

# Inhalt

<b>Einleitung</b> .....	1
Grenzen und Möglichkeiten der physikalisch-chemischen Analyse biologischer Erscheinungen.....	1
<b>1. Teilchen und Kräfte in molekularen Dimensionen und ihre Bedeutung für die Struktur biologisch wichtiger Moleküle</b> .....	5
1.1 Atome – Moleküle – Kristalle.....	5
1.1.1 Das korpuskulare Bild vom Aufbau der Materie.....	5
1.1.2 Atomkerne, Elektronen und Photonen.....	8
1.1.3 Die biochemische Bedeutung des Periodensystems der Elemente.....	11
1.1.4 Bindungstypen und Bindungsmodelle.....	19
1.1.5 Schwache Wechselwirkungen und ihr Einfluß auf die strukturelle Stabilität molekularer Systeme .....	29
1.1.6 Charge-Transfer-Prozesse in Biomolekülen .....	36
1.2 Flüssigkeiten und Elektrolytlösungen .....	38
1.2.1 Biologische Funktionen flüssiger Systeme .....	38
1.2.2 Zur Problematik des Strukturbegriffs bei der Beschreibung fluider Systeme .....	39
1.2.3 Wasser .....	41
1.2.4 Struktur und Wasserlöslichkeit von Biomolekülen.....	46
1.2.5 Einige Grundgesetze der physikalischen Chemie wäßriger Elektrolytlösungen .....	48
1.2.6 Der osmotische Druck .....	90
<b>2. Transporterscheinungen, Ausgleichsvorgänge und Verteilungsgleichgewichte</b> .....	100
2.1 Allgemeine Grundlagen zur formalen Behandlung der Transporterscheinungen.....	100
2.1.1 Stationäre und instationäre Zustände .....	100
2.1.2 Wärmetransport, Impulstransport, Stofftransport .....	101
2.1.3 Wärmetransport und Thermoregulation .....	102
2.1.4 Physiologisch wichtige Gesetzmäßigkeiten der Strömungslehre .....	108
2.2 Stofftransport und Diffusion .....	114
2.2.1 Das Zusammenwirken von Strömung, Diffusion und Permeation in biologischen Prozessen.....	114
2.2.2 Einige Grundgesetze der Diffusion .....	124
2.2.3 Die Permeabilität von Membranen .....	131
2.2.4 Passiver und aktiver Transport .....	133
2.3 Stoffaustausch und Gleichgewichte an Grenzflächen.....	133
2.3.1 Verteilungsgleichgewichte und Austauschkinetik .....	133
2.3.2 Die Bedeutung der Gaslöslichkeit für den Gastransport .....	136

2.3.3 Donnan-Gleichgewichte . . . . .	139
2.3.4 Ionenaustausch-Gleichgewichte . . . . .	141
2.3.5 Grenzflächenkräfte und Adsorption . . . . .	143
2.3.6 Biologisch wichtige Grenzflächenreaktionen; Modellversuche . . . . .	148
<b>3. Die Selbstorganisation molekularer Aggregate . . . . .</b>	<b>150</b>
3.1 Spreitung und Filmbildung . . . . .	150
3.1.1 Molekulare Struktur und Eigenschaften amphiphiler Substanzen . . . . .	150
3.1.2 Platzbedarf und Zustand der Moleküle im Film . . . . .	154
3.1.3 Modellversuche mit molekularen Schichtsystemen . . . . .	157
3.2 Mizellen, Doppelschichten und Vesikel . . . . .	160
3.2.1 Charakteristika der Aggregationsgleichgewichte amphiphiler Moleküle . . . . .	160
3.2.2 Ursachen der bevorzugten Bildung eines bestimmten Aggregattyps . . . . .	161
3.2.3 Physikalisch-chemische Eigenschaften von Lipid-Doppelschichten . . . . .	165
3.3 Einige Bemerkungen über strukturelle und dynamische Eigenschaften von biologischen Membranen . . . . .	168
3.3.1 Die chemischen Bausteine von Biomembranen . . . . .	168
3.3.2 Anisotropie der Molekülbeweglichkeit, Ordnungsgrad und Lipid-Phasen-Umwandlung . . . . .	171
3.3.3 Ausscheidungsphänomene, transversale und laterale Phasentrennung in Membranen . . . . .	175
3.3.4 Geometrische Dimensionen und Membranfluidität . . . . .	178
3.3.5 Elektrische Eigenschaften von Membranen . . . . .	180
3.3.6 Membranmodelle . . . . .	184
<b>4. Biopolymere . . . . .</b>	<b>195</b>
4.1 Der chemische Aufbau der wichtigsten makromolekularen Strukturbildner . . . . .	195
4.1.1 Polysaccharide . . . . .	195
4.1.2 Proteine . . . . .	202
4.1.3 Nucleinsäuren . . . . .	208
4.2 Wichtige Grundbegriffe zur physikalisch-chemischen Charakterisierung von Biopolymeren . . . . .	212
4.2.1 Molekulargewichte . . . . .	212
4.2.2 Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur und Quartärstruktur . . . . .	215
4.2.3 Rheologische Eigenschaften von Biopolymeren . . . . .	246
4.2.4 Denaturierung, Konformationsumwandlung und Kooperativität . . . . .	249
4.2.5 Biopolymere als Polyelektrolyte . . . . .	261
4.2.6 Die Bindung kleiner Moleküle an Biopolymere . . . . .	269
<b>5. Biochemische Energetik . . . . .</b>	<b>289</b>
5.1 Der Energiefluß in der Welt der Lebewesen . . . . .	289
5.1.1 Elementare energetische Voraussetzungen für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge . . . . .	289
5.1.2 Fundamentalkomponenten der Lebensvorgänge, Grundumsatz und Leistungszuwachs, Ordnung und Informationsgehalt der Strukturen . . . . .	292
5.1.3 Sonnenlicht als Quelle der biologischen Energie . . . . .	293
5.1.4 Die Kopplung von Photosynthese und Atmung im Kreislauf der Materie zwischen Pflanzenwelt und Tierwelt . . . . .	294

5.1.5 Chemische Energie und biologische Arbeit . . . . .	295
5.1.6 Energiereiche Verbindungen als Speicher und Überträger von Energie . . . . .	296
5.1.7 Arbeitsteilung und Kompartimentierung . . . . .	299
5.2 Grundbegriffe der Thermodynamik. . . . .	309
5.2.1 Haupsätze, Zustandsgrößen, Gleichgewichtsbedingungen und Standardzustände . . . . .	309
5.2.2 Freie Enthalpie, maximale Nutzarbeit und chemisches Potential. . . . .	332
5.2.3 Der Zusammenhang zwischen der freien Reaktionsenthalpie und der elektromotorischen Kraft einer galvanischen Kette . . . . .	357
5.2.4 Das elektrochemische Potential . . . . .	359
5.2.5 Der Gradient des elektrochemischen Potentials als schnell verfügbare Energiequelle für biochemische Synthesen und aktiven Transport . . . . .	360
5.2.6 Molekularstatistik und freie Energie, Zustandssummen . . . . .	361
5.2.7 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik und Fließgleichgewichte als energetische Prinzipien aller biologischen Prozesse . . . . .	369
5.3 Energetische Aspekte und Gesetzmäßigkeiten der Reaktionskinetik . . . . .	385
5.3.1 Grundbegriffe der Formalkinetik . . . . .	385
5.3.2 Die Kinetik enzymatisch katalysierter Reaktionen . . . . .	418
5.3.3 Oszillatorische Phänomene und dissipative Strukturen . . . . .	454
5.4 Photosynthese . . . . .	465
5.4.1 Das grundlegende Konzept der Primär- und Sekundärprozesse und die Hintereinanderschaltung von Lichtreaktion und Dunkelreaktion . . . . .	465
5.4.2 Energiewanderung in den Antennenpigmentsystemen . . . . .	472
5.4.3 Photoreaktionen der Chlorophylle . . . . .	476
5.4.4 Elektronentransfer und Aufbau eines elektrischen Feldes . . . . .	491
5.4.5 Molekulare Organisation der funktionellen Strukturbestandteile in der Thylakoidmembran und in den angrenzenden Bereichen . . . . .	494
5.4.6 Protonentranslokation, Protonenverschiebungswege und Phosphorylierung . . . . .	496
5.4.7 Kriterien für die Unterscheidung zwischen den verschiedenen Hypothesen für die Deutung der photosynthetischen Phosphorylierungsmechanismen . . . . .	501
5.4.8 Dunkelreaktion und Calvin-Zyklus . . . . .	503
5.4.9 Einige ergänzende Bemerkungen über Stickstoff-Fixierung, bakterielle Photosyn- these, Leistungs- und Regulationsfragen und über pflanzliche Biosynthesen . . . . .	509

## Anhang

1. Einheiten und Umrechnungsfaktoren . . . . .	516
2. Tabellen . . . . .	518

## Literaturverzeichnis . . . . .

## Sachverzeichnis . . . . .