

Inhaltsübersicht

TEIL I: Grundprinzipien der Mikrobiologie

Kapitel 1:	Mikroorganismen und Mikrobiologie	1
Kapitel 2:	Eine kurze Reise in die Welt der Mikrobiologie	33
Kapitel 3:	Zellstruktur und Funktion bei <i>Bacteria</i> und <i>Archaea</i>	65

TEIL II: Stoffwechsel und Wachstum

Kapitel 4:	Ernährung, Laborkultivierung und Metabolismus der Mikroorganismen	117
Kapitel 5:	Mikrobielles Wachstum	161

TEIL III: Molekularbiologie und Genexpression

Kapitel 6:	Die Molekularbiologie der <i>Bacteria</i>	213
Kapitel 7:	Molekularbiologie der <i>Archaea</i> und Eukaryoten	271
Kapitel 8:	Die Regulation der Genexpression	297

TEIL IV: Virologie, Genetik und Genomik

Kapitel 9:	Viren und Virologie	339
Kapitel 10:	Die Genetik der <i>Bacteria</i> und der <i>Archaea</i>	379

Kapitel 11: Gentechnologie..... 421

Kapitel 12: Mikrobielle Genomik..... 455

TEIL V: Metabolische Vielfalt und kommerzielle Biokatalyse

**Kapitel 13: Phototrophie, Chemolithotrophie
und die wichtigsten Biosynthesen** 497

**Kapitel 14: Der Katabolismus von
organischen Verbindungen.....** 543

**Kapitel 15: Kommerzielle Produkte
und Biotechnologie.....** 599

TEIL VI: Mikrobielle Evolution und Diversität

Kapitel 16: Mikrobielle Evolution und Systematik..... 653

Kapitel 17: Proteobakterien..... 697

Kapitel 18: Andere Bakterien 759

Kapitel 19: Archaea 813

**Kapitel 20: Eukaryotische Zellbiologie und
eukaryotische Mikroorganismen** 851

Kapitel 21: Virale Vielfalt..... 893

TEIL VII: Mikrobielle Ökologie

Kapitel 22: Methoden der mikrobiellen Ökologie..... 939

**Kapitel 23: Die wichtigsten mikrobiellen Habitate
und ihre Vielfalt.....** 979

Kapitel 24: Nährstoffkreisläufe, biologischer Abbau und biologische Sanierung 1023

Kapitel 25: Mikrobielle Symbiosen 1055

TEIL VIII: Antimikrobielle Wirkstoffe und Pathogenität

Kapitel 26: Die Kontrolle mikrobiellen Wachstums 1107

Kapitel 27: Wechselwirkung zwischen Mensch und Mikroorganismen 1155

TEIL IX: Immunologie

Kapitel 28: Immunität und Verteidigung des Wirts 1199

Kapitel 29: Immunmechanismen 1230

Kapitel 30: Molekulare Immunologie 1263

TEIL X: Diagnose und Nachweis mikrobieller Krankheiten

Kapitel 31: Diagnostische Molekularbiologie und Immunologie 1293

Kapitel 32: Epidemiologie 1343

TEIL XI: Durch Menschen und Tiere übertragene Infektionskrankheiten

Kapitel 33: Von Mensch zu Mensch übertragene mikrobielle Erkrankungen 1395

Kapitel 34: Durch Vektoren und über den Boden übertragene mikrobielle Pathogene 1451

TEIL XII: Durch öffentliche Güter übertragene Infektionskrankheiten

Kapitel 35: Abwasserbehandlung, Wasseraufbereitung und mit dem Wasser übertragene Krankheiten	1487
Kapitel 36: Lebensmittelkonservierung und durch kontaminierte Lebensmittel übertragene Krankheiten.....	1513
Anhang	1549

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur deutschen Ausgabe	xxviii
-------------------------------------	--------

TEIL I: Grundprinzipien der Mikrobiologie

Kapitel 1: Mikroorganismen und Mikrobiologie

1.1 Einführung in die Mikrobiologie	2
Die Wissenschaft der Mikrobiologie	3
Mikrobielle Zellen	3
Mikroorganismen und ihre Lebensräume	6
Evolution und die Verbreitung mikrobiellen Lebens	7
Der Einfluss der Mikroorganismen auf den Menschen	10
1.2 Die Entdeckung der Mikrobiologie	15
Die historischen Wurzeln der Mikrobiologie:	
Hooke, van Leeuwenhoek und Cohn	15
Pasteur und der Niedergang der Theorie der Spontanzeugung	18
Koch, Infektionskrankheiten und die Reinkultur in der Mikrobiologie	21
Die wachsende Bedeutung der mikrobiellen Vielfalt	25
Die Ära der modernen Mikrobiologie	28

Kapitel 2: Eine kurze Reise in die Welt der Mikrobiologie

2.1 Das Sichtbarmachen des Winzigen	34
Einige Grundlagen der Lichtmikroskopie	34
Kontrastvergrößerung in der Lichtmikroskopie	36
Die dreidimensionale Darstellung von Zellen	39
Das Elektronenmikroskop	41
2.2 Zellstruktur und Evolutionsgeschichte	42
Elemente der Struktur von Mikroorganismen	43
Die Anordnung der DNA in mikrobiellen Zellen	45
Der Stammbaum des Lebens	47
2.3 Mikrobielle Vielfalt	49
Die metabolische Vielfalt	49
<i>Bacteria</i>	51
<i>Archaea</i>	56
Die phylogenetische Analyse natürlicher mikrobieller Gemeinschaften	58
Eukaryotische Mikroorganismen	59

Kapitel 3: Zellstruktur und Funktion bei *Bacteria* und *Archaea*

3.1 Zellform und Zellgröße	66
Zellmorphologie	66
Zellgröße und was es bedeutet, klein zu sein	67

3.2	Die Cytoplasmamembran und der Transport	70
	Die Cytoplasmamembran	71
	Die Funktionen der Cytoplasmamembran	73
	Transport und Transportsysteme	75
3.3	Die Zellwände bei den Prokaryoten	79
	Die Zellwand der <i>Bacteria</i> : Das Peptidoglykan	79
	Die äußere Membran	84
	Die Zellwände der <i>Archaea</i>	87
3.4	Weitere Zellwandstrukturen und Zellwandeinschlüsse	88
	Zelloberflächenstrukturen	88
	Zelleinschlüsse	90
	Gasvesikel	92
	Endosporen	94
3.5	Mikrobielle Bewegung	99
	Geißeln und Beweglichkeit	99
	Die Gleitbewegung	105
	Mikrobielle Taxien	106

TEIL II: Stoffwechsel und Wachstum

Kapitel 4: Ernährung, Laborkultivierung und Metabolismus der Mikroorganismen

4.1	Ernährung und Kultivierung von Mikroorganismen	118
	Ernährung und Zellchemie	118
	Kulturmedien	121
	Die Laborkultur	124
4.2	Energetik und Enzyme	125
	Bioenergetik	125
	Katalysatoren und Enzyme	128
4.3	Oxidations-Reduktions-Reaktionen und energiereiche Verbindungen	130
	Elektronendonator und Elektronenakzeptor	130
	Energiereiche Verbindungen und Energiespeicherung	134
4.4	Die wichtigsten Wege des Katabolismus	135
	Glykolyse	136
	Atmung und Elektronenüberträger	138
	Die protonenmotorische Kraft	142
	Der Citratzyklus	145
	Die Vielfalt des Katabolismus	147
4.5	Grundlagen des Anabolismus	149
	Die Biosynthese von Zuckern und Polysacchariden	149
	Die Biosynthese der Aminosäuren und Nucleotide	151
	Die Biosynthese der Fettsäuren und Lipide	152
	Regulation der Aktivität biosynthetischer Enzyme	154

Kapitel 5: Mikrobielles Wachstum

5.1	Die bakterielle Zellteilung	162
	Zellwachstum und Zweiteilung	162
	Fts-Proteine und die Zellteilung	163
	MreB und die Determinanten der Zellmorphologie	165
	Die Peptidoglykansynthese und die Zellteilung	169
5.2	Das Wachstum einer Population	171
	Das Prinzip des exponentiellen Wachstums	171
	Die Mathematik des exponentiellen Wachstums	172
	Der mikrobielle Wachstumszyklus	173
	Die kontinuierliche Kultur: der Chemostat	175
5.3	Messung des mikrobiellen Wachstums	178
	Mikroskopische Messungen	178
	Bestimmung der Lebendkeimzahl	179
	Trübungsmessungsmethoden	183
5.4	Temperatur und mikrobielles Wachstum	185
	Die Wirkung der Temperatur auf das Wachstum	185
	Mikrobielles Leben in der Kälte	188
	Mikrobielles Leben bei hohen Temperaturen	191
5.5	Weitere Umwelteinflüsse auf das Wachstum	195
	Säuregehalt und Alkalinität	195
	Osmotische Einflüsse	197
	Sauerstoff und Mikroorganismen	200
	Toxische Formen des Sauerstoffs	204

TEIL III: Molekularbiologie und Genexpression

Kapitel 6: Die Molekularbiologie der *Bacteria*

6.1	DNA-Struktur und genetische Information	214
	Makromoleküle und Gene	214
	Die Doppelhelix	217
	Die Überspiralisierung	220
	Chromosomen und andere genetische Elemente	222
6.2	Chromosomen und Plasmide	224
	Das Chromosom von <i>Escherichia coli</i>	224
	Plasmide: Allgemeine Grundlagen	227
	Die Biologie der Plasmide	229
6.3	Die DNA-Replikation	231
	Matrizen und Enzyme	231
	Die Replikationsgabel	233
	Die bidirektionale Replikation und das Replisom	236
	Die Polymerasekettenreaktion (PCR)	240

6.4	Die RNA-Synthese: Die Transkription	242
	Überblick über die Transkription	243
	Sigmafaktoren und Konsensussequenzen	245
	Termination der Transkription	247
	Die Transkriptionseinheit	248
6.5	Die Proteinstruktur und die Proteinsynthese	249
	Polypeptide, Aminosäuren und die Peptidbindung	249
	Die Translation und der genetische Code	251
	Die Transfer-RNA	254
	Die Schritte der Proteinsynthese	256
	Der Einbau von Selenocystein und Pyrolysin	261
	Die Faltung und Ausscheidung von Proteinen	261

Kapitel 7: Molekularbiologie der Archaea und Eukaryoten

7.1	Die Molekularbiologie der Archaea	272
	Chromosomen und die DNA-Replikation bei den <i>Archaea</i>	272
	Transkription und RNA-Prozessierung bei <i>Archaea</i>	274
	Die Proteinsynthese bei <i>Archaea</i>	276
	Gemeinsamkeiten der <i>Bacteria</i> und der <i>Archaea</i>	278
7.2	Die Molekularbiologie der Eukaryoten	279
	Gene und Chromosomen bei <i>Eukarya</i>	279
	Überblick über die eukaryotische Zellteilung	281
	Die Replikation der linearen DNA	282
	RNA-Prozessierung	285
	Transkription und Translation bei <i>Eukarya</i>	288
	Die RNA-Interferenz (RNAi)	291
	Die Regulation durch microRNA	293

Kapitel 8: Die Regulation der Genexpression

8.1	Überblick über die Regulation	298
	Die wichtigsten Formen der Regulation	298
8.2	DNA-Bindeproteine und die Regulation der Transkription	299
	DNA-Bindeproteine	299
	Die negative Kontrolle der Transkription: Repression und Induktion	301
	Die positive Kontrolle der Transkription	305
	Die globale Kontrolle und das <i>lac</i> -Operon	307
	Die Kontrolle der Transkription bei den <i>Archaea</i>	310
8.3	Registrierung von Umweltveränderungen und Signaltransduktion	311
	Zwei-Komponenten-Regulations-Systeme	311
	Die Regulation der Chemotaxis	313
	Quorum sensing	316
	Die stringente Antwort	318
	Weitere Netzwerke globaler Kontrolle	320

8.4	Die Regulation der Entwicklung: Das Modell der <i>Bacteria</i>	322
	Die Sporulation bei <i>Bacillus</i>	322
	Die Differenzierung bei <i>Caulobacter</i>	324
8.5	Die Regulation durch RNA	325
	Regulation durch RNA und die Antisense-RNA	325
	Riboswitches	327
	Attenuation	330

TEIL IV: Virologie, Genetik und Genomik

Kapitel 9: Viren und Virologie

9.1	Virusstruktur und Viruswachstum	340
	Allgemeine Eigenschaften von Viren	340
	Die Natur der Virionen	342
	Der Viruswirt	346
	Die Quantifizierung von Viren	347
9.2	Die virale Replikation	349
	Allgemeine Merkmale der Virusreplikation	349
	Anheften und Eindringen	350
	Bildung viraler Nucleinsäure und viraler Proteine	353
9.3	Die virale Diversität	356
	Ein Überblick über bakterielle Viren	356
	Virulente Bakteriophagen und T4	357
	Temperante Bakteriophagen, Lambda und P1	361
	Überblick über die tierischen Viren	365
	Retroviren	367
9.4	Subvirale Partikel	370
	Defektive Viren	371
	Viroide	371
	Prionen	373

Kapitel 10: Die Genetik der *Bacteria* und der *Archaea*

10.1	Mutation	380
	Mutationen und Mutanten	380
	Die molekularen Grundlagen der Mutation	383
	Mutationsraten	387
	Mutagenese	388
	Mutagenese und Karzinogenese: Der Ames-Test	393

10.2 Gentransfer	395
Die genetische Rekombination	395
Transformation	397
Transduktion	401
Konjugation: Allgemeine Grundlagen	404
Die Bildung von Hfr-Stämmen und die Mobilisierung von Chromosomen	407
Komplementation	411
Gentransfer bei <i>Archaea</i>	413
Mobile DNA: Transponierbare Elemente	414

Kapitel 11: Gentechnologie

11.1 Methoden zur Manipulation der DNA	422
Restriktionsenzyme und Modifikationsenzyme	422
Nucleinsäurehybridisierung	425
Grundlagen der molekularen Klonierung	427
Molekulare Methoden der Mutagenese	429
Genfusionen und Reportergene	433
11.2 Genklonierung	435
Plasmide als Klonierungsvektoren	435
Wirte für Klonierungsvektoren	439
Shuttlevektoren und Expressionsvektoren	441
Der Bakteriophage Lambda als Klonierungsvektor	446
Vektoren für die genomische Klonierung und Sequenzierung	449

Kapitel 12: Mikrobielle Genomik

12.1 Genome und Genomik	456
Einführung in die Genomik	456
Sequenzierung und Zuordnung des Genoms	459
Analysen mit Hilfe der Bioinformatik und Genverteilungen	463
Die Genome der eukaryotischen Organellen	470
Die Genome der eukaryotischen Mikroorganismen	473
Metagenomik	476
12.2 Genomfunktion und Regulation	477
Microarrays und Transkriptome	477
Proteomik und das Interaktom	480
Metabolomik	482
12.3 Die Evolution der Genome	483
Genfamilien, Verdopplungen und Deletionen	484
Horizontaler Gentransfer und Genomstabilität	486
Transposons und Insertionssequenzen	487
Die Evolution der Virulenz: Pathogenitätsinseln	489

TEIL V: Metabolische Vielfalt und kommerzielle Biokatalyse

Kapitel 13: Phototrophie, Chemolithotrophie und die wichtigsten Biosynthesen

13.1	Die Phototrophie	498
	Die Photosynthese	498
	Chlorophylle und Bakteriochlorophylle	499
	Carotinoide und Phycobilin	504
	Anoxygene Photosynthese	506
	Oxygenic Photosynthese	511
13.2	Chemolithotrophie	498
	Die Energetik der Chemolithotrophie	514
	Die Wasserstoffoxidation	515
	Die Oxidation reduzierter Schwefelverbindungen	517
	Eisenoxidation	519
	Nitrifizierung	522
	Anammox	524
13.3	Die wichtigsten Biosynthesen: Autotrophie und Stickstofffixierung	498
	Der Calvinzyklus	527
	Weitere autotrophe Wege bei Phototrophen	529
	Stickstofffixierung und Nitrogenase	531
	Die Genetik und Regulation der Stickstofffixierung	536

Kapitel 14: Der Katabolismus von organischen Verbindungen

14.1	Fermentationen	544
	Energetische und Redox-Betrachtungen	544
	Milchsäure- und gemischte Säure-Gärungen	547
	Gärungen von Clostridien und die Propionsäure-Gärung	550
	Gärungen ohne Substratkettenphosphorylierung	553
	Syntrophien	555
14.2	Anaerobe Atmung	558
	Anaerobe Atmungen: Generelle Betrachtungen	558
	Die Nitratreduktion und die Denitrifikation	560
	Sulfat und die Schwefelreduktion	562
	Acetogenese	566
	Die Methanogenese	568
	Andere Elektronenakzeptoren	575
	Organische Elektronenakzeptoren	577
	Die anaerobe Oxidation von Kohlenwasserstoffen, die mit der anaeroben Atmung verknüpft ist	578
14.3	Aerober chemoorganotropher Abbau	582
	Molekularer Sauerstoff als Reaktionsmittel und die aerobe Kohlenwasserstoffoxidation	582
	Methylootrophie und Methanotrophie	584
	Der Zucker- und Polysaccharidmetabolismus	587
	Der Metabolismus von organischen Säuren	591
	Der Lipidstoffwechsel	592

Kapitel 15: Kommerzielle Produkte und Biotechnologie

15.1	Der Einsatz von Mikroorganismen	600
	Industrielle Produkte und die Mikroorganismen, die sie herstellen.	600
	Produktion und Maßstab.	601
15.2	Medikamente, chemische Substanzen und Enzyme	605
	Antibiotika: Isolierung, Ertrag und Reinigung.	605
	Industrielle Produktion von Penicillinen und Tetracyclinen.	607
	Vitamine und Aminosäuren.	609
	Enzyme als Industrieprodukte	612
15.3	Alkoholische Getränke und Biokraftstoffe	615
	Wein	615
	Brauen und Destillieren	619
	Biokraftstoffe	622
15.4	Produkte aus gentechnisch veränderten Mikroorganismen	615
	Die Expression von Säugetiergenen durch Bakterien	624
	Die Herstellung genetisch veränderten Somatotropins	628
	Andere Säugetierproteine und deren Produkte	629
	Gentechnisch hergestellte Vakzinen	631
	Das Nutzbarmachen von Genomen	634
	Gentechnisch veränderte metabolische Wege	635
15.5	Transgene Eukaryoten	615
	Das gentechnische Verändern von Tieren	638
	Gentherapie beim Menschen	640
	Transgene Pflanzen in der Landwirtschaft	641

TEIL VI: Mikrobielle Evolution und Diversität

Kapitel 16: Mikrobielle Evolution und Systematik

16.1	Die frühe Erde, der Ursprung des Lebens und die mikrobielle Vielfalt	654
	Entstehung und Frühgeschichte der Erde	654
	Der Ursprung zellulären Lebens	656
	Mikrobielle Diversifikation:	
	Folgen für die Biosphäre der Erde	662
	Der endosymbiotische Ursprung der Eukaryoten	664
16.2	Die mikrobielle Evolution	666
	Der Evolutionsprozess	666
	Evolutionsanalyse: Theoretische Aspekte	668
	Evolutionsanalyse: Analytische Methoden	670
	Mikrobielle Phylogenie	674
	Anwendung phylogenetischer Methoden auf der Basis der SSU-rRNA	676

16.3	Mikrobielle Systematik	678
	Phänotypische Analyse: Fettsäuremethylester (FAME)	679
	Analysen des Genotyps	681
	Das Spezieskonzept in der Mikrobiologie	685
	Klassifizierung und Nomenklatur	689

Kapitel 17: Proteobakterien

17.1	Die Phylogenie der <i>Bacteria</i>	698
	Ein phylogenetischer Überblick über die <i>Bacteria</i>	698
17.2	Phototrophe, chemolithotrophe und methanotrophe <i>Proteobacteria</i>	700
	Die phototrophen Purpurbakterien	700
	Die nitrifizierenden Bakterien	705
	Die schwefel- und eisenoxidierenden Bakterien	707
	Wasserstoffoxidierende Bakterien	711
	Methanotrophe und Methylotrophe	713
17.3	Aerobe und fakultativ aerobe chemoorganotrophe <i>Proteobacteria</i>	717
	<i>Pseudomonas</i> und Pseudomonaden	717
	Essigsäurebakterien	720
	Frei lebende, aerobe stickstofffixierende Bakterien	721
	<i>Neisseria</i> , <i>Chromobacterium</i> und Verwandte	723
	Die Enterobakterien	725
	Rickettsien	730
17.4	Morphologisch ungewöhnliche <i>Proteobacteria</i>	733
	Spirillen	733
	Knospende und prosthekate/gestielte Bakterien	738
17.5	<i>Delta- und Epsilonproteobacteria</i>	744
	Die Myxobakterien	744
	Sulfat- und schwefelreduzierende <i>Proteobacteria</i>	748
	Die <i>Epsilonproteobacteria</i>	752

Kapitel 18: Andere Bakterien

18.1	<i>Firmicutes</i>, <i>Mollicutes</i> und <i>Actinobacteria</i>	760
	Nichtsporulierende <i>Firmicutes</i>	760
	Endosporenbildende <i>Firmicutes</i>	765
	<i>Mollicutes</i> : Die Mycoplasmen	770
	<i>Actinobacteria</i> : Coryneforme Bakterien und Propionsäurebakterien	772
	<i>Actinobacteria</i> : <i>Mycobacterium</i>	774
	Filamentöse <i>Actinobacteria</i> : <i>Streptomyces</i> und Verwandte	776
18.2	Cyanobakterien und Prochlorophyten	781
	Cyanobakterien	781
	Die Prochlorophyten	785
18.3	Chlamydien	787
	Die Chlamydien	787

18.4	Die Planktomyceten	790
	Die <i>Planctomycetes</i> : phylogenetisch einzigartige, gestielte Bakterien	790
18.5	Die Verrucomicrobia	792
	<i>Verrucomicrobium</i> und <i>Prosthecobacter</i>	792
18.6	Die Flavobacteria und die Acidobacteria	792
	<i>Bacteroides</i> und <i>Flavobacterium</i>	793
	<i>Acidobacteria</i>	793
18.7	Die Cytophaga-Gruppe	794
	<i>Cytophaga</i> und Verwandte	794
18.8	Grüne Schwefelbakterien	796
	<i>Chlorobium</i> und andere grüne Schwefelbakterien	796
18.9	Die Spirochäten	798
	Die Spirochäten	798
18.10	Die Deinokokken	802
	<i>Deinococcus</i> und <i>Thermus</i>	802
18.11	Die grünen Nicht-Schwefel-Bakterien: Chloroflexi	804
	<i>Chloroflexus</i> und Verwandte	804
18.12	Hyperthermophile Bakterien	805
	<i>Thermotoga</i> und <i>Thermodesulfobacterium</i>	805
	<i>Aquifex</i> , <i>Thermocrinis</i> und Verwandte	807
18.13	Nitrospira und Deferribacter	808
	<i>Nitrospira</i> und <i>Deferribacter</i>	808

Kapitel 19: Archaea

19.1	Diversität	814
	Die phylogenetische und metabolische Diversität der Archaea	814
19.2	Euryarchaeota	816
	Die extrem halophilen Archaea	816
	Methanogene Archaea	822
	<i>Thermoplasmatales</i>	825
	<i>Thermococcales</i> und <i>Methanopyrus</i>	828
	<i>Archaeoglobales</i>	829
	<i>Archaeoglobus</i>	829
	<i>Nanoarchaeum</i> und <i>Aciduliprofundum</i>	830
19.3	Crenarchaeota	832
	Habitate und Energiemetabolismus	832
	Crenarchaeota aus terrestrischen, vulkanischen Habitaten	834
	Crenarchaeota aus vulkanischen Habitaten im Meer	837
	Crenarchaeota aus nicht thermalen Habitaten und die Nitrifizierung bei den Archaea	840

19.4	Evolution und das Leben bei hohen Temperaturen	841
	Die obere Temperaturgrenze mikrobiellen Lebens.	842
	Molekulare Anpassung an das Leben bei hohen Temperaturen	843
	Hyperthermophile Archaea, H ₂ und die mikrobielle Evolution.	846

Kapitel 20: Eukaryotische Zellbiologie und eukaryotische Mikroorganismen

20.1	Die eukaryotische Zellstruktur.	852
	Das Mitochondrium und das Hydrogenosom	853
	Der Chloroplast	855
	Endosymbiose: Verwandtschaften von Mitochondrien und Chloroplasten mit den <i>Bacteria</i>	856
	Andere Organellen und eukaryotische Zellstrukturen	858
20.2	Die eukaryotische mikrobielle Vielfalt.	861
	Die Phylogenie der <i>Eukarya</i>	861
20.3	Protisten	864
	Diplomonaden und Parabasalia	864
	Euglenozoen	865
	Alveolate	866
	Stramenopile	869
	Cercozoen und Radiolaria.	870
	Amoebozoen	871
20.4	Pilze.	874
	Die Physiologie, Struktur und Symbiosen der Pilze	874
	Die Vermehrung und Phylogenie der Pilze	877
	Chytridiomyzeten	879
	Zygomyzeten und Glomeromyzeten.	879
	Ascomyzeten	881
	Basidiomyzeten und der Lebenszyklus der Ständerpilze	883
20.5	Rotalgen und Grünalgen	884
	Die Rotalgen.	885
	Die Grünalgen	886

Kapitel 21: Virale Vielfalt

21.1	Viren der <i>Bacteria</i> und der <i>Archaea</i>	894
	RNA-Bakteriophagen.	894
	Einzelsträngige DNA-Bakteriophagen	896
	Doppelsträngige DNA-Bakteriophagen.	900
	Der transponierbare Phage Mu	904
	Viren der <i>Archaea</i>	906

21.2	RNA-Viren der Eukaryoten	909
	RNA-Viren der Pflanzen	909
	Tierische Positivstrang-RNA-Viren	911
	Tierische Viren mit Negativstrang-RNA	914
	Doppelsträngige RNA-Viren: Reoviren	918
	Retroviren und Hepadnaviren	919
21.3	DNA-Viren bei Eukaryoten	923
	DNA-Viren der Pflanzen	923
	Polyomaviren: SV40	926
	Herpesviren	927
	Die Pockenviren	929
	Adenoviren	931

TEIL VII: Mikrobielle Ökologie

Kapitel 22: Methoden der mikrobiellen Ökologie

22.1	Kulturabhängige Analysen mikrobieller Gemeinschaften	940
	Die Anreicherungskultur	940
	Isolierung	946
22.2	Kulturunabhängige Analysen mikrobieller Gemeinschaften	949
	Allgemeine Färbemethoden	949
	Die Fluoreszenz- <i>In-Situ</i> -Hybridisierung (FISH)	952
	PCR-Methoden zur Analyse mikrobieller Gemeinschaften	954
	Microarrays und mikrobielle Vielfalt: Phylochips	959
	Umweltgenomik und verwandte Methoden	960
22.3	Die Messung mikrobieller Aktivitäten in der Natur	963
	Chemische Messungen, Radioisotopenmethoden und Mikroelektroden	964
	Stabile Isotopen	967
	Die Verknüpfung spezifischer Gene und Funktionen mit spezifischen Organismen	969

Kapitel 23: Die wichtigsten mikrobiellen Habitate und ihre Vielfalt

23.1	Mikrobielle Ökologie	980
	Grundlegende Konzepte der Ökologie	980
	Die Versorgung des Ökosystems: Biogeochemie und Nährstoffkreisläufe	982
23.2	Der mikrobielle Lebensraum	983
	Lebensräume und Mikrolebensräume	984
	Oberflächen und Biofilme	986
	Mikrobielle Matten	991
23.3	Terrestrische Lebensräume	993
	Böden	993
	Der Bereich unterhalb der Oberfläche	998

23.4	Aquatische Lebensräume	1000
	Süßwasser	1000
	Küstengewässer und Ozeanwasser: phototrophe Mikroorganismen	1003
	Pelagische <i>Bacteria</i> , <i>Archaea</i> und Viren	1006
	Die Tiefsee und Tiefseesedimente	1010
	Hydrothermalsysteme	1014

Kapitel 24: Nährstoffkreisläufe, biologischer Abbau und biologische Sanierung

24.1	Nährstoffkreisläufe	1024
	Der Kohlenstoffkreislauf	1024
	Syntrophie und Methanogenese	1028
	Der Stickstoffkreislauf	1031
	Der Schwefelkreislauf	1033
	Der Eisenkreislauf	1035
	Mikrobiell verkabelt	1036
	Die Kreisläufe von Phosphor, Kalzium und Silizium	1039
24.2	Biologischer Abbau und biologische Sanierung	1042
	Mikrobielle Laugung	1042
	Quecksilberumwandlungen	1045
	Der biologische Abbau und die biologische Sanierung von Erdöl	1047
	Biologischer Abbau und biologische Sanierung von Xenobiotika	1049

Kapitel 25: Mikrobielle Symbiosen

25.1	Symbiosen zwischen Mikroorganismen	1056
	Flechten	1056
25.2	Pflanzen als mikrobielle Habitate	1060
	Die Leguminose-Wurzelknöllchensymbiose	1060
	<i>Agrobacterium</i> und Wurzelhalsgallen	1067
	Mykorrhiza	1070
25.3	Säugetiere als mikrobielle Habitate	1072
	Der Säugeterdarm	1072
	Der Pansen und Wiederkäuer	1074
	Das menschliche Mikrobiom	1080
25.4	Insekten als mikrobielle Habitate	1084
	Vererbbare Insektsymbionten	1084
	Termiten	1087
25.5	Aquatische Invertebraten und mikrobielle Habitate	1091
	Der hawaiianische Tintenfisch	1091
	Marine Invertebraten in Hydrothermalsystemen und Gasaustrittsstellen	1093
	Blutegel	1096
	Riffbauende Korallen	1098

TEIL VIII: Antimikrobielle Wirkstoffe und Pathogenität

Kapitel 26: Die Kontrolle mikrobiellen Wachstums

26.1	Physikalische antimikrobielle Kontrolle	1108
	Sterilisation durch Hitze	1108
	Sterilisation durch Strahlung	1112
	Sterilisation durch Filter	1114
26.2	Chemische antimikrobielle Kontrolle	1117
	Chemische Wachstumskontrolle	1117
	Chemische antimikrobielle Wirkstoffe zur äußereren Anwendung	1118
26.3	Verwendung antimikrobieller Wirkstoffe <i>in vivo</i>	1122
	Synthetische antimikrobielle Medikamente	1126
	Natürlich vorkommende antimikrobielle Medikamente: Antibiotika	1128
	β-Lactamantibiotika: Penicilline und Cephalosporine	1129
	Antibiotika von Prokaryoten	1132
26.4	Die Kontrolle von Viren und eukaryotischen Pathogenen	1134
	Antivirale Medikamente	1134
	Medikamente gegen Pilze	1137
26.5	Antimikrobielle Medikamentenresistenz und Medikamentenentwicklung	1139
	Antimikrobielle Medikamentenresistenz	1140
	Die Suche nach neuen antimikrobiellen Wirkstoffen	1145

Kapitel 27: Wechselwirkung zwischen Mensch und Mikroorganismen

27.1	Nützliche Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und Menschen	1156
	Überblick über die Wechselwirkungen zwischen Menschen und Mikroorganismen	1156
	Die normale Mikroflora der Haut	1158
	Die normale Mikroflora der Mundhöhle	1160
	Die normale Mikroflora des Gastrointestinaltrakts	1164
	Die normale Mikroflora anderer Körperregionen	1169
27.2	Mikrobielle Virulenz und Pathogenese	1171
	Die Messung der Virulenz	1171
	Eindringen des Pathogenen in den Wirt – Anheftung	1172
	Kolonisierung und Infektion	1175
	Eindringen	1176
	Exotoxine	1178
	Endotoxine	1184
27.3	Wirtsfaktoren einer Infektion	1186
	Risikofaktoren des Wirts bei einer Infektion	1186
	Angeborene Resistenz gegenüber einer Infektion	1190

TEIL IX: Immunologie

Kapitel 28: Immunität und Verteidigung des Wirts

28.1	Immunität	1200
	Zellen und Organe des Immunsystems	1201
	Die angeborene Immunität	1204
	Die adaptive Immunität	1205
	Antikörper	1208
	Entzündung	1210
28.2	Das Vorbeugen gegenüber Infektionserkrankungen	1212
	Die natürliche Immunität	1212
	Künstliche Immunität und Immunisierung	1215
	Neue Immunisierungsstrategien	1218
28.3	Immunerkrankungen	1219
	Allergie, Hypersensitivität und Autoimmunität	1221
	Superantigene: Überaktivierung von T-Zellen	1225

Kapitel 29: Immunmechanismen

29.1	Ein Überblick über Immunität	1232
	Mechanismen der angeborenen Immunantwort	1232
	Die Mechanismen der adaptiven Antwort	1236
29.2	Antigene und Antigenpräsentation	1237
	Immunogene und Antigene	1238
	Die Antigenpräsentation für T-Zellen	1240
29.3	T-Lymphozyten und Immunität	1244
	T-cytotoxische Zellen und natürliche Killerzellen	1244
	T-Helferzellen	1245
29.4	Antikörper und Immunität	1248
	Antikörper	1249
	Die Bildung von Antikörpern	1252
	Antikörper, Komplement und Zerstörung des Pathogens	1254

Kapitel 30: Molekulare Immunologie

30.1	Rezeptoren und Immunität	1264
	Angeborene Immunantwort und Mustererkennung	1264
	Adaptive Immunität und die Immunglobulinsuperfamilie	1268
30.2	Der Haupthistokompatibilitätskomplex (MHC)	1270
	Die Struktur des Proteins MHC	1270
	MHC-Polymorphismus und die Antigenbindung	1272

30.3	Antikörper	1273
	Antikörperproteine und Antigenbindung	1273
	Antikörnergene und Diversität	1275
30.4	T-Zellrezeptoren	1277
	T-Zellrezeptoren: Proteine, Gene und Vielfalt	1277
30.5	Molekulare Veränderungen der Immunität	1279
	Die klonale Selektion und Toleranz	1279
	Aktivierung der T-Zelle und der B-Zelle	1281
	Cytokine und Chemokine	1283

TEIL X: Diagnose und Nachweis mikrobieller Krankheiten

Kapitel 31: Diagnostische Molekularbiologie und Immunologie

31.1	Wachstumsabhängige diagnostische Methoden	1295
	Die Isolierung von Pathogenen aus klinischen Proben	1295
	Wachstumsabhängige Identifizierungsmethoden	1302
	Testreihen zur Analyse der Empfindlichkeit gegenüber antimikrobiellen Wirkstoffen	1306
	Sicherheit im mikrobiologischen Labor	1308
31.2	Immunologie und diagnostische Methoden	1312
	Immunassays für Infektionserkrankungen	1312
	Polyklonale und monoklonale Antikörper	1315
	In-vitro-Antigen-Antikörper-Reaktionen: Serologie	1317
	Agglutination	1320
	Immunfluoreszenz	1322
	Enzymimmunassay und Radioimmunassay	1325
	Immunblots	1331
31.3	Diagnostische Verfahren mit Nucleinsäuren	1333
	Die Nucleinsäurehybridisierung	1333
	Die Nucleinsäureamplifikation	1337

Kapitel 32: Epidemiologie

32.1	Grundlagen der Epidemiologie	1344
	Die Wissenschaft der Epidemiologie	1344
	Das Vokabular der Epidemiologie	1345
	Krankheitsreservoirs und Epidemien	1348
	Die Übertragung von Infektionskrankheiten	1352
	Die Gemeinschaft der Wirte	1355
32.2	Gegenwärtige Epidemien	1358
	Die HIV/AIDS-Pandemie	1358
	Nosokomiale Infektionen	1362

32.3	Epidemiologie und die öffentliche Gesundheit	1364
	Maßnahmen im öffentlichen Gesundheitswesen	
	zur Kontrolle von Krankheiten	1364
	Globale Gesundheitsprobleme	1370
	Neu auftretende und wieder auftretende Infektionserkrankungen	1372
	Biologische Kriegsführung	1381
	Anthrax als biologische Waffe	1385

TEIL XI: Durch Menschen und Tiere übertragene Infektionskrankheiten

Kapitel 33: Von Mensch zu Mensch übertragene mikrobielle Erkrankungen

33.1	Übertragung durch die Luft	1396
	Durch die Luft übertragene Pathogene	1396
	Streptokokkenerkrankungen	1398
	Diphtherie und Keuchhusten	1402
	<i>Mycobacterium</i> , Tuberkulose und die Lepra	1405
	<i>Neisseria meningitidis</i> , Meningitis und Meningokokkämie	1409
	Virus- und Atemwegsinfektionen	1410
	Grippale Infekte (Erkältungskrankheiten)	1414
	Influenza	1415
33.2	Übertragung von Krankheiten durch direkten Kontakt	1420
	<i>Staphylococcus</i>	1420
	<i>Helicobacter pylori</i> und Magengeschwüre	1423
	Hepatitisviren	1425
33.3	Durch Geschlechtsverkehr übertragene Infektionen	1427
	Gonorrhö und Syphilis	1429
	<i>Chlamydia</i> , Herpes, Trichomoniasis und das menschliche Papillomavirus	1432
	Das erworbene Immunschwächesyndrom: AIDS und HIV	1435

Kapitel 34: Durch Vektoren und über den Boden übertragene mikrobielle Pathogene

34.1	Durch Tiere übertragene Pathogene	1452
	Das Tollwutvirus	1452
	Das Hantavirus	1455
34.2	Von Arthropoden übertragene Pathogene	1458
	Rickettsiale Pathogene	1458
	Die Lyme-Krankheit und <i>Borrelia</i>	1463
	Malaria und <i>Plasmodium</i>	1466
	Das West-Nil-Virus	1471
	Die Pest und <i>Yersinia</i>	1473

34.3	Über den Boden übertragene Pathogene	1476
	Pilzpathogene	1476
	Tetanus und <i>Clostridium tetani</i>	1479

TEIL XII: Durch öffentliche Güter übertragene Infektionskrankheiten

Kapitel 35: Abwasserbehandlung, Wasseraufbereitung und mit dem Wasser übertragene Krankheiten

35.1	Abwassermikrobiologie und Wasserreinigung	1488
	Öffentliche Gesundheit und Wasserqualität	1488
	Die Behandlung von Abwasser	1491
	Trinkwasserreinigung	1496
35.2	Durch das Wasser übertragene mikrobielle Erkrankungen	1498
	Ursachen einer durch das Wasser übertragenen Infektion	1498
	Die Cholera	1501
	Giardiasis und Kryptosporidiose	1504
	Legionellose (Legionärskrankheit)	1506
	Typhus und andere mit dem Wasser übertragene Krankheiten	1508

Kapitel 36: Lebensmittelkonservierung und durch kontaminierte Lebensmittel übertragene Krankheiten

36.1	Lebensmittelkonservierung und mikrobielles Wachstum	1514
	Mikrobielles Wachstum und das Verderben von Nahrungsmitteln	1514
	Nahrungsmittelkonservierung	1516
	Fermentierte Nahrungsmittel und Pilze	1521
36.2	Durch Lebensmittel übertragene Krankheiten, mikrobielle Proben und Epidemiologie	1526
	Durch verunreinigte Lebensmittel übertragene Krankheiten und mikrobielle Proben	1527
	Epidemiologie der durch Lebensmittel übertragenen Krankheiten	1529
36.3	Lebensmittelvergiftung	1531
	Eine Lebensmittelvergiftung durch Staphylokokken	1531
	Eine Lebensmittelvergiftung durch Clostridien	1532
36.4	Nahrungsmittelinfektion	1535
	Salmonellose	1535
	Pathogene <i>Escherichia coli</i>	1537
	<i>Campylobacter</i>	1539
	Listeriose	1540
	Weitere durch Nahrungsmittel übertragene Infektionskrankheiten	1542

Anhang

Anhang 1 Energieberechnungen und mikrobielle Bioenergetik	1550
Anhang 2 Genera und Taxa höherer Ordnung	1556
Anhang 3 Glossar	1574
Anhang 4 Bildnachweis	1595
Anhang 5 Index	1602