

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 zusammgehalten 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 Stoff- wechseldefekte 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 Populatio- nen 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

256

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
------------------------------	-----