

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zellbiologie</b> .....	1	1.4.5	Transkription der DNA erfordert Dekondensierung des Chromatins .....	49
<b>1.1</b>	<b>Methoden der Zellbiologie</b> .....	2	1.4.6	Das Chromatin kommt in zwei Formen vor: als Euchromatin und als Heterochromatin ....	50
<b>1.2</b>	<b>Die eukaryontische Zelle besteht aus Membranen, Cytosol und Organellen</b> .....	3	1.4.7	Konstitutives Heterochromatin steht fakultativem gegenüber .....	51
<b>1.3</b>	<b>Membranen</b> .....	5	1.4.8	30% der DNA wird transkribiert, 70% besteht aus repetitiven Sequenzen .....	51
1.3.1	Membranen haben viele Funktionen .....	5	1.4.9	Im Nucleus liegt der Nucleolus, der Ort der rRNA-Synthese .....	52
1.3.2	Membranen ähneln sich in ihrem Aufbau .....	6	<b>1.5</b>	<b>Zellcyclus</b> .....	53
1.3.3	Wichtigstes Merkmal einer Membran: Ihre Fluidität .....	7	1.5.1	Der Zellcyclus unterteilt sich in die Phasen G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> und Mitose .....	53
1.3.4	Lipide und Glycolipide sind asymmetrisch verteilt .....	7	1.5.2	Die Kern- und Zellteilung ist der Höhepunkt des Zellcyclus .....	55
1.3.5	Biologische Membranen enthalten Proteine und bestätigen das Fluid-Mosaic-Modell .....	8	1.5.3	Der Zellcyclus wird intensiv kontrolliert .....	57
1.3.6	Die Zellen sind außen von einer Glycokalix umgeben .....	9	<b>1.6</b>	<b>Meiose</b> .....	58
1.3.7	Die Erythrocyten-Membran eignet sich besonders gut als Untersuchungsobjekt .....	10	1.6.1	Die Prophase I ist in fünf Phasen gegliedert ...	59
1.3.8	Die Hauptmembran-Proteine der Erythrocyten-Membran sind Spectrin, Glycophorin und Band-III-Protein .....	10	1.6.2	Metaphase I, Anaphase I, Telophase I ähneln den Stadien einer Mitose .....	61
1.3.9	Physikalische und biologische Methoden charakterisieren die Fluidität einer Membran ..	12	1.6.3	Die zweite Teilung, die Meiose II, ist eine Mitose ohne DNA-Replikation .....	61
1.3.10	Stoffaustausch durch Membranen .....	14	<b>1.7</b>	<b>Cytoskelett</b> .....	62
1.3.11	Cytosen .....	17	1.7.1	Mikrotubuli .....	63
1.3.12	Zellkontakte .....	21	1.7.2	Mikrofilamente .....	68
1.3.13	Intrazelluläre Membransysteme .....	29	1.7.3	Das Cytoskelett ist an der Zellbewegung beteiligt .....	72
1.3.14	Membran-begrenzte Organellen: Lysosomen, Peroxisomen .....	36	1.7.4	Elemente des Cytoskeletts durchziehen die Mikrovilli .....	75
1.3.15	Mitochondrien sind Doppelmembran-begrenzte Organellen .....	39	<b>1.8</b>	<b>Extrazelluläre Matrix</b> .....	76
1.3.16	Chloroplasten sind auch von Doppelmembranen begrenzt .....	42		Weiterführende Literatur .....	77
1.3.17	Der Nucleus besitzt ebenfalls eine Doppelmembran .....	44	<b>2</b>	<b>Molekulare Biologie</b> .....	79
<b>1.4</b>	<b>Der Zellkern ist das Organell der genetischen Information</b> .....	47	<b>2.1</b>	<b>Das genetische Material ist Desoxyribonucleinsäure (DNA)</b> .....	79
1.4.1	Im Kern ist die DNA zusammen mit Proteinen zu Chromatin organisiert .....	47	2.1.1	Mit Hilfe von virulenten und avirulenten Pneumokokken bewies Avery die Transformation .....	80
1.4.2	Spiralisierungs- und Faltungsprozesse packen die DNA auf kleinsten Raum .....	47	2.1.2	Auch Phagenexperimente bewiesen die DNA als Informationsträger .....	81
1.4.3	Die DNA wird zu Nucleosomen verpackt, zur 30-nm-Fiber spiralisiert und in Schleifen gelegt .....	47	2.1.3	Auch RNA kann Informationsträger sein .....	81
1.4.4	In polytären Chromosomen werden Gene als Banden sichtbar .....	49	2.1.4	DNA-abhängige Enzymsynthese <i>in vitro</i> rundet die Beweiskette ab .....	81

2.1.5	Nucleinsäuren sind fadenförmige Makromoleküle	82	2.5	<b>Proteinsynthese – Translation</b>	111
2.1.6	Die Struktur der DNA erklärt ihre Funktion	84	2.5.1	Die Proteinsynthese findet an Ribosomen statt	111
<b>2.2</b>	<b>DNA-Replikation</b>	85	2.5.2	Die tRNA ist das Verbindungsmolekül zwischen Nucleotid-Code und Aminosäure	112
2.2.1	Die DNA-Replikation braucht einen Startpunkt	85	2.5.3	Die Bindung von Aminosäuren an ihre tRNA wird durch <i>Aminoacyl-tRNA-Synthetasen</i> katalysiert	113
2.2.2	Die Eukaryonten-DNA hat mehrere Replikations-Startpunkte	86	2.5.4	Nucleotid-Triplets bilden die Grundlage des genetischen Codes	113
2.2.3	Die <i>DNA-Polymerase</i> ist das Replikationsenzym	87	2.5.5	Der genetische Code ist degeneriert, nicht überlappend, interpunktionslos und universell	115
2.2.4	Ein RNA-Startermolekül beginnt die Kette	87	2.5.6	Synthetische, definierte Basensequenzen führten zur Entzifferung des Codes	115
2.2.5	Die Polymerisation erfolgt in 5'-3'-Richtung	88	2.5.7	Der Mechanismus der Translation ist komplex	116
2.2.6	Die RNA-Starters werden durch DNA ersetzt	89	<b>2.6</b>	<b>Die Gen-Expression wird mannigfaltig reguliert</b>	123
2.2.7	Die DNA-Fragmente werden durch <i>DNA-Ligase</i> verbunden	89	2.6.1	Die Rolle der Regulation ist ökonomischer Natur	123
2.2.8	Die <i>Telomerase</i> beugt der Verkürzung der Chromosomen vor	89	2.6.2	Die DNA kann eliminiert oder amplifiziert werden	124
<b>2.3</b>	<b>Mutation und Rekombination</b>	90	2.6.3	Auf dem Transkriptionsniveau wird durch kontrollierte Bereitstellung von Messenger reguliert	124
2.3.1	Spontane und induzierte Mutationen ändern die Basensequenz	90	2.6.4	Die Mechanismen zur Regulation auf dem Translationsniveau sind zahlreich	131
2.3.2	Chemische Substanzen können Mutationsauslöser sein	92	2.6.5	Auch während der Proteinreifung kann reguliert werden	132
2.3.3	Auch Strahlen lösen Mutationen aus	94		Weiterführende Literatur	132
2.3.4	Der Mensch kann nur eine gewisse Strahlendosis tolerieren	95	<b>3</b>	<b>Genetik</b>	133
2.3.5	Die Mutagenität von Noxen wird durch Mutagenitätstests ermittelt	95	3.1	<b>Weismann und Mendel sind die Begründer der Genetik</b>	133
2.3.6	DNA-Schäden können durch DNA-Reparatur eliminiert werden	96	3.2	<b>Experimente an Erbsen zeigten die Grundgesetze der Genetik auf</b>	134
2.3.7	Genetisches Material kann durch Rekombination durchmischt werden	100	3.3	<b>Homozygotie und Heterozygotie für ein dominantes Merkmal werden im Testkreuz erkannt</b>	136
2.3.8	Rekombination erfolgt durch Bruch und Wiedervereinigung	101	3.4	<b>Erbmerkmale werden unabhängig voneinander vererbt</b>	137
<b>2.4</b>	<b>Transkription und Reverse Transkription</b>	102	3.5	<b>Allele sind die Zustandsformen eines Gens</b>	139
2.4.1	RNA-Moleküle sind charakterisiert durch den Gehalt an Ribose, Uracil und ihre Einzelsträngigkeit	102	3.6	<b>Das genetische Kombinationsquadrat zeigt die Genotypen und Phänotypen der nächsten Generation</b>	141
2.4.2	Die <i>Reverse Transkriptase</i> schreibt RNA in DNA um	102	3.7	<b>Gene des gleichen Chromosoms werden gekoppelt vererbt</b>	141
2.4.3	Transkription ermöglicht Botenfunktion, Regulation und Vervielfältigung	103	3.8	<b>Rekombination schränkt die Kopplung ein</b>	141
2.4.4	Die DNA-abhängige <i>RNA-Polymerase</i> ist das Enzym der Transkription	103	3.9	<b>Tetradenanalyse bei <i>Neurospora</i> beweist: Rekombination durch Chromatidenüberkreuzung (Crossing-over)</b>	143
2.4.5	mRNA, rRNA und tRNA sind die Transkriptionsprodukte	105	3.10	<b>Die Häufigkeit der Rekombination zwischen zwei Genen gibt ihre Entfernung an</b>	146
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			

3.11	<b>Der Prozentsatz der Rekombination entspricht dem Verhältnis von Rekombinanten zu Gesamtnachkommen</b> .....	146	5	<b>Cytogenetik</b> .....	177
3.12	<b>Die physikalische Chromosomenkarte korreliert gut mit der genetischen</b> .....	147	5.1	<b>Chromosomen können spezifisch angefärbt werden</b> .....	177
3.13	<b>Die Chromosomenzuordnung von Genen erfolgt über Aberrationen, über den Erbgang (X-Chromosom) oder über somatische Zellgenetik</b> .....	148	5.1.1	Zur Darstellung werden die Chromosomen in der Metaphase fixiert .....	178
	Weiterführende Literatur .....	152	5.1.2	Ein Chromosom besteht aus zwei Schwesterchromatiden, die im Zentromer zusammengehalten werden .....	179
<b>4</b>	<b>Humangenetik</b> .....	153	5.1.3	Die Nucleolus-Organisator-Region liegt an Satelliten .....	179
4.1	<b>Schwierigkeiten der Humangenetik sind bedingt durch die Art der Vermehrung und die Komplexität des Genoms</b> .....	153	5.1.4	Die Chromosomen werden nach Größe, Form und Banden klassifiziert .....	180
4.2	<b>Die Stammbaumanalyse ergibt den Genotyp und den Typ des Erbgangs</b> .....	153	5.1.5	Chromosomale Polymorphismen sind charakteristische Merkmale .....	181
4.2.1	Bei der Codominanz werden beide Allele ausgeprägt .....	153	5.2	<b>Chromosomen können Abnormitäten, Aberrationen zeigen</b> .....	181
4.2.2	Beim autosomal-dominanten Erbgang wird der Phänotyp vom dominanten Allel bestimmt ...	158	5.2.1	Bei numerischer Aberration ist die Zahl der Chromosomen verändert .....	181
4.2.3	Beim autosomal-rezessiven Erbgang wird der defekte Phänotyp nur bei Homozygoten ausgeprägt .....	160	5.2.2	Strukturelle Aberrationen sind sichtbare Veränderungen der Chromosomen .....	187
4.2.4	Bei der X-chromosomal-dominanten Vererbung sind auch die weiblichen Individuen betroffen .....	164	5.3	<b>In der pränatalen Diagnose können Chromosomenaberrationen und Stoffwechselfekte festgestellt werden</b> .....	198
4.2.5	Bei der X-chromosomal-rezessiven Vererbung sind vor allem die Männer betroffen, die Frauen meist Konkubitorinnen .....	165		Weiterführende Literatur .....	199
4.2.6	Die Lyon-Hypothese: Nur ein X-Chromosom bleibt aktiv, alle anderen werden inaktiviert ...	167	<b>6</b>	<b>Populationsgenetik</b> .....	201
4.3	<b>Die Ausprägung des Phänotyps unterliegt Variationen</b> .....	169	6.1	<b>Die Populationsgenetik untersucht das Schicksal von Allelen in Populationen</b> .....	201
4.3.1	Genetische Konstitution und Umwelt beeinflussen die Ausprägung des Phänotyps .....	169	6.2	<b>Die Allelfrequenzen charakterisieren den Gen-Pool</b> .....	202
4.3.2	Penetranz und Expressivität bestimmen die Ausprägung des Genotyps .....	170	6.3	<b>Die Heterozygotenhäufigkeit kann aus der Anzahl der Homozygoten ermittelt werden</b> ..	203
4.3.3	Viele Merkmale werden polygen vererbt .....	170	6.4	<b>Aus der Allelfrequenz kann die Zahl der Heterozygoten und der Homozygoten ermittelt werden</b> .....	204
4.3.4	Das Zusammenspiel von Polygenie und Umweltfaktoren führt zur kontinuierlichen Varianz des Phänotyps .....	171	6.5	<b>Kleine Populationen unterliegen leicht Veränderungen</b> .....	204
4.3.5	Die genetisch bedingte Variabilität wird durch die Heritabilität ausgedrückt .....	172	6.6	<b>Separationsmechanismen von Populationen führen zur Entstehung neuer Arten</b> .....	205
4.3.6	Monozygote Zwillinge sind isogene Menschen .....	173	6.7	<b>Inzucht beeinflusst nicht direkt die Allelfrequenz</b> .....	206
4.3.7	Abweichung vom Normdurchschnitt offenbart multifaktorielle Erbleiden .....	173	6.8	<b>Genetische Risikoabschätzung erfolgt über das Bayes-Theorem</b> .....	208
4.3.8	Elterliche Prägung von Genen (imprinting of genes) kann zur Variabilität der Ausprägung führen .....	174		Weiterführende Literatur .....	209
	Weiterführende Literatur .....	176	<b>7</b>	<b>Evolution</b> .....	211
			7.1	<b>Mutationen sind die Grundlage ständiger Veränderungen der Arten</b> .....	211
			7.2	<b>Die Einführung der Abstammungslehre war eine geistige Revolution</b> .....	212

<b>7.3</b>	<b>Die Abstammungslehre oder Evolution formuliert die Regeln und Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung der Arten</b> . . . . .	213	7.7.9	Zellen vereinigten sich zu Kolonien, einzelne Zellen spezialisierten sich – es entwickelten sich Vielzeller . . . . .	231
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	7.7.10	Die Chorda ist charakteristisch für die Chordaten . . . . .	234
<b>7.4</b>	<b>Alle Organismen sind untereinander mehr oder weniger verwandt</b> . . . . .	214	7.7.11	Die Entwicklung der Primaten wurde bedingt durch die fünf fingrige Greifhand und räumliches Sehvermögen . . . . .	235
7.4.1	Enge Verwandtschaften können aus morphologischen und physiologischen Kriterien abgelesen werden . . . . .	214	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
7.4.2	Die DNA/RNA beweist die Verwandtschaftsgrade . . . . .	214		Weiterführende Literatur . . . . .	238
7.4.3	Über die Verwandtschaft chromosomaler Proteine können auch Viren in den Stammbaum eingeordnet werden . . . . .	215	<b>8</b>	<b>Fortpflanzung und Ontogenese des Menschen</b> . . . . .	239
7.4.4	Sequenz-Übereinstimmungen homologer Proteine sind ebenfalls geeignet, Verwandtschaften zu beweisen . . . . .	216	<b>8.1</b>	<b>Bei Pflanzen und Tieren kann die Fortpflanzung vegetativ oder sexuell erfolgen</b> . . . . .	239
7.4.5	Die Verwandtschaftsbeziehungen aus molekularbiologischen und klassischen Methoden stimmen überein . . . . .	217	8.1.1	Vegetative Fortpflanzung erfolgt durch Sprossung, Teilung oder Sporulation . . . . .	239
<b>7.5</b>	<b>Der radioaktive Zerfall von <sup>14</sup>C bzw. <sup>40</sup>K ermöglicht die rückwirkende Zeitmessung in der Evolution</b> . . . . .	218	8.1.2	Die sexuelle Fortpflanzung beginnt mit der Bildung von Gameten und deren Kopulation . . . . .	239
<b>7.6</b>	<b>Ein Netzwerk von Beweisen belegt die Abstammungslehre</b> . . . . .	219	<b>8.2</b>	<b>Beim Menschen werden die Keimzellen bereits im frühen Embryo angelegt</b> . . . . .	239
7.6.1	Die Phylogenie (Stammesentwicklung) ist durch die Paläontologie dokumentiert . . . . .	219	8.2.1	Die Sex-Determination erfolgt in der Embryonalentwicklung durch das SRY-Genprodukt (sex reversal on Y) . . . . .	240
7.6.2	Lebende Fossilien vermitteln Vorstellungen zu Übergängen der Evolution . . . . .	220	8.2.2	Spermien werden während der gesamten Zeit der sexuellen Reife gebildet . . . . .	241
7.6.3	Die geographische Verbreitung der Arten belegt die Evolution (Biogeographie) . . . . .	220	8.2.3	Die weiblichen Keimzellen werden im Embryo vorgefertigt und dann später abgerufen . . . . .	242
7.6.4	Weitere Indizien für die Evolution können aus der Individual-Entwicklung abgeleitet werden . . . . .	220	8.2.4	Im Monatszyclus erfolgt die Bereitstellung der befruchtungsfähigen Eizelle (Menstruationszyclus) . . . . .	245
<b>7.7</b>	<b>Alle Fakten zusammen liefern den Entwicklungsstammbaum der Organismen</b> . . . . .	229	8.2.5	Die Befruchtung ist ein sehr komplexer biochemischer Prozess, der in der Ampulle des Oviducts stattfindet . . . . .	247
7.7.1	Am Anfang entstand die Erde . . . . .	229	8.2.6	Während der Wanderung der befruchteten Eizelle vom Oviduct in den Uterus finden die ersten Teilungen statt . . . . .	249
7.7.2	Das Leben entstand in einer langen Periode schrittweise . . . . .	229	<b>8.3</b>	<b>In der frühen Phase der Embryonalentwicklung der Vertebraten werden die Stadien Morula, Blastula und Gastrula durchlaufen</b> . . . . .	250
7.7.3	Die nächste entscheidende Entwicklungsstufe: Energiegewinnung aus dem Sonnenlicht . . . . .	230	8.3.1	In der Gastrula entstehen die Keimblätter: Ektoderm, Entoderm und Mesoderm . . . . .	250
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	8.3.2	Die Gewebe entstehen durch Zelldifferenzierung und Zellkontakte . . . . .	251
7.7.5	Die Einführung eines Redox-Nucleotids war ein kleiner, aber wichtiger Schritt . . . . .	230	8.3.3	Ein Teil des Mammalia-Embryos spezialisiert sich auf die Nahrungsaufnahme . . . . .	253
7.7.6	In 750 Millionen Jahren entwickelten sich aus den Prokaryonten die Prokaryonten mit komplettem Intermediärstoffwechsel, Phospholipiden und Murein . . . . .	231	8.3.4	Die drei Keimblätter entwickeln sich zu Organgruppen . . . . .	253
7.7.7	Durch die Photosynthese entstand die Sauerstoff-Atmosphäre . . . . .	231	8.3.5	Die Doppelschicht Ektoderm/Entoderm zwischen Amnion und sekundärem Dottersack bildet den Embryonalschild . . . . .	255
7.7.8	Prokaryonten übernahmen in Symbiose mit großen kernhaltigen Zellen die Atmung und entwickelten sich zu Mitochondrien . . . . .	231	<b>8.4</b>	<b>Placenta, Allantois und Dottersack sind für die Entwicklung notwendig</b> . . . . .	256

<b>8.5 Die fortgeschrittene Embryonalentwicklung des Menschen offenbart die phylogenetische Abstammung</b> .....	258	<b>10 Mikrobiologie</b> .....	285
8.5.1 Die Entwicklung von Kiemen belegt die phylogenetische Verwandtschaft mit den Fischen ..	258	<b>10.1 Prokaryonten sind kernlose Zellen</b> .....	286
8.5.2 Die Lunge entwickelt sich aus einer Darmknospung .....	259	10.1.1 Die Bakterienzellen haben Murein-haltige Zellwände .....	286
8.5.3 Aus dem Ektoderm bildet sich die Neuralplatte, aus der das Nervensystem hervorgeht .	259	10.1.2 Die bakterielle Zellwand trägt Kapsel, Pili und Flagellen .....	289
8.5.4 Die Augen sind eine Spezialentwicklung des Zentralnervensystems .....	260	10.1.3 Bazillen und Clostridien sind Sporenbildner ...	290
8.5.5 Anhand der Embryogenese des Kreislaufs lässt sich besonders gut die phylogenetische Herkunft des Menschen dokumentieren .....	262	10.1.4 Bakterien synthetisieren ihre Bestandteile aus einfachen Bausteinen .....	291
8.5.6 Beim menschlichen Embryo werden wie in der Phylogenie Vor-, Ur- und Nachniere angelegt .	263	10.1.5 Spezielle Bedürfnisse einzelner Bakterienstämme können für „biologische quantitative Tests“ ausgenutzt werden .....	291
8.5.7 Die Embryonalentwicklung unterliegt bei Metazoen vergleichbaren Mechanismen .....	264	10.1.6 Bakterien vermehren sich unter optimalen Bedingungen exponentiell .....	293
Weiterführende Literatur .....	268	10.1.7 Mikroorganismen werden durch Desinfektion oder Sterilisation abgetötet .....	294
<b>9 Immunbiologie</b> .....	269	10.1.8 Die genetische Konstellation von Bakterien kann durch DNA-Transfer verändert werden ..	300
<b>9.1 Das Immunsystem</b> .....	269	<b>10.2 Spezielle Bakteriologie: Die Einteilung der Bakterien kann unter den verschiedensten Gesichtspunkten erfolgen</b> .....	304
9.1.1 Antikörper dienen der Infektionsabwehr .....	269	10.2.1 Bakterien werden nach ihrer Färbbarkeit in grampositiv und gramnegativ eingeteilt .....	304
9.1.2 Die Entdeckung der Immunität war einer der entscheidenden Fortschritte der Medizin .....	269	10.2.2 Bakterien können auch nach Gestalt oder nach physiologischen Kriterien eingeteilt werden ...	305
9.1.3 Antikörper und Antigen bilden Komplexe .....	269	10.2.3 Obligat parasitäre Bakterien (bakterienähnliche, prokaryonte Mikroorganismen) können sich nicht unabhängig vermehren .....	306
9.1.4 Weiße Blutzellen können primäre und sekundäre Immunantwort vermitteln und immunologisches Gedächtnis entwickeln .....	270	<b>10.3 Pilze</b> .....	308
9.1.5 Neben der durch Antikörper gebildeten humoralen Immunität spielt die zelluläre Immunität eine Rolle .....	271	10.3.1 Pathogene Pilze haben besonders in der Dermatologie Bedeutung .....	309
9.1.6 T-Lymphocyten erkennen fremde Histocompatibilitätsgene .....	272	10.3.2 Pilze mit großem Fruchtkörper synthetisieren viele eigenartige, teilweise giftige Verbindungen .....	309
9.1.7 T-Lymphocyten unterscheiden sich nach ihrer Funktion in cytotoxische T-Lymphocyten und T-Helferzellen .....	273	Weiterführende Literatur .....	310
<b>9.2 Immunglobuline</b> .....	274	<b>11 Virologie</b> .....	311
9.2.1 Die Immunglobuline bestehen aus leichten und schweren Ketten .....	274	<b>11.1 Bakterielle Viren (Bakteriophagen) sind ausgezeichnete Modelle für die Molekularbiologie</b> .....	311
9.2.2 Die verschiedenen Immunglobulinklassen haben unterschiedliche Aufgaben .....	276	11.1.1 Grundtechnik der Phagenforschung ist die Plaquebildung auf einem Bakterienrasen .....	311
9.2.3 Die Individualität der Antikörper wird durch ihre Bildung bestimmt .....	277	11.1.2 Viren sind Nucleinsäure-Protein- Komplexe ...	312
<b>9.3 Eine funktionierende Immunabwehr erfordert das Zusammenspiel hoch differenzierter Zellen</b> .....	279	11.1.3 Ein spezifisches Methyl-Muster der DNA (Modifikation) ermöglicht es der Zelle, Fremd-DNA zu erkennen .....	313
9.3.1 Lymphocytenstimulierung erfolgt durch Bindung des Antigens an das spezifische Oberflächen-Ig von B-Lymphocyten .....	280	11.1.4 Viren haben raffinierte Strategien entwickelt, um die Gen-Expression umzusteuern .....	314
9.3.2 Die Proliferation eines Lymphocyten führt zu monoklonalen Antikörpern .....	281	11.1.5 Das Genom einiger Viren kann in das Wirtsgenom einrekombiniert werden und so persistieren, bis es wieder ausgeschnitten wird: Lysogenie .....	315
9.3.3 Pathologische Veränderungen des Immunsystems führen zu ernststen Krankheiten .....	282	<b>11.2 Tierische Viren haben große praktische Bedeutung</b> .....	317
Weiterführende Literatur .....	283		

11.2.1	Viren können in Tieren oder in Zellkultur gezüchtet werden	317	<b>13</b>	<b>Parasitologie</b>	355
11.2.2	Viren können wie große Proteine gereinigt werden	317	<b>13.1</b>	<b>Allgemeine Parasitologie</b>	355
11.2.3	Viren werden wie Makromoleküle charakterisiert	317	13.1.1	Mehr als eine Milliarde Menschen leiden unter Parasiten	355
11.2.4	Viren sind phylogenetisch mit Zellen verwandt	318	13.1.2	Die sexuelle Vermehrung der Parasiten erfolgt im Endwirt, die asexuelle im Zwischenwirt	355
11.2.5	Die Virusentwicklung hat eine Frühphase, in der der Wirt entmachtet wird, und eine späte oder Replikationsphase	319	13.1.3	Die Pathogenitätsmechanismen der Parasiten sind sehr unterschiedlich	356
11.2.6	Schutzimpfung ist das beste Mittel gegen Virusepidemien	324	13.1.4	Um den Wirt ausnutzen zu können, müssen die Abwehrmechanismen überlistet werden	357
11.2.7	Virusinfektionen während der Schwangerschaft können zu Missbildungen führen	325	13.1.5	Der Nachweis des Parasitenbefalls erfolgt direkt oder über serologische und immunologische Techniken	357
11.2.8	Interferone sind zelleigene Abwehrproteine	325	<b>13.2</b>	<b>Spezielle Parasitologie</b>	359
11.2.9	Tumoviren	325	13.2.1	Einteilung	359
11.2.10	Oncogene aktivieren die Proliferationssignalkette	328	13.2.2	Parasitäre Protozoen (Einzeller)	359
11.2.11	Tumorsuppressorgene bremsen die Tumorentstehung	331	13.2.3	Plathelminthes (Plattwürmer) und Nematelminthes (Schlauchwürmer)	364
11.2.12	Viroide	332	13.2.4	Arthropoden (Gliederfüßler)	370
	Weiterführende Literatur	332		Weiterführende Literatur	375
<b>12</b>	<b>Gentechnologie</b>	333	<b>14</b>	<b>Ökologie</b>	377
<b>12.1</b>	<b>Die Strategie der Klonierung beinhaltet das Einsetzen der Passagier-DNA, das Einschleusen des beladenen Vektors und seine Vermehrung</b>	333	<b>14.1</b>	<b>Die Autökologie analysiert die Wechselwirkung des Einzelorganismus mit der Umwelt</b>	377
12.1.1	Isolierung der Passagier-DNA	333	14.1.1	Die Umwelt setzt sich aus belebten (biotischen) und unbelebten (abiotischen) Faktoren zusammen	377
12.1.2	Der Vektor muss autonom replizieren, Passagier-DNA aufnehmen und in Wirtszellen eingeschleust werden können	335	14.1.2	Biotop und Biozönose bilden das Ökosystem	378
12.1.3	Entscheidend ist der gezielte Einbau der Passagier-DNA in den Vektor	340	14.1.3	Organismen, die an enge Bedingungen gebunden sind, sind stenopotent (stenök), anpassungsfähige nennt man eurypotent (euryök)	378
12.1.4	Einschleusen des Vektors mit der Passagier-DNA in die Wirtszelle erfolgt durch DNA-Transformation, Infektion oder Elektroporation	342	14.1.4	Tiere mit konstanter Körpertemperatur sind homoiotherm, die mit wechselnder poikilotherm	379
12.1.5	Die Vermehrung von beladenen Vektoren erfolgt als Plasmid oder als Virus	342	14.1.5	Ein weiterer lebensnotwendiger abiotischer Faktor ist das Sonnenlicht	379
12.1.6	Die Selektion für spezifische, klonierte DNAs kann über die DNA oder die Genprodukte erfolgen	342	<b>14.2</b>	<b>Biotische Faktoren regulieren die Populationen des Ökosystems (Synökologie)</b>	380
12.1.7	Präparation der klonierten Passagier-DNA	343	14.2.1	Konkurrenz führt zur Einnischung	380
<b>12.2</b>	<b>Die durch Gentechnologie gewonnene DNA kann analysiert und als Matrize für die Produktion spezifischer Genprodukte benutzt werden</b>	345	14.2.2	Endogene Rhythmen sind wichtige biotische Faktoren	380
12.2.1	Charakterisierung von Genen und der dazugehörigen Signale	345	14.2.3	Das Räuber-Beute-Prinzip ist eine Grundlage des Ökosystems und Beispiel für ein biozönotisches Gleichgewicht	383
12.2.2	Produktion schwer zugänglicher Proteine	350	14.2.4	Symbiosen sind Lebensgemeinschaften zum gegenseitigen Nutzen	384
12.2.3	Transgene Tiere zeigen die funktionelle Rolle eines Gens	351	14.2.5	Beim Parasitismus ist der Nutzen einseitig	384
12.2.4	Stammzellen – ein mögliches Therapeutikum?	353	<b>14.3</b>	<b>Im Ökosystem sind die Organismen durch Kreisläufe der Energie und von Stoffen, die abgegeben und aufgenommen werden, miteinander verbunden</b>	385
12.2.5	Microarrays – eine neue Methode zum Verständnis der differentiellen Genexpression	353	14.3.1	Der Kreislauf der Energie geht von den autotrophen Pflanzen über die heterotrophen Konsumenten und Destruenten	385
	Weiterführende Literatur	354			

14.3.2	Kreisläufe der Elemente Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff sind wichtig für die Biomasse . .	385	14.4.5	Die katastrophale Verschmutzung der Gewässer zeigt die ruinöse Wirkung der menschlichen Population auf die Ökosysteme .	389
14.3.3	Jede Konsumentenstufe reduziert die Energieausbeute auf ein Zehntel . . . . .	386	14.4.6	Die Ozonschicht der Stratosphäre schützt vor kurzweiligem UV . . . . .	390
<b>14.4</b>	<b>Die Bedingungen im Ökosystem regulieren die Population (Populationsökologie) . . . . .</b>	<b>387</b>	14.4.7	Bodennahes Ozon ist ein starkes Gift . . . . .	391
14.4.1	Die Populationsgröße wird von dichteunabhängigen (abiotischen) und dichteabhängigen (biotischen) Faktoren bestimmt . . . .	387	14.4.8	Das zunehmende CO <sub>2</sub> der Atmosphäre verursacht den Treibhauseffekt . . . . .	391
14.4.2	Populationspyramiden geben Aufschluss über die Struktur der Population . . . . .	387		Weiterführende Literatur . . . . .	392
14.4.3	Die natürlichen Faktoren versagen, um die menschliche Population zu regulieren . . . . .	388	<b>Glossar</b> . . . . .		393
14.4.4	Die Bevölkerungsexplosion gefährdet die Ökosphäre . . . . .	389	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .		407