

# Weiterführende Literatur

---

## Lehrbücher

- Alberts B, Bray D, Lewis J, Raff M, Roberts K, Watson JD (1990) Molekularbiologie der Zelle, 2. Auflage VCH, Weinheim
- Buddecke E (1989) Grundriß der Biochemie. De Gruyter, Berlin
- Dose K (1992) Biochemie, 2. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Stryer L (1991) Biochemie. Spektrum, Heidelberg

## Spezialthemen

- Atkins PW (1988) Moleküle. Spektrum, Heidelberg
- Bosco D (1980) The people's guide to vitamins and minerals, from A to Zinc. Contemporary Books, Chicago
- de Duve C (1988) Die Zelle. Spektrum, Heidelberg
- Dickerson RE, Geis I (1969) The structure and action of proteins. Harper & Row, New York
- Kessel RG, Shih CY (1976) Scanning electron microscopy in biology. Springer, Berlin Heidelberg New York
- Lentz TL (1971) Cell fine structure. Saunders, Philadelphia
- Neidhard FC, Ingraham JL, Schaechter M (1990) Physiology of the bacterial cell. Sinauer Associates, Sunderland
- Roland JC, Szollosi A, Szollosi D (1977) Atlas of cell biology. Little, Brown, Boston
- Synder SH (1988) Chemie der Psyche. Spektrum, Heidelberg
- Stevens SD, Klarner A (1990) Deadly doses: A writer's guide to poisons. Writer's Digest, Cincinnati
- Traut W (1991) Klassische und molekulare Cytogenetik. Springer, Berlin Heidelberg New York

# Atom-Parameter

---

Die computergenerierten Abbildungen wurden mit Hilfe von Atom-Parametern aus der Brookhaven Protein Data Bank errechnet. Ich nenne an dieser Stelle die Urheber der einzelnen Struktur-Datensätze und danke allen für die Großzügigkeit, mit der sie die Ergebnisse ihrer wissenschaftlichen Arbeit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht haben.

- 6ADH (Alkohol-Dehydrogenase). Eklund H.  
3CLN (Calmodulin). Babu YS, Bugg CE, Cook WJ.  
3CRO (Cro-Protein-DNA). Mondragon A, Harrison SC.  
3DFR (Dihydrofolat-Reductase). Filman DJ, Matthews DA, Bolin JT, Kraut J.  
2ENL (Enolase). Lebioda L, Stec B.  
1FC1 (Immunoglobulin-Fc-Fragment). Deisenhofer J.  
1GCN (Glucagon). Blundell TL, Sasaki K, Dockerill S, Tickle IJ.  
1GD1 (Glyceraldehyd-3-phosphat-Dehydrogenase). Skarzynski T, Moody PCE, Wonacott AJ.  
2GLS (Glutamin-Synthetase). Eisenberg D, Almasy RJ, Yamashita MM.  
1HCO (Kohlenmonoxihämoglobin). Baldwin JM.  
2HHB (Desoxihämoglobin). Fermi G, Perutz MF.  
1HHO (Oxihämoglobin). Shaanan B.  
1HKG (Hexokinase). Bennett WS Jr, Steitz TA.  
4HVP (HIV-1-Protease). Miller M, Schneider J, Sathyanarayana BK, Toth MV, Marshall GR, Clawson L, Selk L, Kent SBH, Wlodawer A.  
2IG2 (Immunoglobulin-G1). Marquart M, Huber R.  
4INS (Insulin). Dodson GG, Dodson EJ, Hodgkin DC, Isaacs NW, Vijayan M.

5PEP (Pepsin). Cooper JB, Khan G, Taylor G, Tickle IJ, Blundell TL.

1PFK (Phosphofruktokinase). Shirakihara Y, Evans PR.

1PGI (Glucose-6-phosphat-Isomerase). Muirhead H.

3PGK (Phosphoglycerat-Kinase). Shaw PJ, Walker NP, Watson HC.

3PGM (Phosphoglycerat-Mutase). Campbell JW, Hodgson GI, Warwicker J, Winn SI, Watson HC.

1PRC (Photosynthetisches Reaktionszentrum). Deisenhofer J, Epp O, Miki K, Huber R, Michel H.

1PYK (Pyruvat-Kinase). Muirhead H, Levine M, Stammers DK, Stuart DI.

4TNA (Transfer-RNA). Jack A, Ladner JE, Klug A.

3TRA (Transfer-RNA). Westhof E, Dumas P, Moras D.

2YPI (Triose-phosphat-Isomerase). Lolis E, Petsko GA.

# Abbildungen

---

## Farbtafeln ab Seite 60

- 1 Protein, Nucleinsäure, Lipid und Polysaccharid
- 2 Transfer-RNA
- 3 Pepsin
- 4 HIV-Protease
- 5 Phosphoglycerat-Kinase
- 6 Alkohol-Dehydrogenase
- 7 Glutamin-Synthetase
- 8 Hämoglobin
- 9 Phosphofruktokinase
- 10 Aconitase
- 11 Hormone
- 12 Calmodulin
- 13 DNA-bindende Proteine
- 14 Antikörper
- 15, 16 Photosynthese-Reaktionszentrum

## Schwarzweiß-Abbildungen

Das Immunsystem durchbohrt die Zellwand eines Bakteriums II

- 1 Einhundertfache Vergrößerung 4
- 2 Eintausendfache Vergrößerung 5
- 3 Einhunderttausendfache Vergrößerung 6
- 4 Einmillionenfache Vergrößerung 7
- 5 Molekülabbildungen 10
- 6a Struktur der Nucleinsäure 17
- 6b Basenpaarung bei Nucleinsäuren 18

7	DNA und RNA	20
8	Struktur eines Proteins	22
9a	Phosphoglycerat-Kinase	23
9b	Aktives Zentrum eines Enzyms	24
10	Struktur eines Lipids	26
11	Lipid-Doppelschicht	27
12	Struktur eines Polysaccharids	28
13	ATP	32
14	Glycolyse	37–46
15	Oxidative Phosphorylierung	49
16	Photosynthese	50
17	Proteinsynthese	54
18	<i>Escherichia coli</i>	96
19	Cytoplasma	97
20	Zellwand	99
21	Geißel und Geißelmotor	101
22	Kernzone	103
23	Die DNA-Replikation	104
24	Bäckerhefe	107
25	Cytoplasma: Cytoskelett	110
26	Cytoplasma: Proteinsynthese	111
27	Mitochondrien-Membran	113
28	Das Innere eines Mitochondriums	114
29	Kernmembran	116
30	Das Innere des Zellkerns	117
31	Kernpore	118
32	Endoplasmatisches Reticulum	120
33	Golgi-Apparat	121
34	Coated Vesicle	122
35	Vakuole	123
36	Der Mensch	125
37	Chromatin	127
38	Zelloberfläche	128
39	Punkt-desmosom	129
40	Gap Junction	130
41	Rotes Blutkörperchen	132
42	Blutserum	133
43	Nerven-Axon	137
44	Nerven-Synapse	138
45	Muskelkontraktion	139
46	Bergkugelmalve	142

47	Zellwand	144
48	Thylakoidscheiben	145
49	Chloroplastenstroma	146
50	Vitamin A	152
51	Die B-Vitamine	154
52	Vitamin C und E	156
53	Vitamin D	157
54	Viren	160
55	Lebenszyklus des Polio-Virus	164
56	Grippevirus	167
57	Zyanid- und Kohlenmonoxid-Vergiftung	171
58	Arsenvergiftung	172
59	Angriffspunkte von Giften und Arzneistoffen im Nervensystem	176
60	Schmerzstillende Opiate	180
61	Penicillin	182

# Sachverzeichnis

## A

- Acetaminophen (Tylenol) 180–181  
Acetyl-CoA 34–36, 47  
Acetylsalicylsäure (Aspirin) 180–181  
Aconitase 78  
Actin 7  
    im menschlichen Cytoskelett 129–131  
    im menschlichen Muskel 139–140  
    im Hefe-Cytoskelett 109–110  
Adenin 16, 18–19  
Adenosin-triphosphat, *siehe* ATP  
Adrenalin (Epinephrin) 80, 134  
AIDS 66, 168–169  
Aktives Zentrum, Enzym 24  
Albumin, Serum- 133  
Aldolase 40  
Alkohol 70  
    als Antiseptikum 181  
    als Sedativum 176, 178–179  
    Gärung 47  
Alkohol-Dehydrogenase 70  
Allosterische Enzyme 74, 76  
Aminosäuren 21–24  
    Nucleotid-Triplett-Code 52–54, 56  
    auf tRNA 62  
Aminoacyl-tRNA-Synthetase 53–55  
*Amoeba proteus* 4  
Amphetamine 176, 179  
Anaerobische Bewegungen 47  
Antibiotika 170, 181–183  
Antikörper II, 7, 86, 133, 135  
Antioxidantien 155–156  
Antiseptika 181  
Arsen 174–175  
Arzneistoffe 170, 175–176, 180–183  
    Entdeckung 183–184  
    Resistenz 102, 183  
Ascorbinsäure (Vitamin C) 155–156  
Aspirin (Acetylsalicylsäure) 180–181  
Äthanol, *siehe* Alkohol  
Atome, Größe 6–7  
ATP (Adenosin-triphosphat) 7, 24, 32  
    Gesamtmenge aus Glucose-spaltung 50  
    bei der Glycolyse 35–47, 50, 68, 76  
    -Kreislauf 33  
    bei Muskelkontraktion 139–140  
    bei oxidativer Phosphorylierung 48–50  
    bei Photosynthese 50–51, 147  
    als Überträger chemischer Energie 32–33  
    im Zitronensäurezyklus 47  
Atropin 175–177  
Auffaltung, Protein 21  
Axon, Nerven- 136–140  
AZT (Azidotymidin) 168

**B**

- Bakterielles Virus 6
- Bakterien, *siehe Escherichia coli*
- Barbiturate 176, 178
- Basen, Nucleinsäure- 16–21
- Beriberi 153
- Beruhigungsmittel, *siehe Sedativa*
- Beta-Karotin 152
- Blut 131–135
  - Glucosespiegel 80
- Blutgerinnsel 133
- Blutpfropfen 135
- Brückenbindungen,
  - bei Verdauungsenzymen 34, 64
  - im Haar 64

**C**

- Calcium 82, 157
- Calmodulin 82
- Cellulose 29, 57, 143–144
- Chitin 29
- Chloramphenicol 182
- Chlorophyll 7, 90
- Chloroplasten 145–147
- Cholesterin 157
- Chromatin 127
- Chromosomen 115
- Coated Vesicle 122
- Code, Nucleotid-Triplett 52–53
- Coenzym A, Acetyl- 34–36, 47
- Computergestützte Medikamentenentwicklung 66, 184
- Curare 175–177
- Cytoplasma,
  - Escherichia coli* 96–97
  - Hefe- 109–112
- Cytosin 18–19
- Cytoskelett
  - menschliches 126, 128–130
  - Hefe- 109–110

**D**

- Desmosome 129, 131
- Desoxyribonucleinsäure,
  - siehe DNA*
- Diazepam (Valium) 176, 178
- Dicke Filamente 139–140

- Dihydrofolat-Reduktase 60
- DNA (Desoxyribonucleinsäure)
  - 7, 16–20, 60
  - Chloroplasten- 146
  - Escherichia coli*- 102–105
  - HIV- 168–169
  - Mitochondrien- 112, 114
  - Replikation 19, 104–105
  - Protein-Kodierung 52–56
- DNA-bindende Proteine 84, 104–105
- DNA-Polymerase 104–105
- Drogen 178–179
- Dunkelreaktionen, Photosynthese 51, 146
- Dünne Filamente 139–140

**E**

- Eizelle 4
- Elektronenmikroskopie 8–9
- Elektronenübertragung
  - bei oxidativer Phosphorylierung 48–49
  - bei Photosynthese 50, 145
- Endoplasmatisches Reticulum 119–120
- Energieerzeugung 31–51
  - bei *Escherichia coli* 97–98
- Einwirkung von Giften 170–174
  - im Hefe-Cytoplasma 112
  - in Hefe-Mitochondrien 112–114
  - Regulation 76
- Enkephaline 180
- Enolase 45
- Enzyme 21, 23–24; *siehe auch*
  - die einzelnen Enzyme
  - allosterische 74, 76
  - Brückenbindungen 34, 64
- Epidermis-Zelle (Oberhaut-Zelle) 5
- Epinephrin (Adrenalin) 80, 134
- Erkältungsvirus 160–163
- Escherichia coli* 5–6, 95–105
  - Bewegung und Wahrnehmung 58–59
- Eukaryonten 106–107

**F**

FAD (Flavin-Adenin-Dinucleotid) 47–48, 154–155  
 Fibrinogen 133, 135  
 Filamente  
   Hefe-Cytoskelett 109–110  
   Kernmembran 115–116  
   menschliches Cytoskelett 128–131  
   Muskel- 139–140  
 Fructose 38

**G**

Gap Junctions (Kontaktzonen) 130–131  
 Gärung 47, 107–108  
 Geißeln 58, 95–96  
 Gifte 170–178  
 Glucagon 80, 134  
 Glucose 7, 10–11  
   -spiegel im Blut 80  
   bei Glycolyse 35–36  
 Glucose-Phosphat-Isomerase 38  
 Glutamin-Synthetase 72  
 Glycerinaldehyd-Phosphat-Dehydrogenase 42  
 Glycogen 28  
 Glycolyse 7, 35–47  
   bei *Escherichia coli* 98  
   Einwirkung von Giften 170–174  
   im Hefe-Cytoplasma 112  
   Regulation 76  
 Golgi-Apparat 119–121  
 Grippevirus 166–167  
 Größe  
   von Atomen 7  
   von *Escherichia coli*-DNA 102  
   von Molekülen 6–7  
   von Poliovirus-RNA 161  
   von Viren 6–7, 160  
   von Zellen 4–5  
 Guanin 18–19

**H**

Haar 4, 64  
 Hämoglobin 10–11, 74, 132  
   Einwirkung von Giften 171, 173–174

Hefe 5, 106–123  
   und Gärung 47, 107–108j  
 Herpesvirus 160, 168–169  
 Hexokinase 37  
 Histon-1 127  
 HIV (AIDS-Virus) 6, 160, 168–169  
 HIV-Protease 66  
 Hormone 80, 134  
   Pflanzen- 144  
 Human Immunodeficiency Virus, *siehe* HIV  
 HU-Protein 102–103  
 Hydrophobizität 15  
   von Molekülen 60

**I**

Immunsystem II, 86, 133, 135–136  
   und HIV 169  
 Impfstoffe 162  
 Insulin 80, 137  
 Integrase 168  
 Intermediärfilamente,  
   im Hefe-Cytoskelett 109–110  
   in der Hefe-Kernmembran 115–116  
   im menschlichen Cytoskelett 129  
 Ionen, Anzahl in *Escherichia coli* 96  
 Isolierung, Nerv 137–138

**J**

Junctions, Zelle 130–131

**K**

Kaskade  
   Blutgerinnung 135  
   Immunantwort 135–136  
 Kernpore 117–118  
 Kernzone, *Escherichia coli* 102–105  
 Kohlendioxid 47, 49, 51  
 Kohlenmonoxid 171, 174  
 Kompartimentierung,  
   bei Eukaryonten 106, 109  
 Komplement II, 133, 135

Konnexone 131  
Krebs-Zyklus,  
  *siehe* Zitronensäurezyklus  
Kreislauf, ATP- 33

## L

Lähmung, Muskel- 176–177  
Lebenszyklus,  
  Herpesvirus 168–169  
  HIV 168  
  Poliovirus 163–166  
Lichtabhängige Reaktionen  
  50–51, 145–147  
Lipid 25–27, 60  
  -transport im Blut 134  
Lipid-Doppelschicht 25–27, 60;  
  *siehe auch* Membran  
  *Escherichia coli* 98–101  
  Grippevirus 166–167  
  und oxidative Phosphorylie-  
  rung 48–49  
  und Photosynthese 51  
  als Schutz 57–58  
Lipopolysaccharide 98  
Lipoprotein 99–100  
  Serum- 134  
LSD (Lysergsäure-Diäthylamid)  
  176, 179  
Lymphocyt 5  
Lysosomen 122

## M

Medikamente 170, 175  
Membran;  
  *siehe auch* Lipid-Doppelschicht  
  *Escherichia coli* 98–102  
  Hefe-Mitochondrien 112–114  
  Hefe-Zellkern 115–118  
  menschliche Zelle 128–131  
  Nerv 136–138  
  und oxidative Phosphorylie-  
  rung 48–49  
  und Photosynthese 51, 88, 90  
  rote Blutzellen 132–133  
Mensch 4–5, 59, 124–140  
menschliche Zellen 4–5, 59,  
  124–140  
Mescaline 176, 179

Messenger-RNA, *siehe* mRNA  
Microtubuli,  
  Hefe 110, 121  
  Nerven-Axon 137  
  Pflanzenzelle 144  
Milchsäure 47  
Mitochondrien 112–115  
Moleküle,  
  Abbildungen 8–11  
  Anzahl in *Escherichia coli* 96  
  Bewegung 7–8  
  Größe 6–7  
Morphium 180–181  
Motorkomplex, Geißel- 58,  
  101–102  
mRNA 53–55  
  *Escherichia coli* 96–98,  
  103–104  
  Spleißen 116–117  
Muskelzellen 5, 139–140  
  und anaerobische Bewegungen  
  47  
  Einwirkung von Giften  
  175–177  
Myosin 7, 139–140

## N

NAD (Nicotamid-Adenin-  
  Dinucleotid)  
  bei Energieerzeugung 36, 42  
  aus Niacin 155  
NADP (Nicotamid-Adenin-  
  Dinucleotidphosphat) 50  
NAM (N-Acetylmuraminsäure)  
  182  
Natrium, bei Nervensignal-  
  übertragung 136–137  
Nervenzellen 5, 136–140  
  Einwirkung von Giften  
  175–179  
Neurotransmitter 138–140,  
  155, 179  
Niacin 154–155  
Nucleinsäuren 16–21, 60;  
  *siehe auch* DNA, mRNA, tRNA  
  Replikation 16–19  
Nucleosomen 115, 117, 127  
Nucleotide 16–19

- Triplet-Code 52–53
- O**
- Opiate 180
- Oxidative Phosphorylierung  
48–50  
bei *Escherichia coli* 101–102  
in Hefe-Mitochondrien 112,  
114
- P**
- Paramecium multimicronucleatum* 4
- Pectin 144
- Penicillin 182
- Pepsin 64
- Peptidoglycan 99–100  
und Penicillin 182  
im Zwischenmembranraum  
99–102
- Pflanzen 141–147
- Phosphat,  
und Arsen 172, 174–175  
in ATP 32–33  
bei Glycolyse 35–46  
in Nucleinsäuren 16–18
- Phosphofruktokinase 39, 76
- Phosphoglycerat-Kinase  
23–24 43, 68
- Phosphoglyceromutase 44
- Photosynthese 50–51, 88, 90,  
145–147
- Photosynthese-Reaktionszentrum  
88, 90
- Photosysteme 51, 88, 90, 141,  
145–147
- Plasmide 102
- Poliovirus 7, 161–166
- Polysaccharide 27–29, 60  
Pflanzen-Zellwand 143–144
- Porin 99–100, 112–113
- Prokaryonten 106
- Protease, virale 66, 163
- Proteine 21–25, 60;  
*siehe auch* die einzelnen Proteine  
Anzahl in Zellen 25, 96  
Bewegung 7–8  
in Lipid-Doppelschicht 26–27
- Transport 119–123
- Proteinsynthese 52–55  
in Chloroplasten 146–147  
in *Escherichia coli* 97–98  
bei Hefe 110–111  
Regulierung 84  
virale 163–166
- Psilocin 176, 179
- Psychedelische Drogen 176, 179
- Punkt-desmosom 129, 131
- Pupillenerweiterung 177
- Pyridoxal-Phosphat 154–155
- Pyridoxin (Vitamin B<sub>6</sub>) 145–155
- Pyruvat 36, 46–47
- Pyruvat-Dehydrogenase-Komplex  
7, 47, 114
- Pyruvat-Kinase 46
- R**
- Raster-Tunnel-Mikroskopie 9
- Rate  
DNA-Replikations- 105  
Proteinsynthese- 53  
Reproduktions- von *Escherichia coli* 104–105  
Signalübertragungs- bei Nerven  
136
- Raumfüllende Abbildungen 9–10
- Replikation, DNA- 18–19,  
104–105
- Reproduktion, *Escherichia coli* 104–105
- Retinal (Vitamin A) 151–153
- Retroviren 168
- Rhinovirus 161–163
- Riboflavin (Vitamin B<sub>2</sub>)  
154–155
- Ribonucleinsäure, *siehe* RNA
- Ribosomen 7, 54–55  
und Antibiotika 182  
Chloroplasten- 146  
*Escherichia coli* 96–98  
Hefe-Cytoplasma 110–111,  
119–120  
Hefe-Mitochondrien 112–114
- Ribulose-bisphosphat-  
Carboxylase 51, 146
- Rote Blutzellen 5, 132–133

- Rote Blutkörperchen,  
*siehe* Rote Blutzellen
- RNA 20; *siehe auch* mRNA  
 und tRNA  
 virale 161, 163–166
- RNA-Polymerase 54  
 Hefe- 115  
 virale 163–166
- S**
- Saccharomyces cerevisiae*,  
*siehe* Hefe
- Salzkristall, Größe 4
- Sauerstoff,  
 und Energieerzeugung 31,  
 47–49  
 und Hämoglobin 74  
 und Photosynthese 50–51
- Schierling 177
- Schleim 29
- Schmerzstillende Mittel 180–181
- Sedativa 176, 178–179
- Serum, Blut- 133–136
- Skorbut 156
- Spectrin 128, 132
- Spermazelle 5
- Spezialisierung von Zellen  
 124–126
- Spleißen 116
- Stärke 28
- Stimulanzien 176, 179
- Streptomycin 182
- Stroma, Chloroplasten  
 146–147
- Strychnin 176–178
- Sulfanilamide 181
- Synapse, Nerven- 138–140  
 Einwirkung von Giften  
 176–179
- Synthese 56  
 Protein- 52–55
- T**
- Tabakmosaikvirus 6
- Thiamin (Vitamin B<sub>1</sub>) 153–155
- Thylakoidscheiben 50–51,  
 145–147
- Thymin 18–19
- Tocopherol (Vitamin E) 156,  
 158
- TPP (Thiamin-Pyrophosphat)  
 153–154
- Transfer-RNA, *siehe* tRNA
- Transkription 53, 115–116;  
*siehe auch* Proteinsynthese
- Translation 53;  
*siehe auch* Proteinsynthese
- Transport  
 von Lipiden 133–134  
 von mRNA 117–118  
 von Proteinen 119–123
- Triosephosphat-Isomerase 41
- Triskelien 120–122
- tRNA 7, 20, 53–55, 62  
 Anzahl in *Escherichia coli* 96
- Tylenol (Acetaminophen)  
 180–181
- U**
- Umkehr-Transcriptase 168
- V**
- Vacuole 119–123
- Valium (Diazepam) 176, 178
- Verdauung · 33–34
- Verdauungsenzyme 33–34, 64  
 Transport 119–123  
 virale 66, 163–164
- Vesikel,  
 synaptische 138–139  
 Transport- 119–123
- Vielzelliger Organismus 124
- Viren 6–7, 159–169
- Vitamine 56, 151–158
- W**
- Wasser 4–5, 7, 15–16  
 -Druck in Pflanzenzellen 143
- Wasserstoff-Brückenbindungen,  
 in der DNA 18
- Wasserstoffionen,  
 und Geißelmotor-Komplex  
 101–102  
 bei oxidativer Phosphorylie-  
 rung 48–49  
 bei Photosynthese 50–51

**Z**

- Zellen, Größe 4–5
- Zellwand,  
  *Escherichia coli* II, 96, 98–102  
  und Penicillin 182  
  pflanzliche 143–144
- Zellkern 115–118
- Zitronensäurezyklus 47
- bei *Escherichia coli* 98
- Vitamin-B1-Bedarf 155
- in Hefe-Mitochondrien 114
- Zucker; *siehe auch* Glucose
- in Nucleinsäuren 16–20
- aus Photosynthese 50–51
- in Polysacchariden 27–29
- Zyanid 171–174