

Inhalt

1. Gesetzmäßigkeit biochemischer Systeme und Determination ihrer Evolution	1
1.1 Allgemeine Fragen	1
1.2 Was sind lebende Systeme?	1
1.3 Gibt es „exotische“ Biochemien?	2
1.4 Ursprung des Lebens	4
1.4.1 Allgemeine Darstellung der chemischen und präbiotischen Evolution	4
1.4.2 Mikrofossilien in Sedimentgesteinen des Präcambriums	4
1.4.3 Umweltbedingungen vor mehr als drei Milliarden Jahren	5
1.4.4 Ausgangsmaterial für die chemische Evolution	6
1.4.5 Laboratoriumsversuche zur Bildung von kleinen Molekülen	7
1.4.6 Ursprung der optischen Aktivität	9
1.4.7 Präbiotische Polymere und der Ursprung der biologischen Information	9
1.4.8 Selbstorganisation zu Präzellen?	10
1.4.9 Weitere Fragen	10
1.5 Grundsätze biochemischer Reaktionen	11
1.6 Aufgaben	13
2. Topologie der Zelle	15
2.1 Allgemeines	15
2.2 Zellmembranen	15
2.3 Prokaryotische Zelle	17
2.4 Eukaryotische Zelle	18
2.5 Fraktionierung der Zellbestandteile	22
2.6 Stofftransport durch Membranen	23
2.7 Viren und Phagen	26
2.8 Aufgaben	27
3. Eigenschaften der Aminosäuren und Peptide	29
3.1 Aminosäuren	29
3.1.1 Chiralität	29
3.1.2 Zwitterionenstruktur	30
3.1.2.1 pK-Werte	30
3.1.2.2 Isoelektrische Punkte und Titrationskurven	31
3.1.3 Weitere allgemeine Eigenschaften der Aminosäuren	33
3.1.3.1 Ninhydrin-Reaktion	33
3.1.3.2 Konsequenzen der Zwitterionenstruktur	33
3.1.3.3 Reaktionen der Carboxylgruppe	34
3.1.3.4 Reaktionen der Aminogruppe	34
3.1.3.5 Reaktionen der Seitengruppe R	34

3.1.3.6	UV-Absorption der Aminosäuren	34
3.1.4	Einteilung der Aminosäuren	34
3.1.5	Die einzelnen Aminosäuren	35
3.1.6	Analytische Trennung und Bestimmung der Aminosäuren	37
3.2	Peptide	39
3.2.1	Bildung der Peptidbindung	39
3.2.2	Säure-Basen-Eigenschaften der Peptide	39
3.2.3	Natürlich vorkommende Peptide	40
3.2.4	Bestimmung der Aminosäuresequenz in Peptidketten	42
3.2.5	Chemische Synthesen von Peptiden	46
3.3	Aufgaben	46
4.	Struktur und Eigenschaften der Proteine	47
4.1	Struktur der Proteine	47
4.1.1	Aminosäuresequenzen in Proteinen	48
4.1.2	Helix- und Faltblattstrukturen (Sekundärstruktur)	49
4.1.3	Weitere Faltungen der Polypeptidkette (Tertiärstruktur)	51
4.1.4	Bindungen zur Stabilisierung der Kettenkonformation	52
4.1.4.1	Disulfidbrücke	53
4.1.4.2	Wasserstoffbrücke	53
4.1.4.3	Hydrophobe Wechselwirkungen (Bindungen)	54
4.1.4.4	Elektrostatische Bindungen	55
4.1.5	Quartär- oder Untereinheitenstruktur	55
4.2	Weitere Eigenschaften der Proteine	58
4.2.1	Molekülmassen und ihre Bestimmung	58
4.2.1.1	Ermittlung der Molekülmasse aus analytischen Daten	58
4.2.1.2	Osmotischer Druck und Molekülmasse	58
4.2.1.3	Sedimentationskonstanten und Molekülmasse	59
4.2.1.4	Gelfiltration und Molekülmasse	59
4.2.1.5	SDS-gelelektrophorese und weitere Methoden zur Molekülmassenbestimmung	60
4.2.2	Elektrochemische Eigenschaften	60
4.2.3	Kolloidchemische Eigenschaften	61
4.2.4	Optische Eigenschaften	62
4.2.5	Immunologische Charakterisierung	62
4.2.6	Biologische Aktivität der Proteine	63
4.3	Reindarstellung der Proteine	63
4.4	Aufgaben	65
5.	Enzyme und Biokatalyse	67
5.1	Allgemeines	67
5.2	Katalyse, Kopplung von Reaktionen und Fließgleichgewichte	67
5.3	Einfache Enzymkinetik	69
5.4	pH-Abhängigkeit der Enzymaktivität	71
5.5	Temperaturabhängigkeit der Enzymaktivität	72
5.6	Enzymhemmungen	72
5.6.1	Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Substrat- oder Produktkonzentration	72
5.6.2	Kompetitive Hemmung	72
5.6.3	Allosterische Hemmung oder Aktivierung	73
5.6.4	Weitere Hemmtypen	73

Inhalt		XI
5.7	Mechanismus der Enzymkatalyse	74
5.8	Nomenklatur und Einteilung der Enzyme	75
5.9	Aufgaben	76
6.	Coenzyme und Vitamine	77
6.1	Allgemeines	77
6.2	Coenzyme der Oxidoreduktion	77
6.2.1	Nicotinamidnucleotide	77
6.2.2	Flavinnucleotide	80
6.2.3	Weitere Coenzyme von Oxidoreductasen	82
6.2.3.1	Liponsäure	82
6.2.3.2	Hämin	82
6.2.3.3	Eisen-Schwefel-Proteine	84
6.2.3.4	Chinone	84
6.3	Energiereiche Phosphate	84
6.3.1	Nucleosidphosphate	84
6.3.2	Weitere energiereiche Phosphate	87
6.4	Coenzyme der Übertragung von C ₁ -Fragmenten	88
6.4.1	S-Adenosylmethionin als Methyl-Donator	88
6.4.2	Tetrahydrofolsäure	88
6.4.3	Biotin	90
6.5	Coenzyme der Übertragung von C ₂ -Fragmenten	91
6.5.1	Thiamindiphosphat	92
6.5.2	Coenzym A	92
6.6	Pyridoxalphosphat	94
6.7	Vitamin B ₁₂ und DA-Cobalamin	95
6.8	Weitere Coenzyme bzw. Cofaktoren	95
6.9	Vitamine	96
6.9.1	Fettlösliche Vitamine	97
6.9.2	Wasserlösliche Vitamine	99
6.10	Aufgaben	100
7.	Kohlenhydrate und ihr Stoffwechsel	101
7.1	Bemerkungen zur Chemie der Kohlenhydrate	101
7.2	Anaerober Glucosestoffwechsel	103
7.2.1	Allgemeines	103
7.2.2	Glycolyse und Gluconeogenese	104
7.3	Weitere Formen des anaeroben Monosaccharidstoffwechsels	110
7.3.1	Anaerober Abbau weiterer Hexosen	110
7.3.2	Anaerobe Umwandlung von Monosacchariden ineinander	111
7.3.3	Weitere Gärungsformen	113
7.4	Dehydrierender Glucoseabbau	114
7.5	Oligo- und Polysaccharide und ihr Stoffwechsel	114
7.5.1	Allgemeines	114
7.5.2	Spaltung der Oligo- und Polysaccharide	118
7.5.3	Biosynthese der Oligo- und Polysaccharide	120
7.6	Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels und seine Integration in den Gesamtstoffwechsel	122
7.7	Photosynthetische Bildung der Zucker	122
7.7.1	Licht- und Dunkelreaktion	122

7.7.2	Photosynthetische Bildung der Glucose (Calvin-Cyclus)	122
7.7.3	Photoatmung	124
7.7.4	Hatch-Slack-Weg	125
7.8	Aufgaben	126
8.	Oxidativer Endabbau und ATP-Synthese	129
8.1	Allgemeines	129
8.2	Abbau der α -Oxosäuren	129
8.3	Abbau des Acetats	132
8.3.1	Citrat-Cyclus	132
8.3.2	Glyoxylat-Cyclus	136
8.4	Atmungskettenphosphorylierung	137
8.5	Lichtreaktionen der Photosynthese (Photophosphorylierung, NADPH-Bildung, Photoatmung) . . .	141
8.5.1	Chloroplasten	141
8.5.2	Photosynthetische Pigmente	142
8.5.3	Photochemischer Primärprozeß	142
8.6	Aufgaben	146
9.	Lipide und ihr Stoffwechsel	147
9.1	Zur Chemie der Lipide	147
9.2	Allgemeines zur Biochemie der Lipide	149
9.3	Oxidation der Fettsäuren	150
9.3.1	Transport der Fettsäuren in die Mitochondrien	150
9.3.2	Abbau geradkettiger gesättigter Fettsäuren	151
9.3.3	Abbau verzweigter Fettsäuren	152
9.3.4	Abbau ungesättigter Fettsäuren	154
9.4	Synthese der Lipide	154
9.4.1	Synthese der Fettsäuren	154
9.4.2	Synthese der Glyceride und Phosphatide	158
9.4.2.1	Synthese der Glyceride	158
9.4.2.2	Synthese der Phosphatide (Phosphoglyceride)	159
9.5	Aufgaben	161
10.	Abbau der Proteine und Stoffwechsel der Aminosäuren	163
10.1	Spaltung der Proteine und Resorption der Aminosäuren	163
10.2	Abbau der Aminosäuren	165
10.2.1	Transaminierungen	165
10.2.2	Oxidative Desaminierungen	166
10.2.3	Terminale Ausscheidung des Aminostickstoffs	167
10.2.4	Abbauwege für Aminosäuren	169
10.2.4.1	Abbau zu Acetyl-CoA	169
10.2.4.2	Abbau zu Succinat	171
10.2.4.3	Abbau zu α -Oxoglutarat	173
10.2.4.4	Abbau zu Oxalacetat	174
10.2.4.5	Decarboxylierung von Aminosäuren	174
10.3	Pathologische Störungen des Aminosäureabbaus	175
10.4	Biosynthese der Aminosäuren	176
10.5	Aminosäuren als Vorstufe für weitere Synthesen	178
10.6	Aufgaben	180

11. Nucleinsäuren und Proteinbiosynthese	181
11.1 Bausteine der Nucleinsäuren und ihr Stoffwechsel	181
11.1.1 Bausteine der Nucleinsäuren	181
11.1.2 Stoffwechsel der Purinnucleotide	182
11.1.2.1 Synthese	182
11.1.2.2 Abbau	184
11.1.3 Stoffwechsel der Pyrimidinnucleoside	185
11.1.3.1 Synthese	185
11.1.3.2 Abbau	187
11.2 Struktur der Nucleinsäuren und Chromosomen	187
11.2.1 Struktur der Deoxyribonucleinsäuren (DNA)	187
11.2.2 Die Chromosomenstruktur	190
11.2.3 Struktur der Ribonucleinsäuren	191
11.3 Funktion, Biosynthese und Abbau der Nucleinsäuren	193
11.3.1 Funktion, Biosynthese, Rekombination und Abbau der DNA	193
11.3.2 Biosynthese und Abbau der RNA	196
11.4 Proteinbiosynthese	199
11.4.1 Aktivierung der Aminosäuren	199
11.4.2 Teilschritte der ribosomalen Proteinsynthese	199
11.4.2.1 Ribosomen	199
11.4.2.2 Startreaktion	200
11.4.2.3 Kettenverlängerung (Elongation)	201
11.4.2.4 Kettenabbruch (Termination)	201
11.4.2.5 Polysomen	204
11.4.3 Proteinprozessieren und Transport	204
11.4.4 Inhibition und Regulation der Proteinbiosynthese	206
11.4.4.1 Inhibitoren der Proteinbiosynthese	206
11.4.4.2 Regulation von Proteinbiosynthese und Genexpression	207
11.5 Genetischer Code	209
11.5.1 Entzifferung des genetischen Codes	209
11.5.2 Mutationen	211
11.6 Nicht-ribosomale Peptidsynthesen und biologischer Informationsfluß	212
11.7 Aufgaben	213
12. Regulation und Integration des Stoffwechsels	215
12.1 Prinzipien der gegenseitigen Kontrolle enzymatischer Prozesse	215
12.1.1 Kompartimentierung	215
12.1.2 Einfache Kontrolle durch das Substratangebot	215
12.1.3 Allosterische Kontrolle	216
12.1.4 Kontrolle durch Enzymmodifizierung	216
12.1.5 Kontrolle durch Enzymsynthese	217
12.2 Prinzipien der nervösen und hormonalen Regulation	217
12.2.1 Kontrolle der Ausscheidung wichtiger Hormone	217
12.2.2 Prinzipien der Wirkung von Hormonen auf den Zellstoffwechsel	218
12.2.2.1 Membrangebundene Hormonrezeptoren	219
12.2.2.2 Hormonrezeptoren des Cytoplasmas	222
12.3 Integration einzelner Stoffwechselprozesse	222
12.3.1 Integration von Citrat-Cyclus, Atmungskettenphosphorylierung und Glycolyse	222

12.3.2	Integration von Fettsäuresynthese, Gluconeogenese und Mitochondrienfunktion	223
12.3.3	Integration des Stoffwechsels der Proteine und Aminosäuren sowie der Nucleinsäuren und ihrer Bausteine	226
12.3.4	Regulation des NAD(P)H/NAD(P) ⁺ -Verhältnisses	226
12.3.5	Regulation des ATP/ADP-Verhältnisses	229
12.4	Zusammenwirken von Geweben und Organen	229
12.4.1	Wechselbeziehungen zwischen Verdauungstrakt, Leber, Muskelgewebe, Fettgewebe und Gehirn	230
12.4.2	Ausscheidung von Endprodukten des Stoffwechsels	232
12.4.3	Mechanische Funktionen der Muskulatur	232
12.4.4	Biochemische Aspekte der Funktion des Nervensystems	233
12.5	Aufgaben	234
13. Anhang		235
13.1	Verzeichnis wichtiger Abkürzungen und Code-Buchstaben	235
13.2	Zeittafel wichtiger biochemischer Entdeckungen der Neuzeit	237
13.3	Naturkonstanten, Einheiten und ihre Umrechnung	239
13.4	Lösungen	241
13.5	Literatur	243
Sachregister		245