den Hominoidea entwickelten sich Ramapithecus, <i>Australopithecus</i> und die Hominiden <i>Homo erectus</i> und <i>Homo sapiens</i> Weiterführende Literatur 228
7.4.3	Sequenz-Übereinstimmungen homologer Proteine sind ebenfalls geeignet, Verwandtschaften zu beweisen	209		
7.4.4	Die Verwandtschaftsbeziehungen aus molekularbiologischen und klassischen Methoden stimmen überein	210	8	Fortpflanzung und Ontogenese des Menschen 229
7.5	Der radioaktive Zerfall von ¹⁴C bzw. ⁴⁰K ermöglicht die rückwirkende Zeitmessung in der Evolution	210	8.1	Bei Pflanzen und Tieren kann die Fortpflanzung vegetativ oder sexuell erfolgen 229
7.6	Ein Netzwerk von Beweisen belegt die Abstammungslehre	211	8.1.1	Vegetative Fortpflanzung erfolgt durch Sprossung, Teilung oder Sporulation 229
7.6.1	Die Phylogenie (Stammesentwicklung) ist durch die Paläontologie dokumentiert	211	8.1.2	Die sexuelle Fortpflanzung beginnt mit der Bildung von Gameten und deren Kopulation 229
7.6.2	Lebende Fossilien vermitteln Vorstellungen zu Übergängen der Evolution	212	8.2	Beim Menschen werden die Keimzellen bereits im frühen Embryo angelegt 229
7.6.3	Die geographische Verbreitung der Arten belegt die Evolution (Biogeographie)	212	8.2.1	Die Sex-Determination erfolgt in der Embryonalentwicklung durch das SRY-Genprodukt 229
7.6.4	Weitere Indizien für die Evolution können aus der Individual-Entwicklung abgeleitet werden	213	8.2.2	Spermien werden während der gesamten Zeit der sexuellen Reife gebildet 231
7.7	Alle Fakten zusammen liefern den Entwicklungstammbaum der Organismen	220	8.2.3	Die weiblichen Keimzellen werden im Embryo vorgefertigt und dann später abgerufen 232
7.7.1	Am Anfang entstand die Erde	220	8.2.4	Im Monatscyclus erfolgt die Bereitstellung der befruchtungsfähigen Eizelle (Menstruationscyclus) 235
7.7.2	Das Leben entstand in einer langen Periode schrittweise	220	8.2.5	Die Befruchtung ist ein sehr komplexer biochemischer Prozess, der in der Ampulle des Oviducts stattfindet 236
7.7.3	Die nächste entscheidende Entwicklungsstufe: Energiegewinnung aus dem Sonnenlicht	221	8.2.6	Während der Wanderung der befruchteten Eizelle vom Oviduct in den Uterus finden die ersten Teilungen statt 238
7.7.4	Ein weiterer Schritt der Entwicklung: die Übertragung der Energie des Protonengradienten auf ein Diphosphat zur Bildung einer neuen Phosphat-Anhydrid-Bindung	221	8.3	In der frühen Phase der Embryonalentwicklung der Vertebraten werden die Stadien Morula, Blastula und Gastrula durchlaufen 238
7.7.5	Die Einführung eines Redox-Nucleotids war ein kleiner, aber wichtiger Schritt auf dem Weg zum Probiotanten	221		

8.3.1	In der Gastrula entstehen die Keimblätter: Ektoderm, Entoderm und Mesoderm	239	9.2.2	Die verschiedenen Immunglobulinklassen haben unterschiedliche Aufgaben	263
8.3.2	Die Gewebe entstehen durch Zelldifferenzierung und Zellkontakte	240	9.2.3	Die Individualität der Antikörper wird durch ihre Bildung bestimmt	265
8.3.3	Ein Teil des Mammalia-Embryos spezialisiert sich auf die Nahrungsaufnahme	242	9.3 Eine funktionierende Immunabwehr erfordert das Zusammenspiel hoch differenzierter Zellen		267
8.3.4	Die drei Keimblätter entwickeln sich zu Organgruppen	242	9.3.1	Lymphocytenstimulierung erfolgt durch Bindung des Antigens an das spezifische Oberflächen-Ig von B-Lymphocyten	267
8.3.5	Die Doppelschicht Ektoderm/Entoderm zwischen Amnion und sekundärem Dottersack bildet den Embryonalschild	243	9.3.2	Die Proliferation eines Lymphocyten führt zu monoklonalen Antikörpern	268
8.4	Placenta, Allantois und Dottersack sind für die Entwicklung notwendig	243	9.3.3	Pathologische Veränderungen des Immunsystems führen zu ernsten Krankheiten	269
8.5	Die fortgeschrittene Embryonalentwicklung des Menschen offenbart die phylogenetische Abstammung	246		Weiterführende Literatur	271
8.5.1	Die Entwicklung von Kiemen belegt die phylogenetische Verwandtschaft mit den Fischen	246	10 Mikrobiologie		273
8.5.2	Die Lunge entwickelt sich aus einer Darmknospung	246	10.1 Prokaryonten sind kernlose Zellen		274
8.5.3	Aus dem Ektoderm bildet sich die Neuralplatte, aus der das Nervensystem hervorgeht	247	10.1.1	Die Bakterienzellen haben Murein-haltige Zellwände	274
8.5.4	Die Augen sind eine Spezialentwicklung des Zentralnervensystems	249	10.1.2	Die bakterielle Zellwand trägt Kapsel, Pili und Flagellen	277
8.5.5	Die Embryogenese des Kreislaufs dokumentiert die phylogenetische Herkunft des Menschen	249	10.1.3	Bazillen und Clostridien sind Sporenbildner	277
8.5.6	Beim menschlichen Embryo werden wie in der Phylogenie Vor-, Ur- und Nachniere angelegt	251	10.1.4	Bakterien synthetisieren ihre Bestandteile aus einfachen Bausteinen	278
8.5.7	Die Embryonalentwicklung unterliegt bei Metazoen vergleichbaren Mechanismen	251	10.1.5	Spezielle Bedürfnisse einzelner Bakterienstämme können für „biologische quantitative Tests“ ausgenutzt werden	280
	Weiterführende Literatur	255	10.1.6	Bakterien vermehren sich unter optimalen Bedingungen exponentiell	281
9 Immunbiologie		257	10.1.7	Mikroorganismen werden durch Desinfektion oder Sterilisation abgetötet	282
9.1 Das Immunsystem		257	10.1.8	Die genetische Konstellation von Bakterien kann durch DNA-Transfer verändert werden	288
9.1.1	Antikörper dienen der Infektionsabwehr	257	10.2 Spezielle Bakteriologie: Die Einteilung der Bakterien kann unter den verschiedensten Gesichtspunkten erfolgen		292
9.1.2	Die Entdeckung der Immunität war einer der entscheidenden Fortschritte der Medizin	257	10.2.1	Bakterien werden nach ihrer Färbbarkeit in grampositiv und gramnegativ eingeteilt	292
9.1.3	Antikörper und Antigen bilden Komplexe	257	10.2.2	Bakterien können auch nach Gestalt oder nach physiologischen Kriterien eingeteilt werden	293
9.1.4	Weißer Blutzellen können primäre und sekundäre Immunantwort vermitteln und immunologisches Gedächtnis entwickeln	258	10.2.3	Obligat parasitäre Bakterien (bakterienähnliche, prokaryonte Mikroorganismen) können sich nicht unabhängig vermehren	295
9.1.5	Neben der durch Antikörper gebildeten humoralen Immunität spielt die zelluläre Immunität eine Rolle	259	10.3 Pilze		296
9.1.6	T-Lymphocyten erkennen Genprodukte fremder Histokompatibilitätsgene	260	10.3.1	Pathogene Pilze haben besonders in der Dermatologie Bedeutung	296
9.1.7	T-Lymphocyten unterscheiden sich nach ihrer Funktion in cytotoxische T-Lymphocyten und T-Helferzellen	261	10.3.2	Pilze mit großem Fruchtkörper synthetisieren viele eigenartige, teilweise giftige Verbindungen	296
9.2 Immunglobuline		262		Weiterführende Literatur	297
9.2.1	Die Immunglobuline bestehen aus leichten und schweren Ketten	262			

11	Virologie	299		
11.1	Bakterielle Viren (Bakteriophagen) sind ausgezeichnete Modelle für die Molekularbiologie	299		
11.1.1	Grundtechnik der Phagenforschung ist die Plaquebildung auf einem Bakterienrasen	299		
11.1.2	Viren sind Nucleinsäure-Protein-Komplexe	301		
11.1.3	Ein spezifisches Methyl-Muster der DNA (Modifikation) ermöglicht es der Zelle, Fremd-DNA zu erkennen	301		
11.1.4	Viren haben raffinierte Strategien entwickelt, um die Genexpression umzusteuern	302		
11.1.5	Das Genom einiger Viren kann in das Wirtsgenom integriert werden und so persistieren, bis es wieder ausgeschnitten wird: Lysogenie	303		
11.2	Tierische Viren haben große praktische Bedeutung	304		
11.2.1	Viren können in Tieren oder in Zellkultur gezüchtet werden	304		
11.2.2	Viren können wie große Proteine gereinigt werden	304		
11.2.3	Viren werden wie Makromoleküle charakterisiert	304		
11.2.4	Die Virusentwicklung hat eine Frühphase, in der der Wirt entmachtet wird, und eine späte oder Replikationsphase	306		
11.2.5	Schutzimpfung ist das beste Mittel gegen Virusepidemien	311		
11.2.6	Virus-Infektionen während der Schwangerschaft können zu Missbildungen führen	312		
11.2.7	Interferone sind zelleigene Abwehrproteine	312		
11.2.8	Tumoviren	312		
11.2.9	Oncogene aktivieren die Proliferations-signalkette	315		
11.2.10	Tumorsuppressorgene bremsen die Tumorentstehung	317		
11.2.11	Die Tumor-Evolution basiert auf einem langwierigen Zusammenspiel von Tumor-Initiation und Tumor-Promotion	319		
11.2.12	Viroide	320		
	Weiterführende Literatur	320		
12	Gentechnologie	321		
12.1	Die Strategie der Klonierung beinhaltet das Einsetzen der Passagier-DNA, das Einschleusen des beladenen Vektors und seine Vermehrung	321		
12.1.1	Isolierung der Passagier-DNA	321		
12.1.2	Der Vektor muss autonom replizieren, Passagier-DNA aufnehmen und in Wirtszellen eingeschleust werden können	323		
12.1.3	Entscheidend ist der gezielte Einbau der Passagier-DNA in den Vektor	327		
12.1.4	Einschleusen des Vektors mit der Passagier-DNA in die Wirtszelle erfolgt durch DNA-Transformation, Infektion oder Elektroporation	328		
12.1.5	Die Vermehrung von beladenen Vektoren erfolgt als Plasmid oder als Virus	329		
12.1.6	Die Selektion für spezifische, klonierte DNAs kann über die DNA oder die Genprodukte erfolgen	329		
12.1.7	Präparation der klonierten Passagier-DNA	330		
12.2	Die durch Gentechnologie gewonnene DNA kann analysiert und als Matrize für die Produktion spezifischer Genprodukte benutzt werden	331		
12.2.1	Charakterisierung von Genen und der dazugehörigen Signale	331		
12.2.2	Produktion schwer zugänglicher Proteine	338		
12.2.3	Gentherapie gestaltet sich schwierig	338		
12.2.4	Transgene Tiere zeigen die funktionelle Rolle eines Gens	339		
12.2.5	Stammzellen – ein mögliches Therapeutikum?	341		
12.2.6	Mikroarrays – eine neue Methode zum Verständnis der differenziellen Genexpression	342		
12.2.7	Die Entwicklung der Molekularbiologie ermöglicht die „System-Biologie“	342		
	Weiterführende Literatur	343		
13	Parasitologie	345		
13.1	Allgemeine Parasitologie	345		
13.1.1	Mehr als eine Milliarde Menschen leiden unter Parasiten	345		
13.1.2	Die sexuelle Vermehrung der Parasiten erfolgt im Endwirt, die asexuelle im Zwischenwirt	345		
13.1.3	Die Pathogenitätsmechanismen der Parasiten sind sehr unterschiedlich	346		
13.1.4	Um den Wirt ausnutzen zu können, müssen die Abwehrmechanismen überlistet werden	347		
13.1.5	Der Nachweis des Parasitenbefalls erfolgt direkt oder über serologische und immunologische Techniken	347		
13.2	Spezielle Parasitologie	349		
13.2.1	Einteilung	349		
13.2.2	Parasitäre Protozoen (Einzeller)	349		
13.2.3	Plathelminthes (Plattwürmer) und Nematelminthes (Rundwürmer)	354		
13.2.4	Arthropoden (Gliederfüßer)	359		
	Weiterführende Literatur	363		
14	Ökologie	365		
14.1	Die Autökologie analysiert die Wechselwirkung des Einzelorganismus mit der Umwelt	365		

14.1.1	Die Umwelt setzt sich aus belebten (biotischen) und unbelebten (abiotischen) Faktoren zusammen	365	14.3.3	Jede Konsumentenstufe reduziert die Energieausbeute auf ein Zehntel	374
14.1.2	Biotop und Biozönose bilden das Ökosystem	366	14.4 Die Bedingungen im Ökosystem regulieren die Population (Populationsökologie)		375
14.1.3	Organismen, die an enge Bedingungen gebunden sind, sind stenopotent (stenök), anpassungsfähige nennt man euryotent (euryök)	366	14.4.1	Die Populationsgröße wird von dichte-unabhängigen (abiotischen) und dichte-abhängigen (biotischen) Faktoren bestimmt	375
14.1.4	Tiere mit konstanter Körpertemperatur sind homoiotherm, die mit wechselnder poikilotherm	366	14.4.2	Populationspyramiden geben Aufschluss über die Struktur der Population	375
14.1.5	Ein weiterer lebensnotwendiger abiotischer Faktor ist das Sonnenlicht	367	14.4.3	Die natürlichen Faktoren versagen, um die menschliche Population zu regulieren	376
14.2 Biotische Faktoren regulieren die Populationen des Ökosystems (Synökologie)		368	14.4.4	Die Bevölkerungsexplosion gefährdet die Ökosphäre	376
14.2.1	Konkurrenz führt zur Einnischung	368	14.4.5	Die katastrophale Verschmutzung der Gewässer zeigt die ruinöse Wirkung der menschlichen Population auf die Ökosysteme	377
14.2.2	Endogene Rhythmen sind wichtige biotische Faktoren	368	14.4.6	Die Ozonschicht der Stratosphäre schützt vor kurzweiligem UV	377
14.2.3	Das Räuber-Beute-Prinzip ist eine Grundlage des Ökosystems und Beispiel für ein biozönotisches Gleichgewicht	371	14.4.7	Bodennahes Ozon ist ein starkes Gift	379
14.2.4	Symbiosen sind Lebensgemeinschaften zum gegenseitigen Nutzen	372	14.4.8	Das zunehmende CO ₂ der Atmosphäre verursacht den Treibhauseffekt	379
14.2.5	Beim Parasitismus ist der Nutzen einseitig	372	14.4.9	Das Korallensterben: eine Folge der Erderwärmung – Versuch zur Wiederbelebung des sensiblen Ökosystems	379
14.3 Im Ökosystem sind die Organismen durch Kreisläufe der Energie und von Stoffen, die abgegeben und aufgenommen werden, miteinander verbunden		372	Weiterführende Literatur	380	
14.3.1	Der Kreislauf der Energie geht von den autotrophen Pflanzen über die heterotrophen Konsumenten und Destruenten	373	Glossar		381
14.3.2	Kreisläufe der Elemente Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff sind wichtig für die Biomasse	373	Sachverzeichnis		401