

Inhalt

Vorwort	11
1 Biophysik im Umfeld von Physik, Chemie, Biochemie, Biologie und Medizin	14
1.1 Die Wurzeln der Biophysik	14
1.2 Was ist Biophysik?	15
1.3 Biophysik und Strukturbiologie	17
1.4 Längenskalen der Biophysik	17
1.5 Zeitskalen der Biophysik	18
1.6 Energieskalen der Biophysik	20
1.7 Kräftebereiche bei Biopolymeren	22
1.8 Wunsch und Wirklichkeit bei der molekularen Biophysik	22
1.9 Komplementäre Methoden ergeben eine Gesamtsicht	24
1.10 Einzelne Moleküle oder Ensembles?	26
2 Bindungen, Wechselwirkungen und Kräfte bei Molekülen	27
2.1 Bildung von Molekülorbitalen	27
2.2 Elektronenaffinität und chemische Bindung	28
2.3 Bindungstypen	29
2.4 Kräfte und Wechselwirkungen	30
2.5 Typische Bindungsenergien und Bindungsabstände ...	32
2.6 Kräfte, Wechselwirkungen und Kraftfelder	35
3 Aufbau von Proteinen	38
3.1 Proteine als Alleskönner	38
3.2 Aminosäuren als Bausteine für Proteine	39
3.3 Stereoisomere von Aminosäuren	41
3.4 Aminosäuren verknüpfen durch Peptidbindungen ...	42
3.5 Struktur der Peptidbindung	43

3.6	Räumliche Anordnung von Peptidgruppen in einer Kette von Aminosäuren	44
3.7	Strukturbildung	46
3.8	Hierarchie der Wechselwirkungen in Proteinen	47
3.9	Bildung typischer Sekundärstrukturelemente	48
3.10	Häufigkeit von Sekundärstruktur-Merkmalen	51
3.11	Vorhersage von Sekundärstrukturen	51
3.12	Ionisationsgleichgewichte von Aminosäuren und Peptiden	52
3.13	Ladungen von Peptiden und Proteinen	54
4	Lipide als Bausteine biologischer Membranen	56
4.1	Phospholipide	57
4.2	Konformation von Lipiden und Phasenübergänge bei Lipidmembranen	59
4.3	Dynamik von Lipidmolekülen in der Membran	62
4.4	Lipidvesikel als Transportmittel für Medikamente	64
5	Strukturen und Eigenschaften biologischer Membranen	66
5.1	Membranproteine	67
5.2	Außenmembranen und Zelloberflächen	68
5.3	Charakterisierung von Lipideigenschaften	69
5.4	Künstliche Membransysteme für die Untersuchung von Membran- und Proteineigenschaften	71
5.5	„Black-Lipid-Filme“ zur Untersuchung von Permeabilität und Transport durch Membranen	73
6	Elektrische Eigenschaften von Lipidmembranen	75
6.1	Leitfähigkeit und Kapazität der Membran	75
6.2	Gesamtkapazität einer Zelle	78
6.3	Zellpotenziale erzeugen extreme elektrische Felder	80
6.4	Wechselspannungsverhalten der Lipidmembran	82
6.5	Manipulation von Zellen in elektrischen Feldern	83
7	Transport durch Membranen	85
7.1	Passiver und aktiver Transport	86
7.2	Strukturen und Moleküle beim Membrantransport	88
7.3	Membrantransport mittels Carriermolekülen	92
7.4	Protonencarrier in der Membran	95
8	Ionendiffusion, Diffusionspotenziale und Grenzflächen- potenziale an Membranen	98
8.1	Diffusionspotenzial	98
8.2	Potenzial- und Konzentrationsverlauf an einer Membran	103

9	Biologische Energieformen und Energietransformationen	107
9.1	Energieformen	107
9.2	Thermodynamische Größen zur Beschreibung von biologischen Energietransformationen	108
9.3	Kopplung von Transportprozessen an die chemischen Potenziale von Spaltungsreaktionen	110
9.4	Chemiosmotische Hypothese	113
9.5	Klassifizierung von ATPasen	114
9.6	Photosynthese	118
9.7	Strahlungsloser Energietransfer zwischen Pigmentensembles	122
9.8	Elektronentransfer in photosynthetischen Reaktionszentren	123
9.9	Oxygene Photosynthese bei Pflanzen und Blualgen (Cyanobakterien)	126
10	Chemische und biochemische Reaktionen	129
10.1	Grundlagen	129
10.2	Standardzustände	130
10.3	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	134
10.4	Enzymreaktionen und Enzymkinetik	140
11	Strukturanalyse I: Hochauflösende Strukturuntersuchungen	144
11.1	Grundlagen	144
11.2	Röntgenbeugung und Proteinkristallografie	145
11.3	Zweidimensionale NMR-Spektroskopie	150
11.4	Besetzungsgleichgewichte	152
11.5	Von der 1-D-NMR-Spektroskopie zur 2-D-NMR-Spektroskopie	153
11.6	Festkörper-NMR	154
11.7	„Magic-Angle-Spinning“-NMR-Spektroskopie	156
12	Strukturanalyse II: Mikroskopie, Elektronenmikroskopie, Elektronenbeugung und Neutronenbeugung	159
12.1	Grundlagen	159
12.2	Elektronenmikroskopie	162
12.3	Rasterelektronenmikroskopie	165
12.4	Elektronenmikroskopie zur hoch auflösenden Strukturbestimmung	166
12.5	Zusammenspiel von Auflösung, Kontrast und Strahlenschäden in der Elektronenmikroskopie	170
12.6	Neutronenbeugung	170

13	Optische spektroskopische Methoden I:	
	Absorptionsmethoden	173
13.1	Spektralbereiche elektromagnetischer Strahlung	173
13.2	Übersicht über die optischen spektroskopische Methoden	175
13.3	Beschreibung der elektromagnetischen Welle	177
13.4	Energieniveaus von Molekülen	180
13.5	Banden statt Linienspektren	187
14	Optische spektroskopische Methoden II:	
	Absorptionsmessungen	189
14.1	Quantitative Spektroskopie: Lambert-Beer-Gesetz . . .	189
14.2	Typische Fehler bei der Absorptionsspektroskopie . .	191
14.3	Spektrometer	193
14.4	UV-Absorption von Biopolymeren	199
14.5	Absorption von chromophoren Gruppen im sichtbaren Spektralbereich	202
15	Optische spektroskopische Methoden III:	
	Fluoreszenzspektroskopie	205
15.1	Grundlagen	205
15.2	Fluoreszenzspektrometer	207
15.3	Emissions- und Anregungsspektren	208
15.4	Fluoreszenzlöschung	209
15.5	Förster-Resonanz-Energietransfer (FRET)	210
15.6	Natürliche und künstliche Fluorophore und Fluoreszenzsonden	215
16	Optische spektroskopische Methoden IV:	
	Infrarotspektroskopie	218
16.1	Grundlagen	218
16.2	Techniken in der Infrarotspektroskopie	222
16.3	Probenherstellung	226
16.4	Infrarotspektroskopie mit evaneszenten Wellen: ATR-Spektroskopie	228
16.5	Zuordnung von Schwingungsspektren	229
16.6	Absorption der Peptidbindung	232
16.7	Absorption von Aminosäureseitenketten	236
16.8	Differenzspektren: Die Detektion einzelner Bindungen	237
16.9	Infrarotspektroskopie mit multivariaten und chemometrischen Methoden	240
17	Optische Spektroskopie V:	
	Spezielle Techniken	243
17.1	Lichtstremethoden	243
17.2	Näherungsmethoden für Lichtstremessungen	244

17.3	Photoakustische Spektroskopie	249
17.4	Lochbrennspektroskopie.	252
17.5	Spektroskopie mit linear polarisiertem Licht.	253
17.6	Spektroskopie mit zirkular polarisiertem Licht	255
18	Rastersondentechniken	257
18.1	Grundlagen	257
18.2	Rastertechniken	258
18.3	Messung magnetischer und elektrischer Kräfte mit dem Rastersondenmikroskop.	266
18.4	Das Rastersondenmikroskop als Nano-Manipulator . .	267
18.5	Rastersondentechniken für optische Messungen im Nahfeld	267
19	Sedimentations- und Zentrifugationstechniken	269
19.1	Grundlagen	269
19.2	Zentrifugation.	271
19.3	Analytische Ultrazentrifugation zur Größenanalyse bei Biopolymeren und Nanopartikeln	274
20	Strahlen- und Umweltbiophysik	278
20.1	Dosisbegriffe	281
20.2	Grenzwerte für den Strahlenschutz	284
20.3	Dosisdefinition bei nichtionisierender Strahlung	284
20.4	Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie	285
20.5	Radioaktive Strahlung und radioaktive Präparate . . .	291
20.6	Dosimetrie.	294
20.7	Abschirm- und Schutzmaßnahmen für Röntgen-, Gamma- und Teilchenstrahlung.	297
20.8	Strahlenbelastung der Bevölkerung in Deutschland . .	299
20.9	Physikalische, chemische und biologische Strahlenwirkung.	302
20.10	Nichtionisierende Strahlung und EMF-Belastung	304
	Literaturverzeichnis	309
	Register	312