

Inhaltsverzeichnis

1	Mikrobiologie – Wissenschaft von unsichtbaren Lebewesen.....	1
1.1	Welt der Mikroben.....	1
1.2	Mikrobiologie.....	2
1.3	Mikroorganismen und Viren.....	4
1.4	Wissenschaftliche Basis der Mikrobiologie.....	5
1.5	Teilgebiete.....	5
1.6	Auswirkungen der Mikrobiologie.....	6
1.7	Kleine und große Zahlen.....	6
1.8	Oberflächen-Volumen-Verhältnis.....	8
1.9	Sind die Mikroben primitiv?.....	9
2	Aufbau der Zelle – der Grundbedarf des Lebendigen	13
2.1	Weshalb ist der Frosch grün?.....	13
2.2	Kennzeichen von Leben.....	14
2.3	Aufbau einer Prokaryotenzelle	15
2.4	Zellwand.....	15
2.5	Zellmembran.....	16
2.6	DNA	17
2.7	Plasmide.....	19
2.8	Informationsgehalt.....	19
2.9	Mechanismen der Genübertragung bei Prokaryoten.....	20
2.10	DNA-Replikation	20
2.11	Transkription und Translation.....	21
2.12	Stoffwechselkatalyse	24
2.13	Unterschiede zwischen Prokaryoten und Eukaryoten.....	24
2.14	Einheit der Biochemie.....	26
2.15	Chemische Zusammensetzung der Zelle	27
2.16	Makro- und Spurenelemente.....	28

3	Spezielle Morphologie von Prokaryoten	33
3.1	Murein.....	35
3.2	Lysozym und Penicillin	36
3.3	Gram-negative und Gram-positive Bakterien.....	36
3.4	Kapseln und Schleime.....	37
3.5	Geißeln und Pili.....	39
3.6	Bewegungsmechanismen.....	40
3.7	Chemotaxis.....	41
3.8	Zelleinschlüsse	42
4	Eukaryotische Mikroorganismen.....	47
4.1	Die Gruppen der Protisten.....	48
4.2	Fortbewegung.....	52
4.3	Aufbau der Zelloberfläche.....	52
4.4	Entwicklungszyklen.....	53
4.5	Photoautotrophe Lebensweise.....	53
4.6	Phagotropie und osmotrophe Lebensweise.....	54
4.7	Bedeutung von Protisten an verschiedenen Standorten.....	56
4.8	Pilze.....	56
4.9	Hefen	57
4.10	Lebensweise der Pilze.....	58
5	Viren.....	61
5.1	Aufbau von Viren.....	61
5.2	Klassifikation der Viren.....	62
5.3	RNA als Träger der Erbinformation.....	63
5.4	Lytischer Cyclus eines Bakteriophagen.....	64
5.5	Lysogenie	66
5.6	Transduktion.....	66
5.7	Der Phage Q β	67
5.8	Bestimmung des Phagentiters.....	68
6	Mikrobiologische Methoden	71
6.1	Mikroben sichtbar machen	71
6.2	Strahlengang des Mikroskops.....	73
6.3	Hellfeld-Mikroskopie und Färbungen.....	74
6.4	Transmissions-Elektronenmikroskopie.....	75
6.5	Phasenkontrast-Verfahren	76
6.6	Polarisation und Interferenz-Kontrast	77
6.7	Dunkelfeld	77
6.8	Fluoreszenz-Mikroskopie.....	78
6.9	Konfokales Laser-Scanning-Mikroskop.....	79
6.10	Digitale Auswertung von Bilderserien.....	79
6.11	Raster-Elektronenmikroskopie.....	80

6.12	Sterilisation	82
6.13	Teilentkeimung	83
6.14	Kulturmedium	83
6.15	Anreicherungskultur	84
6.16	Vereinzelung von Zellen	85
6.17	Direktisolierung	85
7	Klassifizierung und Grundstruktur des phylogenetischen Stammbaums	91
7.1	Taxonomie	91
7.2	Artenvielfalt	92
7.3	Einordnung einer Reinkultur	92
7.4	PCR – Polymerase-Kettenreaktion	94
7.5	Sequenzierung von DNA	95
7.6	Die ribosomale 16 S-RNA	97
7.7	Grundstruktur des phylogenetischen Stammbaums	99
7.8	Nachweis von Mikroorganismen mit molekularbiologischen Verfahren	101
8	Wachstum von Mikroben	105
8.1	Potenzielle Unsterblichkeit und der Traum der Bakterien	105
8.2	Wachstum und binäre Teilung einer Zelle	106
8.3	Exponentielles Wachstum einer Kultur	107
8.4	Wachstumsexperiment	109
8.5	Wachstumsphasen	110
8.6	Kontinuierliche Kultur	111
8.7	Substrat-Affinität und K_s -Wert	113
8.8	Turbidostat	113
9	Allgemeine Bioenergetik	115
9.1	Energieformen	115
9.2	Thermodynamische Grundlagen	116
9.3	Entropie und Ordnung	118
9.4	Widerspricht Leben dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik?	119
9.5	Freie Energie	119
9.6	Freie Energie von Transportprozessen	120
9.7	Freie Energie chemischer Reaktionen	121
9.8	Berücksichtigung der tatsächlichen Konzentration der Reaktionspartner	122
9.9	Freie Energie von Redoxreaktionen	122
9.10	Energiekopplung – der Umweg als biologisches Prinzip	123
9.11	ATP als Energiewährung	123
9.12	Energieladungszustand der Zelle	124

9.13	Mechanismen der ATP-Nutzung.....	124
9.14	Mechanismen der ATP-Regenerierung	125
10	Transport	131
10.1	Semipermeabilität.....	131
10.2	Aufnahme von partikulärer Substanz.....	132
10.3	Aufnahme von Eisen.....	134
10.4	Sekundärer Transport.....	134
10.5	Primärer Transport	135
10.6	Zucker-Transport durch Gruppentranslokation	136
11	Abbau eines Zuckermoleküls.....	139
11.1	Kopplung zwischen Anabolismus und Katabolismus.....	139
11.2	Überblick über das Stoffwechselgeschehen	140
11.3	Wachstum mit Glucose als Substrat	142
11.4	Energiebedarf für die Assimilation	142
11.5	Energieausbeute der Dissimilation	143
11.6	Berechnung des zu erwartenden Ertrages	143
11.7	Transport und Aktivierung von Glucose.....	143
11.8	Glykolyse.....	144
11.9	Reduktionsäquivalente.....	146
11.10	Pyruvat-Oxidation.....	148
11.11	Tricarbonsäure-Cyclus	149
11.12	Bilanz der Oxidation von Glucose	150
12	Regulation.....	153
12.1	Die Ebenen der Regulation	154
12.2	Die Bedeutung irreversibler Schritte	154
12.3	Regulation der Aktivität von Enzymen	155
12.4	Regulation der Glykolyse.....	157
12.5	Pasteur-Effekt.....	158
12.6	Regulation der Enzymaktivität durch chemische Modifikation.....	158
12.7	Beispiel Chemotaxis	158
12.8	Regulation der Genexpression.....	160
12.9	Operon-Struktur	161
12.10	Das <i>lac</i> -Operon von <i>Escherichia coli</i>	162
12.11	Katabolit-Repression.....	163
12.12	Regulation anabolischer Prozesse	163
12.13	Attenuation.....	163
13	Elektronentransport und chemiosmotische Energiekonservierung	167
13.1	Bilanz der Veratmung von Glucose.....	168
13.2	Prinzip des Elektronentransports.....	169
13.3	Komponenten der Atmungskette.....	170

13.4	Ablauf des Elektronentransports.....	172
13.5	Charakterisierung der Atmungskette	173
13.6	Chemiosmotische Energiekonservierung	173
13.7	Aufbau von chemiosmotischen Gradienten durch alternative Mechanismen	175
13.8	Chemiosmotische Gradienten in Bakterien, Mitochondrien und Chloroplasten	176
13.9	Energetische Bewertung des Protonen-Gradienten	177
13.10	ATP-Konservierung durch die membrangebundene ATPase.....	177
13.11	Energiebilanz von Atmung und chemiosmotischer ATP-Konservierung.....	179
14	Gärungen.....	183
14.1	Prinzip der Gärungen	183
14.2	Schlüsselreaktionen der ATP-Gewinnung bei Gärern.....	184
14.3	Rolle von Pyruvat bei den Gärungen	185
14.4	Milchsäure-Gärung	186
14.5	Alkoholische Gärung	188
14.6	Pyruvat-Ferredoxin-Oxidoreduktase	189
14.7	Pyruvat-Formiat-Lyase	189
14.8	Buttersäure-Gärung	190
14.9	Propionsäure-Gärung	192
14.10	Gemischte Säure-Gärung	193
14.11	Vergärung von Substratgemischen	193
15	Anaerobe Atmungsprozesse.....	197
15.1	Nitrat-Reduktion	198
15.2	Denitrifikation	199
15.3	Dissimilatorische Nitrat-Ammonifikation	201
15.4	Sulfat-Reduktion.....	202
15.5	Biochemie und Energiekonservierung bei der Sulfat-Reduktion.....	204
15.6	Vergärung von anorganischen Schwefelverbindungen	205
15.7	Schwefel-Atmung	206
15.8	Anaerobe Atmung mit Metall-Ionen als Elektronenakzeptoren.....	206
15.9	Reduktion von Kohlendioxid	206
15.10	Carbonat-Atmung	209
15.11	Methanogenese	209
15.12	Biochemie der Kohlendioxid-Reduktion zu Methan.....	210
15.13	Methanogene Acetat-Spaltung	212
15.14	Homoacetat-Gärung	212
16	Lithotrophie – Verwertung anorganischer Elektronendonatoren	215
16.1	Lithotrophie und das Dogma der biologischen Unfehlbarkeit.....	215
16.2	Biochemie und Energiekonservierung aus lithotropen Prozessen	217

16.3	Autotrophie	219
16.4	Photosynthese	219
16.5	Reaktionen der Photosynthese	221
16.6	Assimilatorischer Elektronentransport zur CO ₂ -Fixierung	222
16.7	Besonderheiten der oxygenen Photosynthese	222
16.8	Nutzung von Lichtenergie durch Halobakterien	223
17	Mikrobielle Ökologie und Biogeochemie	227
17.1	Mikrobielle Ökologie und Biogeochemie	227
17.2	Wechselbeziehungen in der mikrobiellen Ökologie	228
17.3	Konkurrenz um limitierende Ressourcen	228
17.4	Methoden der mikrobiellen Ökologie	230
17.5	Bestimmung von Anzahl und Biomasse	230
17.6	Analyse mikrobieller Lebensgemeinschaften	231
17.7	Messung mikrobieller Aktivitäten	233
17.8	Aktivitätsberechnung aus Gradienten	233
17.9	Kohlenstoff-Kreislauf	235
17.10	Effizienz der biogeochemischen Kreisläufe	236
17.11	Abbau organischer Substanz	237
17.12	Anaerober Abbau	238
17.13	Abbau der wichtigsten organischen Verbindungen	240
17.14	Xenobiotika	241
17.15	Stickstoff-Kreislauf	242
17.16	N ₂ -Fixierung	243
17.17	Assimilation von Stickstoff	243
17.18	Nitrifikation, Denitrifikation und dissimilatorische Nitrat-Ammonifikation	244
17.19	Anaerobe Ammonium-Oxidation, ANAMMOX	244
17.20	Schwefel-Kreislauf	244
17.21	Kreisläufe von Metallen	246
17.22	Phosphor-Kreislauf	247
17.23	Marine Mikrobiologie	247
17.24	Beispiel Nordsee	249
17.25	Rolle der Bakterien im Nahrungsnetz der Wassersäule	251
17.26	Sedimentation	252
17.27	Stoffkreisläufe im Sediment	252
17.28	Tiefe Biosphäre in marinen Sedimenten	254
17.29	Mikrobenmatten	255
17.30	Süßwasser-Seen	256
17.31	Sommerstagnation eines Sees	257
17.32	Wirkung von Phosphat auf die Sauerstoffkonzentration	258
17.33	Mikrobielle Ökologie des Bodens	258
17.34	Beispiel Wiese	259
17.35	Mikroflora tierischer Verdauungssysteme	260

17.36	Extremophile Bakterien – Standorte und Anpassungen	260
17.37	Stoffwechsel hyperthermophiler Prokaryoten	263
17.38	Leben an heißen Tiefseequellen	263
18	Wie das Leben angefangen haben könnte	269
18.1	Entstehung der Erde.....	269
18.2	Spuren des frühen Lebens	270
18.3	Urzeugung und primäre Biogenese	272
18.4	Uratmosphäre der Erde	272
18.5	Molekulare Evolution	273
18.6	Gab es zuerst Proteine oder Nukleinsäuren?.....	273
18.7	Organische und anorganische Kohlenstoffquellen.....	274
18.8	Waren die ersten Lebewesen Viren oder Bakterien?.....	274
18.9	Ein plausibles Szenarium.....	275
18.10	Entwicklung größerer Organismen	277
19	Biotechnologie und Umweltmikrobiologie	279
19.1	Biotechnologie	279
19.2	Lebensmittelmikrobiologie	280
19.3	Industrielle Mikrobiologie	281
19.4	Herstellung und Klonierung gentechnisch veränderter Organismen.....	283
19.5	Produkte der industriellen Mikrobiologie	283
19.6	Mikrobielle Erzlaugung	284
19.7	Umweltmikrobiologie	285
19.8	Bodensanierung	285
19.9	Behandlung von Abluft.....	286
19.10	Abwasserbehandlung	286
19.11	Schritte der Abwasserreinigung	289
19.12	Stickstoff-Eliminierung	290
19.13	Phosphat-Eliminierung	291
19.14	Bei der Abwasserbehandlung nicht entfernte Stoffe	291
19.15	Faulturm und Faulschlamm-Entsorgung	291
20	Humanpathogene Mikroben und Viren	295
20.1	Sind die Mikroben unsere Feinde?.....	295
20.2	Mikroflora des Menschen.....	297
20.3	Resistenz und Immunität	297
20.4	Infektionsverlauf.....	298
20.5	Bakterien-Ruhr	299
20.6	Lebensmittelvergiftung	300
20.7	Legionärskrankheit.....	300
20.8	HIV	300
20.9	Viroide und Prionen	302

20.10	Pathogene Pilze	302
20.11	Pathogene Protozoen	303
20.12	Behandlung von Infektionskrankheiten.....	303
21	Hundert Namen, die man kennen könnte	307
	Empfohlene Lehrbücher und weiter führende Literatur.....	317
	Index.....	319