

*John T. Moore und Richard Langley*

# ***Biochemie für Dummies***

*Übersetzung der Voraufgabe von Dr. Tina Blasche  
Übersetzung und Überarbeitung der Neuauflage  
von Dr. Susanne Katharina Hemschemeier  
Fachkorrektur von Tina Micksch*

*2. überarbeitete und korrigierte Auflage*

**WILEY**

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>21</b>
Über dieses Buch	22
Konventionen in diesem Buch	22
Was Sie nicht lesen müssen	22
Törichte Annahmen über den Leser	23
Wie dieses Buch aufgebaut ist	23
Teil I: Vorhang auf: Grundlagen der Biochemie	23
Teil II: Das Fleisch der Biochemie: Proteine	23
Teil III: Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren und mehr	23
Teil IV: Bioenergetik und Reaktionswege	24
Teil V: Genetik: Warum wir sind, was wir sind	24
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	24
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	24
Wie es weitergeht	25
<b>Teil I</b>	
<b><i>Vorhang auf: Grundlagen der Biochemie</i></b>	<b>27</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b><i>Biochemie: Was Sie darüber wissen sollten – und wozu</i></b>	<b>29</b>
Warum interessieren Sie sich für Biochemie?	29
Was genau ist eigentlich Biochemie?	30
Pro- und eukaryotische Zelltypen	30
Prokaryoten	31
Eukaryoten	32
Typische Bestandteile einer Tierzelle	32
Ein kurzer Blick in eine Pflanzenzelle	35
<b>Kapitel 2</b>	
<b><i>Eintauchen: Die Chemie des Wassers</i></b>	<b>37</b>
Was Sie über H <sub>2</sub> O (Wasser) wissen sollten	37
Wer ist hier wasserscheu? Physikalische Eigenschaften des Wassers	38
Die wichtigste biochemische Rolle des Wassers: Lösungsmittel	40
Die Wasserstoffionenkonzentration: Säuren und Basen	42
Die Balance halten	42
Was sagen die Werte der pH-Skala?	43
Den pOH-Wert berechnen	45
Stark und schwach: Die Brönsted-Lowry-Theorie	46

## ***Biochemie für Dummies***

Puffer und pH-Kontrolle	50
Verbreitete physiologische Puffer	50
Den pH-Wert eines Puffers berechnen	51

### ***Kapitel 3***

#### ***Spaß mit Kohlenstoff: Organische Chemie***

**53**

Die Rolle des Kohlenstoffs im Laufe der Zeit	53
Komplizierte Zahlenspiele: Kohlenstoffbindungen	54
Magische Anziehungskräfte – Bindungsstärken	56
Von Fans und Phobikern – die Interaktion mit Wasser	57
Wie die Bindungsstärke die Eigenschaften einer Substanz beeinflusst	57
Hier ist was los! Die funktionellen Gruppen eines Moleküls	59
Party? Nein danke! – Kohlenwasserstoffe pur	59
Funktionelle Gruppen mit Sauerstoff und Schwefel	59
Stickstoffhaltige funktionelle Gruppen	61
Phosphorhaltige funktionelle Gruppen	62
Wer macht was? Ein Exkurs zu funktionellen Gruppen	63
Die pH-Abhängigkeit der funktionellen Gruppen	65
Gleiche Zusammensetzung, andere Struktur: Isomerie	66
Cis-trans-Isomere	67
Chirale Kohlenstoffe	67

### ***Teil II***

#### ***Das Fleisch der Biochemie: Proteine***

**71**

### ***Kapitel 4***

#### ***Aminosäuren: Die Bausteine der Proteine***

**73**

Allgemeine Eigenschaften der Aminosäuren	73
Positiv und negativ: Aminosäuren sind Zwitterionen	74
Protoniert oder nicht? pH-Wert und isoelektrischer Punkt	75
Asymmetrie: Chirale Aminosäuren	75
Die »magischen« 20 Aminosäuren	77
Unpolare (hydrophobe) und ungeladene Aminosäuren	77
Polare (hydrophile) und ungeladene Aminosäuren	79
Saure Aminosäuren	80
Basische Aminosäuren	81
Die selteneren Ausnahmen	82
Nicht zu vergessen: Nicht proteinogene Aminosäuren	82
Intermolekulare Kräfte: Wie Aminosäuren mit anderen Molekülen wechselwirken	83
Wie der pH-Wert die Wechselwirkungen beeinflusst	84
Aminosäuren verknüpfen: Eine Bauanleitung	86
Die Peptidbindung und das Dipeptid	86
Das Tripeptid: Aus zwei mach drei	87

**Kapitel 5**

**Struktur und Funktion von Proteinen**

**89**

Proteine – mehr als nur das Steak auf Ihrem Teller	89
Die Primärstruktur: Was alle Proteine verbindet	91
Ein Protein basteln – die Kurzanleitung	91
Aminosäuren in Reih und Glied	92
Ein Beispiel: Die Primärstruktur von Insulin	93
Sekundärstruktur: Fast jedes Protein hat sie	94
Die $\alpha$ -Helix	95
Das $\beta$ -Faltblatt	95
Haarnadelstrukturen und $\Omega$ -Loops	97
Tertiärstruktur: Eine Strukturebene vieler Proteine	98
Quartärstruktur: Proteine aus mehreren Untereinheiten	99
Proteine isolieren und analysieren	99
Proteine aus einer Zelle isolieren	99
Unter der Lupe: Die Aminosäuresequenz eines Proteins näher betrachten	102

**Kapitel 6**

**Enzymkinetik: Mit Hilfe schneller ans Ziel**

**107**

Enzymklassifizierung: Wer macht den Job?	108
Einer mehr, einer weniger: Oxidoreduktasen	109
Von hier nach da schieben: Transferasen	110
Wieder Wasser im Spiel: Hydrolasen	110
Vor uns ist nichts sicher: Lyasen	111
Wir sorgen für Aufmischung: Isomerasen	111
Aus zwei mach eins: Ligasen	111
Enzyme als Katalysatoren: Wir machen Tempo	112
Katalysemodelle: Schlüssel-Schloss versus induzierte Passform	113
Einige Bemerkungen zur Kinetik	114
Enzymassays: Ohne Rahmenbedingungen geht es nicht	116
Die Messung der Geschwindigkeit	116
Enzymaktivitäten messen: Die Michaelis-Menten-Gleichung	118
Ideale Anwendungen	121
Realistische Anwendungen	122
Lineweaver-Burk-Diagramm	122
Enzymhemmung: Der Bolzen im Getriebe	125
Kompetitive Hemmung	125
Nichtkompetitive Hemmung	125
Wie sich Inhibition grafisch zeigen lässt	125

## *Biochemie für Dummies*

Enzymregulierung	126
Allosterische Kontrolle	126
Verschiedene Enzymformen	127
Kovalente Modifikation	127
Proteolytische Aktivierung	127

### **Teil III**

## ***Kohlenhydrate, Lipide, Nukleinsäuren und mehr*** **129**

### ***Kapitel 7***

## ***Wecken Gelüste: Kohlenhydrate*** **131**

Eigenschaften von Kohlenhydraten	131
Die chirale Natur der Kohlenstoffe	132
Es gibt mehrere Chiralitätszentren	133
Ein zuckersüßes Thema: Die Monosaccharide	135
Die stabilsten Formen der Monosaccharide: Pyranosen und Furanosen	135
Chemische Eigenschaften von Monosacchariden	137
Derivate der Monosaccharide	138
Die häufigsten Monosaccharide	139
Am Anfang allen Lebens: Ribose und Desoxyribose	140
Wenn sich Zucker die Hände reichen: Oligosaccharide	141
Eins und eins macht zwei: Disaccharide	141
Speicherformen in Pflanzen und Tieren: Polysaccharide	143

### ***Kapitel 8***

## ***Lipide und Membranen*** **147**

Ohne Fett geht nichts: Ein Überblick	147
Die Fettsäuren in Lipiden	149
Ein fettes Thema: Triglyzeride	150
Eigenschaften und Struktur von Fetten	151
Seifen im Einsatz: Wir spalten die Triglyzeride	152
Alles andere als einfach: Komplexe Lipide	153
Phosphoglyzeride	153
Sphingolipide	155
Sphingophospholipide	156
Membranen: Bipolarität und Doppelschicht	156
Die Hürde überwinden: Transport durch Membranen	158
Steroide für Muskelspiele – und viel, viel mehr	160
Prostaglandine, Thromboxane und Leukotriene – die wilden drei	161

**Kapitel 9**

**Nukleinsäuren und der Code des Lebens**

**165**

Nukleotide: Die Bausteine der DNA und RNA	165
Speicher für genetische Information: Die Stickstoffbasen	166
Auf der süßen Seite des Lebens: Die Zucker	167
Auf der sauren Seite des Lebens: Phosphate	168
Vom Nukleosid über das Nukleotid zur Nukleinsäure	168
Die erste Reaktion: Stickstoffbase + Zucker = Nukleosid	168
Die zweite Reaktion: Phosphorsäure + Nukleosid = Nukleotid	169
Die dritte Reaktion: Viele Nukleotide bilden eine Nukleinsäure	170
Dogmatisches Wissen ist gefragt ...	172
DNA und RNA im großen Plan des Lebens	172
Die Struktur der Nukleinsäuren	173

**Kapitel 10**

**Vitamine und Nährstoffe**

**177**

Mehr als nur ein Apfel am Tag: Das Einmaleins der Vitamine	178
Wer A sagt, muss auch B sagen: Die Vitamine der B-Gruppe	179
Vitamin B1 (Thiamin)	179
Vitamin B2 (Riboflavin)	181
Vitamin B3 (Niacin)	181
Vitamin B6 (Pyridoxin)	182
Biotin	184
Folsäure	184
Pantothensäure	186
Das Wundermittel: Vitamin B12	186
Vitamin A	188
Vitamin D	189
Vitamin E	192
Vitamin K	192
Vitamin C	193

**Kapitel 11**

**Die stillen Akteure: Hormone**

**195**

Strukturen einiger Schlüsselhormone	195
Protein- oder Peptidhormone	196
Steroidhormone	197
Aminhormone	198
Wie bei Dornröschen: Die Prohormone	198
Proinsulin	200
Angiotensinogen	200
Kampf oder Flucht: Hormonfunktion	201
Wie Lob und Tadel – Regelkreise (Feedback-Regulation)	201
Modelle hormoneller Aktivität	203

<b>Teil IV</b>	
<b>Bioenergetik und Reaktionswege</b>	<b>207</b>
<b>Kapitel 12</b>	
<b>Leben und Energie</b>	<b>209</b>
ATP: Energiespritze für alle Systeme	209
ATP und freie Energie	209
ATP als Energietransporter	211
Mit ATP verwandte Moleküle	214
Die Nukleosidtriphosphat-Familie	214
So einfach wie 1-2-3: AMP, ADP und ATP	216
Stoffwechsel in Zahlen	217
Was passiert bei einer Nulldiät?	218
<b>Kapitel 13</b>	
<b>ATP: Das Währungssystem des Körpers</b>	<b>219</b>
Metabolismus Teil I: Glykolyse	219
Von Glukose zum Pyruvat: Der Anfang aller Dinge	222
Wie effizient sind Gärung und Atmung?	224
Das Ganze einmal umgedreht: Glukoneogenese	224
Alkoholische Gärung: Von Pyruvat zu Ethanol	226
Metabolismus Teil II: Der Zitratzyklus (Krebs-Zyklus)	227
Bald geht's rund: Die Synthese von Acetyl-CoA	230
Die drei sind ein Team: Tricarbonsäuren	231
Jetzt wird Gas gegeben: Oxidative Decarboxylierung	232
Über Succinyl-CoA zu Succinat und GTP	232
Regeneration von Oxalacetat	232
Aminosäuren als Energiequelle	233
Metabolismus Teil III: Elektronentransport und oxidative Phosphorylierung	233
Das Elektronentransportsystem	235
Die oxidative Phosphorylierung	241
Theorien ... Hypothesen ... Die chemiosmotische Kopplung	242
Am Ziel angelangt: Die ATP-Ausbeute	242
Und wieder wird's fettig: Die $\beta$ -Oxidation	243
Verkörpern auch Energie: Ketonkörper	245
Investition in die Zukunft: Biosynthese	247
Fettsäuren	247
Die Synthese der Membranlipide	251
Aminosäuren	252

## **Kapitel 14**

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

**257**

Ringelrein mit Stickstoffen: Purine	257
Die Biosynthese von Purinen	257
Was mag das nur kosten?	259
Die Biosynthese von Pyrimidinen	260
Alles beginnt mit Carbamoylphosphat	264
Nächster Halt: Orotat	265
Und Endstation: Cytidin	266
Noch mal zum Anfang: Katabolismus	267
Der Abbau der Purine	267
Aminosäurekatabolismus	268
Der Abbau von Hämoglobin	269
Abfallbeseitigung: Der Harnstoffzyklus	269
Aminosäuren, ein letzter Akt ...	272
Stoffwechselkrankheiten und ihre Ursache	272
Gicht	273
Lesch-Nyhan-Syndrom	273
Albinismus	274
Alkaptonurie	274
Phenylketonurie	274

## **Teil V**

### **Genetik: Warum wir sind, was wir sind**

**275**

## **Kapitel 15**

### **DNA fotokopieren**

**277**

Aus eins mach zwei: DNA-Replikation	277
DNA-Polymerasen	281
Das aktuelle Modell der DNA-Replikation	282
Die Mechanismen der DNA-Reparatur	285
Mutationen: Gut, schlecht oder neutral	287
Restriktionsenzyme	289
Mendel wäre begeistert: Rekombinante DNA	289
Ein spannungsreiches Thema: DNA-Analyse	290
DNA-Sequenzierung	292
Das war wohl der Gärtner: Forensische Anwendungen	294
Erbkrankheiten und andere Anwendungsmöglichkeiten der DNA-Analytik	297
Sichelzellenanämie	298
Hämochromatose	298
Mukoviszidose	299
Hämophilie	299
Tay-Sachs-Syndrom	299



## **Kapitel 16**

### **Schön abschreiben bitte! RNA-Transkription**

**301**

Arten der RNA	301
Was RNA-Polymerasen brauchen	302
Transkription stromauf, stromab	303
Die RNA-Polymerase der Prokaryoten	306
Die Extras der Eukaryoten	309
RNA-Spleißen und RNA-Editing	311
Der genetische Code	312
Vom Codon zur Aminosäure	312
Translation von A bis Z	314
Modelle der Genregulation	316
Das Jacob-Monod-Modell (Operonmodell)	316
Regulation eukaryotischer Gene	319

## **Kapitel 17**

### **Korrekt übersetzen – Translation**

**323**

Bitte keine Fehler!	323
Warum die Translation so wichtig ist	323
Trautes Heim, Glück allein: Das Ribosom	324
Das Team	325
Der Mannschaftskapitän: rRNA	325
Der Spielmacher: mRNA	325
Passgenaues Zuspiel: tRNA	326
Das Aufwärmtraining: Aminosäuren aktivieren	327
Und ... Anpfiff: Proteinsynthese	330
Aktivierung	331
Initiation	331
Elongation	331
Termination	332
Die Wobble-Hypothese	332
Unterschiede bei eukaryotischen Zellen	334
Ribosomen	334
Initiator-tRNA	334
Initiationsphase	334
Elongation und Termination	334

<b>Teil VI</b>	
<b>Der Top-Ten-Teil</b>	<b>335</b>
<b>Kapitel 18</b>	
<b>Zehn beeindruckende Einsatzgebiete der Biochemie</b>	<b>337</b>
Ames-Test	305
Schwangerschaftstests	306
HIV-Tests	307
Brustkrebsuntersuchungen	307
Pränatale Gentests	307
PKU-Screening	308
Gentechnisch veränderte Nahrungsmittel (»Genfood«)	308
Gentechnik	309
Klonen	309
Gentherapie	310
<b>Kapitel 19</b>	
<b>Zehn Karrierewege in der Biochemie</b>	<b>341</b>
Wissenschaftlicher Mitarbeiter	341
Pflanzenzüchter	341
Qualitätskontrollanalytiker	342
Klinischer Forschungsassistent	342
Technischer Redakteur	342
Biochemischer Entwicklungsingenieur	342
Marktforschungsanalytiker	343
Patentanwalt	343
Pharmareferent	343
Biostatistiker	343
Ein letzter Tipp ...	344
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>345</b>