

Auf einen Blick

Über die Autoren	7
Einleitung	19
Teil I: Vorhang auf: Grundlagen der Biochemie	25
Kapitel 1: Biochemie: Was Sie darüber wissen sollten – und wozu	27
Kapitel 2: Eintauchen: Die Chemie des Wassers	35
Kapitel 3: Spaß mit Kohlenstoff: Organische Chemie	51
Teil II: Das Fleisch der Biochemie: Proteine	69
Kapitel 4: Aminosäuren: Die Bausteine der Proteine	71
Kapitel 5: Struktur und Funktion von Proteinen	87
Kapitel 6: Enzymkinetik: Mit Hilfe schneller ans Ziel	105
Teil III: Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren und mehr	127
Kapitel 7: Wecken Gelüste: Kohlenhydrate	129
Kapitel 8: Lipide und Membranen	145
Kapitel 9: Nukleinsäuren und der Code des Lebens	161
Kapitel 10: Vitamine und Nährstoffe	173
Kapitel 11: Die stillen Akteure: Hormone	191
Teil IV: Bioenergetik und Reaktionswege	203
Kapitel 12: Leben und Energie	205
Kapitel 13: ATP: Das Währungssystem des Körpers	215
Kapitel 14: Ein »anrühiges« Thema: Stickstoff in biologischen Systemen	251
Teil V: Genetik: Warum wir sind, was wir sind	271
Kapitel 15: DNA fotokopieren	273
Kapitel 16: Schön abschreiben bitte! RNA-Transkription	297
Kapitel 17: Korrekt übersetzen – Translation	319
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	331
Kapitel 18: Zehn beeindruckende Einsatzgebiete der Biochemie	333
Kapitel 19: Zehn Karrierewege in der Biochemie	337
Stichwortverzeichnis	341





Inhaltsverzeichnis

Über die Autoren	7
Über die Überarbeiterin.....	7
Einleitung	19
Über dieses Buch.....	20
Konventionen in diesem Buch.....	20
Was Sie nicht lesen müssen.....	20
Törichte Annahmen über den Leser.....	21
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	21
Teil I: Vorhang auf: Grundlagen der Biochemie.....	21
Teil II: Das Fleisch der Biochemie: Proteine.....	21
Teil III: Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren und mehr.....	21
Teil IV: Bioenergetik und Reaktionswege.....	22
Teil V: Genetik: Warum wir sind, was wir sind.....	22
Teil VI: Der Top-Ten-Teil.....	22
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden.....	22
Wie es weitergeht.....	23
 TEIL I	
VORHANG AUF: GRUNDLAGEN DER BIOCHEMIE	25
 Kapitel 1	
Biochemie: Was Sie darüber wissen sollten – und wozu	27
Warum interessieren Sie sich für Biochemie?.....	27
Was genau ist eigentlich Biochemie?.....	28
Pro- und eukaryotische Zelltypen.....	28
Prokaryoten.....	29
Eukaryoten.....	29
Typische Bestandteile einer Tierzelle.....	30
Ein kurzer Blick in eine Pflanzenzelle.....	33
 Kapitel 2	
Eintauchen: Die Chemie des Wassers	35
Was Sie über H ₂ O (Wasser) wissen sollten.....	35
Wer ist hier wasserscheu? Physikalische Eigenschaften des Wassers.....	36
Die wichtigste biochemische Rolle des Wassers: Lösungsmittel.....	38
Die Wasserstoffionenkonzentration: Säuren und Basen.....	40
Die Balance halten.....	40
Was sagen die Werte der pH-Skala?.....	41
Den pOH-Wert berechnen.....	43
Stark und schwach: Die Brönsted-Lowry-Theorie.....	43





12 Inhaltsverzeichnis

Puffer und pH-Kontrolle.....	47
Verbreitete physiologische Puffer	47
Den pH-Wert eines Puffers berechnen	49

Kapitel 3

Spaß mit Kohlenstoff: Organische Chemie..... 51

Die Rolle des Kohlenstoffs im Laufe der Zeit.....	51
Komplizierte Zahlenspiele: Kohlenstoffbindungen	53
Magische Anziehungskräfte – Bindungsstärken.....	54
Von Fans und Phobikern – die Interaktion mit Wasser	55
Wie die Bindungsstärke die Eigenschaften einer Substanz beeinflusst.....	56
Hier ist was los! Die funktionellen Gruppen eines Moleküls	57
Party? Nein danke! – Kohlenwasserstoffe pur	57
Funktionelle Gruppen mit Sauerstoff und Schwefel	58
Stickstoffhaltige funktionelle Gruppen	58
Phosphorhaltige funktionelle Gruppen	60
Wer macht was? Ein Exkurs zu funktionellen Gruppen	60
Die pH-Abhängigkeit der funktionellen Gruppen	63
Gleiche Zusammensetzung, andere Struktur: Isomerie.....	64
Cis-trans-Isomere.....	64
Chirale Kohlenstoffe.....	65

TEIL II

DAS FLEISCH DER BIOCHEMIE: PROTEINE..... 69

Kapitel 4

Aminosäuren: Die Bausteine der Proteine..... 71

Allgemeine Eigenschaften der Aminosäuren	72
Positiv und negativ: Aminosäuren sind Zwitterionen.....	72
Protoniert oder nicht? pH-Wert und isoelektrischer Punkt.....	73
Asymmetrie: Chirale Aminosäuren.....	74
Die »magischen« 20 Aminosäuren.....	75
Unpolare (hydrophobe) und ungeladene Aminosäuren.....	75
Polare (hydrophile) und ungeladene Aminosäuren	76
Saure Aminosäuren	78
Basische Aminosäuren.....	78
Die selteneren Ausnahmen	79
Nicht zu vergessen: Nicht proteinogene Aminosäuren.....	80
Intermolekulare Kräfte: Wie Aminosäuren mit anderen Molekülen wechselwirken.....	80
Wie der pH-Wert die Wechselwirkungen beeinflusst.....	81
Aminosäuren verknüpfen: Eine Bauanleitung.....	83
Die Peptidbindung und das Dipeptid	83
Das Tripeptid: Aus zwei mach drei	85



Inhaltsverzeichnis 13

Kapitel 5	
Struktur und Funktion von Proteinen.....	87
Proteine – mehr als nur das Steak auf Ihrem Teller	87
Die Primärstruktur: Was alle Proteine verbindet.....	89
Ein Protein basteln – die Kurzanleitung.....	89
Aminosäuren in Reih und Glied.....	90
Ein Beispiel: Die Primärstruktur von Insulin	91
Sekundärstruktur: Fast jedes Protein hat sie	92
Die α -Helix.....	93
Das β -Faltblatt.....	94
Haarnadelstrukturen und Ω -Loops.....	96
Tertiärstruktur: Eine Strukturebene vieler Proteine.....	96
Quartärstruktur: Proteine aus mehreren Untereinheiten	97
Proteine isolieren und analysieren	97
Proteine aus einer Zelle isolieren.....	97
Unter der Lupe: Die Aminosäuresequenz eines Proteins näher betrachten.....	100
 Kapitel 6	
Enzymkinetik: Mit Hilfe schneller ans Ziel.....	105
Enzymklassifizierung: Wer macht den Job?.....	106
Einer mehr, einer weniger: Oxidoreduktasen.....	107
Von hier nach da schieben: Transferasen.....	108
Wieder Wasser im Spiel: Hydrolasen.....	108
Vor uns ist nichts sicher: Lyasen.....	109
Wir sorgen für Aufmischung: Isomerasen.....	109
Aus zwei mach eins: Ligasen.....	110
Enzyme als Katalysatoren: Wir machen Tempo	111
Katalysemodelle: Schlüssel-Schloss versus induzierte Passform	111
Einige Bemerkungen zur Kinetik	112
Enzymassays: Ohne Rahmenbedingungen geht es nicht.....	114
Die Messung der Geschwindigkeit.....	114
Enzymaktivitäten messen: Die Michaelis-Menten-Gleichung.....	116
Ideale Anwendungen	118
Realistische Anwendungen.....	119
Lineweaver-Burk-Diagramm.....	120
Enzymhemmung: Der Bolzen im Getriebe.....	122
Kompetitive Hemmung.....	122
Nichtkompetitive Hemmung	122
Wie sich Inhibition grafisch zeigen lässt.....	122
Enzymregulierung	123
Allosterische Kontrolle.....	124
Verschiedene Enzymformen	124
Kovalente Modifikation.....	124
Proteolytische Aktivierung.....	124

14 Inhaltsverzeichnis

TEIL III

KOHLENHYDRATE, LIPIDE, NUKLEINSÄUREN UND MEHR..... 127

Kapitel 7

Wecken Gelüste: Kohlenhydrate..... 129

Eigenschaften von Kohlenhydraten.....	130
Die chirale Natur der Kohlenstoffe.....	130
Es gibt mehrere Chiralitätszentren.....	131
Ein zuckersüßes Thema: Die Monosaccharide.....	133
Die stabilsten Formen der Monosaccharide: Pyranosen und Furanosen.....	133
Chemische Eigenschaften von Monosacchariden.....	135
Derivate der Monosaccharide.....	135
Die häufigsten Monosaccharide.....	137
Am Anfang allen Lebens: Ribose und Desoxyribose.....	137
Wenn sich Zucker die Hände reichen: Oligosaccharide.....	138
Eins und eins macht zwei: Disaccharide.....	138
Speicherformen in Pflanzen und Tieren: Polysaccharide.....	141

Kapitel 8

Lipide und Membranen..... 145

Ohne Fett geht nichts: Ein Überblick.....	145
Die Fettsäuren.....	147
Ein fettiges Thema: Triglyzeride.....	148
Eigenschaften und Struktur von Fetten.....	148
Seifen im Einsatz: Wir spalten die Triglyzeride.....	149
Alles andere als einfach: Komplexe Lipide.....	150
Phosphoglyzeride.....	150
Sphingolipide.....	152
Sphingophospholipide.....	153
Membranen: Bipolarität und Doppelschicht.....	153
Die Hürde überwinden: Transport durch Membranen.....	155
Steroide für Muskelspiele – und viel, viel mehr.....	157
Prostaglandine, Thromboxane und Leukotriene – die wilden Drei.....	158

Kapitel 9

Nukleinsäuren und der Code des Lebens..... 161

Nukleotide: Die Bausteine der DNA und RNA.....	162
Speicher für genetische Information: Die Stickstoffbasen.....	162
Auf der süßen Seite des Lebens: Die Zucker.....	164
Auf der sauren Seite des Lebens: Phosphate.....	164
Vom Nukleosid über das Nukleotid zur Nukleinsäure.....	164
Die erste Reaktion: Stickstoffbase + Zucker = Nukleosid.....	165
Die zweite Reaktion: Phosphorsäure + Nukleosid = Nukleotid.....	166
Die dritte Reaktion: Viele Nukleotide bilden eine Nukleinsäure.....	166

Inhaltsverzeichnis 15

Dogmatisches Wissen ist gefragt	168
DNA und RNA im großen Plan des Lebens	168
Die Struktur der Nukleinsäuren	169

Kapitel 10**Vitamine und Nährstoffe 173**

Mehr als nur ein Apfel am Tag: Das Einmaleins der Vitamine	174
Wer A sagt, muss auch B sagen: Die Vitamine der B-Gruppe	175
Vitamin B ₁ (Thiamin)	175
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	176
Vitamin B ₃ (Niacin)	176
Vitamin B ₆ (Pyridoxin)	178
Biotin	180
Folsäure	180
Vitamin B ₅ (Pantothersäure)	181
Das Wundermittel: Vitamin B ₁₂	182
Vitamin A	184
Vitamin D	185
Vitamin E	187
Vitamin K	188
Vitamin C	189

Kapitel 11**Die stillen Akteure: Hormone 191**

Strukturen einiger Schlüsselhormone	191
Protein- oder Peptidhormone	192
Steroidhormone	193
Aminhormone	194
Wie bei Dornröschen: Die Prohormone	195
Proinsulin	195
Angiotensinogen	196
Kampf oder Flucht: Hormonfunktion	196
Wie Lob und Tadel – Regelkreise (Feedback-Regulation)	197
Modelle hormoneller Aktivität	199

TEIL IV**BIOENERGETIK UND REAKTIONSWEGE 203****Kapitel 12****Leben und Energie 205**

ATP: Energiespritze für alle Systeme	205
ATP und freie Energie	206
ATP als Energietransporter	207
Mit ATP verwandte Moleküle	210
Die Nukleosidtriphosphat-Familie	210
So einfach wie 1-2-3: AMP, ADP und ATP	212
Stoffwechsel in Zahlen	212
Was passiert bei einer Nulldiät?	214

16 Inhaltsverzeichnis

Kapitel 13

ATP: Das Währungssystem des Körpers	215
Metabolismus Teil I: Glykolyse.....	215
Von Glukose zum Pyruvat: Der Anfang aller Dinge.....	218
Wie effizient sind Gärung und Atmung?	220
Das Ganze einmal umgedreht: Glukoneogenese	220
Alkoholische Gärung: Von Pyruvat zu Ethanol	222
Metabolismus Teil II: Der Citratzyklus (Krebs-Zyklus).....	223
Bald geht's rund: Die Synthese von Acetyl-CoA.....	225
Die drei sind ein Team: Tricarbonsäuren	227
Jetzt wird Gas gegeben: Oxidative Decarboxylierung.....	227
Über Succinyl-CoA zu Succinat und GTP	227
Regeneration von Oxalacetat	228
Aminosäuren als Energiequelle	228
Metabolismus Teil III: Elektronentransport und oxidative Phosphorylierung.....	230
Das Elektronentransportsystem	230
Die oxidative Phosphorylierung.....	236
Theorien ... Hypothesen ... Die chemiosmotische Kopplung.....	237
Am Ziel angelangt: Die ATP-Ausbeute.....	237
Und wieder wird's fettig: Die β -Oxidation.....	238
Verkörpern auch Energie: Ketonkörper	240
Investition in die Zukunft: Biosynthese	242
Fettsäuren	242
Die Synthese der Membranlipide.....	245
Aminosäuren.....	246

Kapitel 14

Ein »anrühiges« Thema: Stickstoff in biologischen Systemen	251
Ringelrein mit Stickstoffen: Purine.....	251
Die Biosynthese von Purinen	252
Was mag das nur kosten?	256
Die Biosynthese von Pyrimidinen.....	259
Alles beginnt mit Carbamoylphosphat	259
Nächster Halt: Orotat.....	260
Und Endstation: Cytidin.....	261
Noch mal zum Anfang: Katabolismus	262
Der Abbau der Purine	262
Aminosäurekatabolismus.....	263
Der Abbau von Hämoglobin.....	264
Abfallbeseitigung: Der Harnstoffzyklus	264
Aminosäuren, ein letzter Akt	267
Stoffwechselkrankheiten und ihre Ursachen	267
Gicht	268
Lesch-Nyhan-Syndrom	268

Inhaltsverzeichnis 17

Albinismus.....	269
Alkaptonurie.....	269
Phenylketonurie.....	269

TEIL V

GENETIK: WARUM WIR SIND, WAS WIR SIND..... 271

Kapitel 15

DNA fotokopieren..... 273

Aus eins mach zwei: DNA-Replikation.....	274
DNA-Polymerasen.....	277
Das aktuelle Modell der DNA-Replikation.....	278
Die Mechanismen der DNA-Reparatur.....	281
Mutationen: Gut, schlecht oder neutral.....	282
Restriktionsenzyme.....	284
Mendel wäre begeistert: Rekombinante DNA.....	285
Ein spannungsreiches Thema: DNA-Analyse.....	286
DNA-Sequenzierung.....	288
Das war wohl der Gärtner: Forensische Anwendungen.....	289
Erbkrankheiten und andere Anwendungsmöglichkeiten der DNA-Analytik.....	292
Sichelzellenanämie.....	293
Hämochromatose.....	293
Mukoviszidose.....	294
Hämophilie.....	294
Tay-Sachs-Syndrom.....	294

Kapitel 16

Schön abschreiben bitte! RNA-Transkription..... 297

Arten der RNA.....	297
Was RNA-Polymerasen brauchen.....	298
Transkription stromauf, stromab.....	299
Die RNA-Polymerase der Prokaryoten.....	302
Die Extras der Eukaryoten.....	305
RNA-Spleißen und RNA-Editing.....	307
Der genetische Code.....	308
Vom Codon zur Aminosäure.....	308
Translation von A bis Z.....	310
Modelle der Genregulation.....	311
Das Jacob-Monod-Modell (Operonmodell).....	312
Regulation eukaryotischer Gene.....	314

Kapitel 17

Korrekt übersetzen – Translation..... 319

Bitte keine Fehler!.....	319
Warum die Translation so wichtig ist.....	319
Trautes Heim, Glück allein: Das Ribosom.....	320

18 Inhaltsverzeichnis

Das Team	321
Der Mannschaftskapitän: rRNA	321
Der Spielmacher: mRNA	321
Passgenaues Zuspiel: tRNA	322
Das Aufwärmtraining: Aminosäuren aktivieren	324
Und ... Anpfiff: Proteinsynthese	326
Aktivierung	327
Initiation	327
Elongation	327
Termination	328
Die Wobble-Hypothese	328
Unterschiede bei eukaryotischen Zellen	330
Ribosomen	330
Initiator-tRNA	330
Initiationsphase	330
Elongation und Termination	330

TEIL VI

DER TOP-TEN-TEIL 331

Kapitel 18

Zehn beeindruckende Einsatzgebiete der Biochemie 333

Ames-Test	333
Schwangerschaftstests	334
HIV-Tests	334
Brustkrebsuntersuchungen	334
Pränatale Gentests	334
PKU-Screening	335
Gentechnisch veränderte Nahrungsmittel (»Genfood«)	335
Gentechnik	335
Klonen	336
Gentherapie	336

Kapitel 19

Zehn Karrierewege in der Biochemie 337

Wissenschaftlicher Mitarbeiter	337
Pflanzenzüchter	338
Qualitätskontrollanalytiker	338
Klinischer Forschungsassistent	338
Technischer Redakteur	338
Biochemischer Entwicklungsingenieur	339
Marktforschungsanalytiker	339
Patentanwalt	339
Pharmareferent	339
Biostatistiker	340
Ein letzter Tipp	340

Stichwortverzeichnis 341