

Werner Mäntele

Biophysik

169 Abbildungen

14 Tabellen

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 Blaualgen (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
	Grundlagen.	159
	Elektronenmikroskopie.	162
	Rasterelektronenmikroskopie.	165
	Elektronenmikroskopie zur hoch auflösenden Strukturbestimmung.	166
	Zusammenspiel von Auflösung, Kontrast und Strahlenschäden in der Elektronenmikroskopie.	170
	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	Energie niveaus von Molekülen	180
13.5	Banden statt Linienpektren.	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	Lichtstreuungsmethoden.	243
17.2	Näherungsmethoden für Lichtstreuungsmessungen.	244

17.3	Photoakustische Spektroskopie	249
17.4	Lochbrennspektroskopie	252
17.5	Spektroskopie mit linear polarisiertem Licht	253
17.6	Spektroskopie mit zirkulär 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