

Auf einen Blick

Einleitung	19
Teil I: Vorhang auf: die Grundlagen der Biochemie	23
Kapitel 1: Chemie: Was Sie darüber wissen sollten	25
Kapitel 2: Einfach eintauchen: die Chemie des Wassers	39
Kapitel 3: Kohlenstoff und die organische Chemie	53
Kapitel 4: Ein wenig Biologie: die Zelltypen	65
Teil II: Das Fleisch der Biochemie: Proteine	71
Kapitel 5: Aminosäuren: die Bausteine der Proteine	73
Kapitel 6: Struktur und Funktion von Proteinen	85
Kapitel 7: Enzymkinetik: mit Hilfe schneller ans Ziel	97
Teil III: Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren und mehr	115
Kapitel 8: Wir wecken Gelüste: Kohlenhydrate	117
Kapitel 9: Lipide und Membranen	131
Kapitel 10: Nukleinsäuren und der Code des Lebens	147
Kapitel 11: Vitamine und Nährstoffe	159
Kapitel 12: Die stillen Akteure: Hormone	173
Teil IV: Bioenergetik und Reaktionswege	183
Kapitel 13: Leben und Energie	185
Kapitel 14: Vom Katabolismus zum Anabolismus	191
Kapitel 15: Ein »anrühiges« Thema: Stickstoff in biologischen Systemen	221
Teil V: Genetik: Warum wir sind, was wir sind	229
Kapitel 16: DNA kopieren	231
Kapitel 17: Schön abschreiben bitte! RNA-Transkription	253
Kapitel 18: Korrekt übersetzen – die Translation	267

Teil VI: Der Top-Ten-Teil	279
Kapitel 19: Zehn beeindruckende Einsatzgebiete der Biochemie (plus eins)	281
Abbildungsverzeichnis	287
Stichwortverzeichnis	293

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	19
Über dieses Buch.	19
Törichte Annahmen über den Leser.	20
Wie dieses Buch aufgebaut ist.	20
Teil I: Vorhang auf: Grundlagen der Biochemie.	20
Teil II: Das Fleisch der Biochemie: Proteine	21
Teil III: Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren und mehr .	21
Teil IV: Bioenergetik und Reaktionswege	21
Teil V: Genetik: Warum wir sind, was wir sind	21
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	21
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden.	22
TEIL I	
VORHANG AUF: DIE GRUNDLAGEN DER	
BIOCHEMIE	23
Kapitel 1	
Chemie: Was Sie darüber wissen sollten.	25
Warum interessieren Sie sich für Biochemie?	25
Chemie und das ganze Drumherum.	26
Elemente, Atome, Moleküle und Verbindungen	26
Die Bindungsarten	29
Komplexe (Koordinationsverbindungen)	35
Redoxreaktionen	35
Kapitel 2	
Einfach eintauchen: die Chemie des Wassers.	39
Was Sie über Wasser wissen sollten.	39
Was Wasser so besonders macht: Polarität	
und Ladungsverteilung	40
Wasser besitzt eine hohe spezifische Wärmekapazität. ...	41
Die wichtigste Rolle des Wassers: Lösungsmittel	42
Die Wasserstoffionenkonzentration: Säuren und Basen.	43
Sauer, basisch oder neutral?	44
Den pOH-Wert berechnen	45
Starke und schwache Säuren: die Brönsted-Lowry-Definition ...	46
Säure oder Base? Wenn die Entscheidung schwerfällt	50
Puffer und pH-Kontrolle	51
Verbreitete physiologische Puffer	51
Den pH-Wert eines Puffers berechnen.	52

Kapitel 3		
Kohlenstoff und die organische Chemie		53
Die besondere Rolle des Kohlenstoffs auf der Erde		53
Komplizierte Zahlenspiele: Kohlenstoffbindungen		55
Hier ist was los! Die funktionellen Gruppen eines Moleküls. . .		55
Party? Nein danke! – Kohlenwasserstoffe pur		55
Funktionelle Gruppen mit Sauerstoff und Schwefel.		56
Stickstoffhaltige funktionelle Gruppen		57
Phosphorhaltige funktionelle Gruppen		59
Wer macht was? Ein Exkurs zu funktionellen Gruppen. . .		59
Die pH-Abhängigkeit der funktionellen Gruppen		62
Gleiche Zusammensetzung, andere Struktur: Isomerie . . .		62
Cis-trans-Isomere		63
Kapitel 4		
Ein wenig Biologie: die Zelltypen		65
Pro- und eukaryotische Zelltypen		65
Prokaryoten		66
Eukaryoten		66
Typische Bestandteile einer Tierzelle		67
Ein kurzer Blick in eine Pflanzenzelle		69
TEIL II		
DAS FLEISCH DER BIOCHEMIE: PROTEINE		71
Kapitel 5		
Aminosäuren: die Bausteine der Proteine		73
Allgemeine Eigenschaften der Aminosäuren		74
Positiv und negativ: Aminosäuren sind Zwitterionen.		74
Protoniert oder nicht? pH-Wert und isoelektrischer Punkt. . .		75
Asymmetrie: chirale Aminosäuren		76
Die »magischen« 20 Aminosäuren		77
Unpolare (hydrophobe) und ungeladene Aminosäuren. . .		77
Polare (hydrophile) und ungeladene Aminosäuren		79
Saure Aminosäuren		80
Basische Aminosäuren		81
Wie Aminosäuren mit anderen Molekülen wechselwirken		82
Wie der pH-Wert die Wechselwirkungen beeinflusst.		84
Kapitel 6		
Struktur und Funktion von Proteinen		85
Proteine – mehr als nur das Steak auf Ihrem Teller		85
Die Primärstruktur: was alle Proteine verbindet.		87
Aminosäuren in Reih und Glied		87

Ein Beispiel: die Primärstruktur von Insulin	88
Sekundärstruktur: Fast jedes Protein hat sie	90
Die α -Helix	90
Das β -Faltblatt	91
Haarnadelstrukturen und Ω -Loops	92
Tertiärstruktur: eine Strukturebene vieler Proteine	92
Quartärstruktur: Proteine aus mehreren Untereinheiten	93
Proteine isolieren und analysieren	94
Die Trennung von Proteinen anhand ihrer Größe	94
Die Trennung von Proteinen anhand ihrer Ladung	95

Kapitel 7

Enzymkinetik: mit Hilfe schneller ans Ziel 97

Enzymklassifizierung: Wer macht den Job?	98
Einer mehr, einer weniger: Oxidoreduktasen	98
Von hier nach da schieben: Transferasen	99
Mal wieder ist Wasser im Spiel: Hydrolasen	99
Vor uns ist nichts sicher: Lyasen	100
Wir sorgen für Aufmischung: Isomerasen	100
Aus zwei mach eins: Ligasen	100
Enzyme als Katalysatoren: Wir machen Tempo	101
Katalysemodelle: Schlüssel-Schloss versus induzierte Passform	101
Einige Bemerkungen zur Kinetik	102
Enzymassays: Ohne Rahmenbedingungen geht es nicht	103
Die Messung der Geschwindigkeit	104
Enzymaktivitäten messen: die Michaelis-Menten-Gleichung . .	106
Ideale Anwendungen	108
Realistische Anwendungen	109
Lineweaver-Burk-Diagramm	109
Enzymhemmung: der Bolzen im Getriebe	110
Kompetitive Hemmung	111
Nichtkompetitive Hemmung	111
Wie sich Inhibition grafisch darstellen lässt	111
Enzymregulierung	112

TEIL III

KOHLHYDRATE, LIPIDE, NUKLEINSÄUREN UND MEHR 115

Kapitel 8

Wir wecken Gelüste: Kohlenhydrate 117

Eigenschaften von Kohlenhydraten	118
Die chirale Natur der Kohlenstoffe	118

14 Inhaltsverzeichnis

Mehrere Chiralitätszentren	120
Ein zuckersüßes Thema: die Monosaccharide	122
Die stabilsten Formen der Monosaccharide:	
Pyranosen und Furanosen	122
Chemische Eigenschaften von Monosacchariden.....	124
Die häufigsten Monosaccharide	125
Am Anfang allen Lebens: Ribose und Desoxyribose.....	125
Wenn sich Zucker die Hände reichen: Oligosaccharide.....	126
Eins und eins macht zwei: Disaccharide.....	126
Speicherformen in Pflanzen und Tieren: Polysaccharide...	129
Jeder hat seine Stärken: Brot, Nudeln und Kartoffeln	129
Da feiern die Termiten: Zellulose im Angebot.....	130
Glykoproteine.....	130

Kapitel 9

Lipide und Membranen

131

Ohne Lipide geht nichts: ein Überblick.....	131
Die Fettsäuren in Fetten und Ölen	133
Die Triglyzeride.....	134
Seifen im Einsatz: Wir spalten die Triglyzeride	135
Alles andere als einfach: komplexe Lipide.....	136
Phosphoglyzeride.....	136
Phosphatidate.....	137
Phosphatidylethanolamine.....	137
Phosphatidylcholine	138
Sphingolipide	138
Glykosphingolipide	138
Cerebroside.....	138
Ganglioside	139
Sphingophospholipide	139
Membranen: Bipolarität und Doppelschicht.....	139
Die Hürde überwinden: Transport durch Membranen... ..	140
Kannst du mir was pumpen?	141
Was läuft denn im Kanal?	142
Steroide für Muskelspiele – und viel, viel mehr.....	143
Die wilden drei – Prostaglandine, Thromboxane und Leukotriene.....	143

Kapitel 10

Nukleinsäuren und der Code des Lebens.....

147

Nukleotide: die Bausteine der DNA und RNA	148
Speicher für genetische Information: Stickstoffbasen ...	148
Auf der süßen Seite des Lebens: die Zucker	149
Auf der sauren Seite des Lebens: Phosphate	150
Vom Nukleosid über das Nukleotid zur Nukleinsäure.....	150

Die erste Reaktion: Stickstoffbase + Zucker = Nukleosid...	151
Die zweite Reaktion: Phosphorsäure + Nukleosid = Nukleotid	152
Die dritte Reaktion: Viele Nukleotide bilden eine Nukleinsäure	153
Dogmatisches Wissen ist gefragt	153
Aminosäuren verknüpfen: eine Bauanleitung	154
Die Peptidbindung	154
DNA und RNA im großen Plan des Lebens	155
Die Struktur der Nukleinsäuren	156

Kapitel 11

Vitamine und Nährstoffe 159

Nur ein Apfel am Tag? Das Einmaleins der Vitamine	159
Vitamin A	160
Wer A sagt, muss auch B sagen: die Vitamine der B-Gruppe ..	162
Vitamin B ₁ (Thiamin)	162
Vitamin B ₃ (Niacin)	164
Vitamin B ₆ (Pyridoxin)	166
Folsäure	167
Pantothensäure	167
Das Wundermittel: Vitamin B ₁₂	168
Vitamin C	169
Vitamin D	170
Vitamin E	171
Vitamin K	171

Kapitel 12

Die stillen Akteure: Hormone 173

Strukturen einiger Schlüsselhormone	174
Die Protein hormone	174
Die Steroid hormone	175
Amin hormone	176
Wie bei Dornröschen: die Prohormone	176
Vom Proinsulin zum Insulin	177
Kampf oder Flucht: Hormonfunktion	178
Wie Lob und Tadel – Regelkreise (Feedback-Regulation) ..	178
Modelle hormoneller Aktivität	179

TEIL IV

BIOENERGETIK UND REAKTIONSWEGE 183

Kapitel 13

Leben und Energie 185

Der Energiestoffwechsel	185
-------------------------------	-----

Die freie Enthalpie (Gibbs-Energie)	186
ATP als Energieüberträger	187
So einfach wie 1–2–3: AMP, ADP und ATP	189
Mit ATP verwandte Moleküle	189
Essen oder fasten?	190

Kapitel 14

Vom Katabolismus zum Anabolismus 191

Metabolismus Teil I: Glykolyse.	191
Von der Glukose zum Pyruvat: der Anfang aller Dinge	193
Wie effizient sind Gärung und Atmung?	197
Metabolismus Teil II: der Zitratzyklus (Krebs-Zyklus, Zitronensäurezyklus).	198
Bald geht's rund: die Synthese von Acetyl-CoA	202
Die drei sind ein Team: Tricarbonsäuren	202
Jetzt wird Gas gegeben: oxidative Decarboxylierung.	203
Über Succinyl-CoA zu Succinat und GTP	203
Regeneration von Oxalessigsäure	203
Aminosäuren als Energiequelle	204
Metabolismus Teil III: Elektronentransport und oxidative Phosphorylierung	205
Elektronentransportketten.	205
Die oxidative Phosphorylierung.	210
Theorien ... Hypothesen ... Die chemiosmotische Kopplung.	211
Am Ziel angelangt: die ATP-Ausbeute	211
Und wieder wird's fettig: die β -Oxidation	212
Verkörpern auch Energie: Ketonkörper	214
Investition in die Zukunft: Biosynthese	215
Fettsäure-Synthese	215
Aminosäuresynthese.	216

Kapitel 15

**Ein »anrühiges« Thema: Stickstoff
in biologischen Systemen 221**

Ringelreihen mit Stickstoffen: Purine	221
Die Biosynthese von Purinen	222
Was mag das nur kosten?	223
Die Biosynthese von Pyrimidinen	224
Alles beginnt mit Carbamoylphosphat	224
Über Orotsäure zu CTP	225
Zurück zum Anfang: Katabolismus	225
Der Abbau der Purine	226

Aminosäurekatabolismus	226
Abfallbeseitigung: der Harnstoffzyklus.	227

TEIL V
GENETIK: WARUM WIR SIND, WAS WIR SIND. 229

Kapitel 16
DNA kopieren 231

Aus eins mach zwei: DNA-Replikation	232
DNA-Polymerasen	235
Das aktuelle Modell der DNA-Replikation	236
Die Mechanismen der DNA-Reparatur.	239
Direkte Reparatur durch die Photolyase	240
Basenaustauschreparatur	240
Nukleotid-Exzisionsreparatur.	240
Mutationen: gut, schlecht oder neutral	240
Mendel wäre begeistert: Methoden der DNA-Analyse.	241
Restriktionsenzyme	242
Gelelektrophorese	242
Rekombinante DNA	244
Ein spannungsreiches Thema: DNA-Sequenzierung	245
Neuere Methoden: Next Generation Sequencing (NGS).	247
Eine geniale Idee: die PCR.	248
Das war wohl der Gärtner: forensische Anwendungen	248
Erbkrankheiten und andere Anwendungsmöglichkeiten der DNA-Analytik	250
Vaterschaftstest	250

Kapitel 17
Schön abschreiben bitte! RNA-Transkription 253

Arten der RNA	253
Was RNA-Polymerasen brauchen	254
Transkription stromauf, stromab	255
Die RNA-Polymerase der Prokaryoten	257
Die Extras der Eukaryoten: mRNA-Modifikation	259
mRNA-Spleißen.	259
mRNA-Editing	260
Der genetische Code.	261
Modelle der Genregulation	262
Das Jacob-Monod-Modell (Operonmodell).	263
Regulation eukaryotischer Gene	264

Kapitel 18
Korrekt übersetzen – die Translation **267**

- Bitte keine Fehler! 267
 - Warum die Translation so wichtig ist 268
 - Trautes Heim, Glück allein: das Ribosom 268
- Das Team stellt sich vor 268
 - Der Mannschaftskapitän: rRNA 269
 - Der Spielmacher: mRNA 269
 - Passgenaues Zuspiel: tRNA 270
 - Das Aufwärmtraining: Aminosäuren aktivieren 272
- Und ... Anpfiff: Proteinsynthese 274
 - Aktivierung 274
 - Initiation 274
 - Elongation 275
 - Termination 276
 - Die Wobble-Hypothese 276
- Unterschiede bei eukaryotischen Zellen 277
 - Initiation 277
 - Elongation und Termination 278

TEIL VI
DER TOP-TEN-TEIL **279**

Kapitel 19
Zehn beeindruckende Einsatzgebiete
der Biochemie (plus eins) **281**

- Ames-Test 281
- Schwangerschaftstests 282
- HIV-Tests 282
- Brustkrebsuntersuchungen 283
- Pränatale Gentests 283
- Gentechnisch veränderte Nahrungsmittel (»Genfood«) 283
- Gentechnik 284
- Klonen 284
- Gentherapie 284
- Das Humangenomprojekt 285
- mRNA-Impfstoffe 286

Abbildungsverzeichnis **287**

Stichwortverzeichnis **293**