

2.3.	Wasser .....	64
2.3.1.	Physikalisch-chemische Besonderheiten des Wassers.....	64
2.3.2.	Aufbau des Wassermoleküls.....	66
2.3.3.	Wasser als Lösungsmittel .....	66
2.3.4.	Elektrolytische Dissoziation.....	67
2.3.5.	Zustandsdiagramm wäßriger Lösungen .....	69
2.3.6.	Diffusion.....	70
2.3.7.	Osmose .....	70
2.3.8.	Grundlagen der Kolloidchemie.....	72
2.3.9.	Wasserstoff und Proton.....	74
2.3.9.1.	Säure-Base-Theorien .....	75
2.3.9.2.	Säure-Base-Begriff nach Brønsted .....	76
2.3.9.3.	Säure-Base-Begriff nach Lewis.....	77
2.3.9.4.	Beziehungen zwischen Struktur und Säure- bzw. Basenstärke .....	78
2.4.	Chemische Gleichgewichte und Massenwirkungsgesetz .....	80
2.4.1.	Das Massenwirkungsgesetz .....	81
2.4.1.1.	Möglichkeiten zur Beeinflussung von Gleichgewichtseinstellungen.....	83
2.4.1.2.	Anwendung des MWG auf die Dissoziation von Wasser.....	84
2.4.1.2.1.	Möglichkeiten zur Bestimmung von pH-Werten.....	87
2.4.1.3.	Anwendung des MWG auf wäßrige Elektrolytlösungen.....	88
2.4.1.3.1.	Neutralisation und Hydrolyse (Protolyse).....	88
2.4.1.3.2.	Pufferung .....	93
2.4.1.3.3.	Löslichkeitsprodukt.....	94
2.4.1.3.4.	Nernstscher Verteilungssatz .....	95
2.4.1.3.5.	Ostwaldsches Verdünnungsgesetz.....	96
2.4.1.3.6.	Adsorption .....	97
2.5.	Oxidation und Reduktion .....	99
2.5.1.	Quantitative Erfassung von Redox-Vorgängen.....	102
2.5.1.1.	Nernstsche Gleichung.....	106
<b>3.</b>	<b>Eigenschaften und Reaktivität ausgewählter Elemente des Periodensystems</b> .....	<b>109</b>
3.1.	Halogene .....	109
3.1.1.	Eigenschaften der Halogene.....	109
3.1.1.1.	Fluor.....	109
3.1.1.2.	Chlor.....	110
3.1.1.3.	Brom.....	110
3.1.1.4.	Iod.....	111
3.1.2.	Halogenwasserstoffe und Halogenide .....	111
3.1.3.	Halogen-Sauerstoff-Verbindungen .....	113
3.1.4.	Pseudohalogene .....	114
3.1.5.	Besonderheiten der HCl-Bildung – photochemische Reaktionen .....	115
3.2.	Chalkogene .....	116
3.2.1.	Sauerstoffmodifikationen und -verbindungen .....	116
3.2.1.1.	Ozon.....	116
3.2.1.2.	Wasserstoffperoxid.....	117
3.2.2.	Schwefel und seine Verbindungen .....	118
3.2.2.1.	Verbindungen des Schwefels.....	118
3.2.2.1.1.	Schwefelwasserstoff.....	118
3.2.2.1.2.	Schwefel-Sauerstoff-Verbindungen .....	119
3.3.	Elemente der fünften Hauptgruppe .....	120
3.3.1.	Verbindungen des Stickstoffs.....	121
3.3.1.1.	Stickstoff-Wasserstoff-Verbindungen.....	121

3.3.1.2.	Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen .....	122
3.3.2.	Phosphor und seine Verbindungen.....	124
3.3.2.1.	Phosphorverbindungen .....	125
3.3.2.1.1.	Phosphor-Wasserstoff-Verbindungen.....	125
3.3.2.1.2.	Phosphor-Sauerstoff-Verbindungen .....	125
3.3.3.	Arsen, Antimon und Bismut.....	126
3.4.	Elemente der vierten Hauptgruppe.....	128
3.4.1.	Kohlenstoff und seine Verbindungen .....	128
3.4.2.	Silicium .....	131
3.4.3.	Germanium, Zinn und Blei .....	132
3.5.	Elemente der dritten, zweiten und ersten Hauptgruppe.....	132
3.5.1.	Elemente der dritten Hauptgruppe.....	133
3.5.2.	Elemente der zweiten Hauptgruppe.....	134
3.5.3.	Elemente der ersten Hauptgruppe.....	135
3.6.	Übergangselemente (d-Elemente) .....	136
3.6.1.	Chemisches und physikalisches Verhalten der d-Elemente aufgrund ihrer Stellung im PSE .....	137
3.6.2.	Biologische interessante Übergangsmetalle und ihre Eigenschaften .....	137
3.6.3.	Beispiele biologisch wirksamer Komplexverbindungen .....	145
3.6.3.1.	Porphyrin-Metallchelate.....	145
3.6.3.2.	Beispiele für die medizinische Anwendung von Chelatbildnern .....	148
<b>4.</b>	<b>Grundlagen der Organischen Chemie</b> .....	<b>152</b>
4.1.	Zur Struktur organischer Verbindungen.....	153
4.2.	Bindungsverhältnisse am C-Atom .....	154
4.2.1.	Das C-Atom im Grundzustand und im angeregten Zustand.....	154
4.2.2.	Hybridisierung der Atomorbitale des C-Atoms.....	155
4.2.2.1.	sp <sup>3</sup> -Hybridisierung .....	155
4.2.2.2.	sp <sup>2</sup> -Hybridisierung .....	155
4.2.2.3.	sp-Hybridisierung .....	156
4.2.3.	Modelle für Bindungen des C-Atoms .....	156
4.2.3.1.	C-C- und C-H-Bindungen als unpolare Atombindungen .....	157
4.2.3.1.1.	σ-Bindung und einfache σ-Bindungssysteme.....	157
4.2.3.1.2.	π-Bindung und Mehrfachbindungen.....	158
4.2.3.1.3.	Bindungssysteme mit mehreren π-Bindungen.....	160
4.2.3.2.	Polare Atombindungen.....	163
4.2.3.3.	Substituenteneffekte.....	164
4.2.3.3.1.	Induktiver Effekt.....	164
4.2.3.3.2.	Mesomerer Effekt.....	165
4.3.	Isomerie organischer Verbindungen.....	167
4.3.1.	Konstitutionsisomerie .....	168
4.3.2.	Stereoisomerie .....	169
4.3.2.1.	Enantiomerie (Spiegelbildisomerie, optische Isomerie) und Chiralität .....	170
4.3.2.2.	Diastereomerie .....	181
4.3.2.2.1.	σ-Diastereomerie bei aliphatischen Molekülen mit mehreren Chiralitätszentren .....	182
4.3.2.2.2.	σ-Diastereomerie bei Cyclohexan-Derivaten .....	185
4.3.2.2.3.	π-Diastereomerie .....	192
4.4.	Wichtige Reaktionsarten organischer Verbindungen.....	195
4.4.1.	Einteilung nach der Bindungsgruppierung.....	196
4.4.1.1.	Homolyse und Heterolyse .....	196
4.4.1.2.	Reaktive Teilchen: Nucleophile und Elektrophile.....	197

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Grundbegriffe der Allgemeinen Chemie</b>	<b>1</b>
1.1.	Aufbau der Atome und Periodensystem der Elemente	1
1.1.1.	Massen von Atomen und Molekülen	1
1.1.2.	Massenverhältnisse bei chemischen Reaktionen	3
1.1.3.	Energieverhältnisse bei chemischen Reaktionen	5
1.1.4.	Volumenverhältnisse bei chemischen Reaktionen	6
1.1.4.1.	Allgemeine Zustandsgleichung idealer Gase	6
1.1.5.	Grundlagen der modernen Atomtheorie – Bausteine des Atoms	10
1.1.5.1.	Bohrsches Atommodell	13
1.1.5.2.	Anwendung des Bohrschen Atommodells auf Atomspektren	15
1.1.5.2.1.	Außere Spektren (Atomspektren)	15
1.1.5.2.2.	Innere Spektren (Röntgenspektren)	16
1.1.5.2.3.	Grundlagen der Atomspektroskopie als analytische Nachweis- und Bestimmungsmethode	17
1.1.5.3.	Wellenmechanisches Atommodell	18
1.1.5.4.	Bedeutung und Anwendung weiterer Quantenzahlen – Pauli-Verbot – Aufbauprinzip	20
1.1.5.5.	Die Anordnung der Elemente im Periodensystem	23
1.1.5.6.	Gesetzmäßigkeiten der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Elemente aufgrund ihrer Stellung im Periodensystem	26
1.2.	Die chemische Bindung	26
1.2.1.	Ionenbindung	26
1.2.2.	Atombindung (Kovalenz)	31
1.2.3.	Koordinative Bindung	35
1.2.4.	Wasserstoffbrückenbindung	37
1.2.5.	Van-der-Waalssche Wechselwirkungen	38
1.2.6.	Hydrophobe Wechselwirkungen	38
1.3.	Energetik chemischer Reaktionen – chemische Thermodynamik	39
1.3.1.	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	40
1.3.1.1.	Thermochemie	41
1.3.2.	Anwendung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik auf chemische Reaktionen	42
1.3.2.1.	Freie Enthalpie	45
1.4.	Kinetik chemischer Reaktionen	46
1.4.1.	Katalyse	48
1.4.2.	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	50
1.4.2.1.	Reaktionen erster Ordnung	51
1.4.2.2.	Reaktionen zweiter Ordnung	52
<b>2.</b>	<b>Wasser und Luft in ihrer funktionellen chemischen Bedeutung für das Leben</b>	<b>60</b>
2.1.	Bedeutung der Reinhaltung von Luft und Wasser	60
2.2.	Luft	61
2.2.1.	Chemische Zusammensetzung der Luft	61
2.2.2.	Abhängigkeit des Zustandes der Luft von Druck und Temperatur	61
2.2.3.	Sauerstoff	62
2.2.4.	Stickstoff	63
2.2.5.	Edelgase	64

4.4.2.	Einteilung nach dem Bruttoumsatz .....	198
4.4.2.1.	Addition.....	199
4.4.2.1.1.	Elektrophile Addition .....	199
4.4.2.1.2.	Nucleophile Addition .....	200
4.4.2.1.3.	Cycloaddition.....	201
4.4.2.2.	Eliminierung.....	202
4.4.2.2.1.	$\beta$ -Eliminierung nach E1-Mechanismus .....	203
4.4.2.2.2.	$\beta$ -Eliminierung nach E2-Mechanismus .....	203
4.4.2.3.	Substitution.....	204
4.4.2.3.1.	Radikalische Substitution .....	204
4.4.2.3.2.	Elektrophile aromatische Substitution.....	205
4.4.2.3.3.	Nucleophile Substitution nach $S_N1$ - und $S_N2$ -Mechanismus .....	207
4.4.2.4.	Isomerisierungen (Umlagerungen) .....	209
4.4.2.4.1.	Tautomerie .....	210
4.4.3.	Selektivitätsformen bei Parallelreaktionen .....	211
4.4.3.1.	Chemoselektivität .....	212
4.4.3.2.	Regioselektivität .....	212
4.4.3.3.	Stereoselektivität .....	213
4.4.3.3.1.	Diastereoselektivität .....	213
4.4.3.3.2.	Enantioselektivität .....	213
4.5.	Trennung, Reinigung und Charakterisierung organischer Verbindungen .....	215
4.5.1.	Verfahren zur Trennung und Reinigung.....	215
4.5.2.	Physikalische Charakterisierung organischer Verbindungen .....	217
<b>5.</b>	<b>Funktionelle Stoffklassen organischer Verbindungen</b> .....	<b>219</b>
5.1.	Kohlenwasserstoffe .....	220
5.1.1.	Gesättigte Kohlenwasserstoffe .....	220
5.1.1.1.	Alkane.....	220
5.1.1.2.	Cycloalkane.....	223
5.1.2.	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe.....	225
5.1.2.1.	Alkene.....	225
5.1.2.2.	Diene und Polyene .....	228
5.1.2.3.	Alkine.....	232
5.1.3.	Aromatische Kohlenwasserstoffe (Arene).....	233
5.1.3.1.	Benzol und Alkylbenzole .....	234
5.1.3.2.	Kondensierte aromatische Kohlenwasserstoffe.....	236
5.2.	Heterocyclen .....	237
5.2.1.	Fünfgliedrige Heterocyclen .....	237
5.2.2.	Sechsgliedrige Heterocyclen.....	240
5.2.3.	Mehrkernige Heterocyclen .....	243
5.2.4.	Heterocyclen als Bestandteile niedermolekularer bioaktiver Naturstoffe .....	244
5.2.4.1.	Vitamine.....	244
5.2.4.2.	Alkaloide.....	246
5.2.4.3.	Antibiotika.....	249
5.2.4.4.	Mykotoxine .....	250
5.3.	Stoffklassen mit Heteroatomen in funktionellen Gruppen.....	251
5.3.1.	Alkohole.....	252
5.3.2.	Phenole .....	256
5.3.3.	Ether .....	258
5.3.4.	Thiole (Mercaptane).....	259
5.3.5.	Thioether .....	260
5.3.6.	Amine .....	261
5.3.7.	Carbonylverbindungen .....	266
5.3.7.1.	Die Carbonylgruppe: Struktur und Reaktionsverhalten .....	266

5.3.7.2.	Aldehyde und Ketone .....	267
5.3.7.3.	Chinone .....	271
5.3.7.4.	$\alpha$ -Hydroxyaldehyde, $\alpha$ -Hydroxyketone und Diketone .....	273
5.3.8.	Carbonsäuren .....	274
5.3.8.1.	Monocarbonsäuren .....	274
5.3.8.2.	Dicarbonsäuren .....	277
5.3.9.	Carbonsäurederivate .....	279
5.3.9.1.	Carbonsäurechloride .....	279
5.3.9.2.	Carbonsäureanhydride .....	281
5.3.9.3.	Carbonsäureester .....	281
5.3.9.4.	Carbonsäurethioester .....	284
5.3.9.5.	Carbonsäureamide .....	284
5.3.10.	Substituierte Carbonsäuren .....	286
5.3.10.1.	Halogencarbonsäuren .....	286
5.3.10.2.	Hydroxycarbonsäuren .....	287
5.3.10.3.	Ketocarbonsäuren .....	288
5.3.11.	Sulfonsäuren und Sulfonsäurederivate .....	289
5.3.12.	Organische Derivate anorganischer Säuren .....	291
5.3.12.1.	Kohlensäurederivate .....	291
5.3.12.2.	Salpetersäurederivate .....	291
5.3.12.3.	Phosphorsäurederivate .....	292
<b>6.</b>	<b>Ausgewählte Naturstoffe</b> .....	<b>294</b>
6.1.	Kohlenhydrate .....	294
6.1.1.	Monosaccharide .....	294
6.1.1.1.	Klassifizierung: Triosen, Tetrosen, Pentosen, Hexosen .....	294
6.1.1.2.	Oxo-Cyclo-Tautomerie und Cyclohalbacetal-Strukturelement .....	297
6.1.1.3.	Varianten der Formeldarstellung für Pentosen und Hexosen .....	299
6.1.1.4.	Eigenschaften und Reaktionen von Monosacchariden .....	302
6.1.1.5.	Glykoside und andere natürliche Monosaccharid-Derivate .....	303
6.1.2.	Disaccharide .....	306
6.1.2.1.	Reduzierende Disaccharide: Maltose, Cellobiose, Lactose .....	306
6.1.2.2.	Nichtreduzierende Disaccharide: Saccharose, Trehalose .....	308
6.1.3.	Oligosaccharide .....	310
6.1.3.1.	Prinzipien der Verknüpfung von mehr als zwei Monosacchariden .....	310
6.1.3.2.	Raffinose – ein Trisaccharid .....	310
6.1.4.	Polysaccharide .....	311
6.1.4.1.	Stärke, Glykogen, Cellulose: Struktur und Eigenschaften .....	311
6.1.4.2.	Weitere natürliche Polysaccharide .....	312
6.2.	Lipide .....	313
6.2.1.	Fette und Öle .....	313
6.2.2.	Wachse .....	315
6.2.3.	Komplexe Lipide .....	315
6.2.3.1.	Phospholipide .....	315
6.2.3.2.	Glykolipide .....	316
6.2.3.3.	Biologische Membranen .....	317
6.2.4.	Carotinoide .....	318
6.2.5.	Steroide .....	319
6.2.5.1.	Cholesterin und Gallensäuren .....	320
6.2.5.2.	Steroidhormone .....	321
6.2.5.3.	Digitalisglykoside .....	322
6.2.5.4.	Eicosanoide: Prostaglandine, Thromboxane, Prostacycline, Leukotriene .....	323
6.3.	Aminosäuren, Peptide und Proteine .....	325
6.3.1.	Aminosäuren .....	325
6.3.1.1.	Struktur natürlicher Aminosäuren .....	325

6.3.1.2.	Eigenschaften von Aminosäuren .....	326
6.3.1.3.	Reaktionen von Aminosäuren .....	327
6.3.2.	Peptide .....	330
6.3.2.1.	Peptidbindung und Dipeptid .....	330
6.3.2.2.	Oligo- und Polypeptide .....	333
6.3.2.3.	Primärstruktur von Peptidketten: Isomerie, Entstehung, Spaltung .....	333
6.3.3.	Proteine .....	335
6.3.3.1.	Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Polypeptiden und Proteinen als Ergebnis strukturstabilisierender Effekte auf die Peptidkette .....	335
6.3.3.2.	Klassifizierung von Proteinen .....	336
6.3.3.3.	Chemische Eigenschaften von Proteinen .....	337
6.3.3.4.	Auftrennung und qualitative Analyse von Proteinen .....	338
6.3.3.5.	Serumproteine .....	338
6.3.3.6.	Bedeutung von Glykoproteinen für immunologische Vorgänge .....	338
6.4.	Nucleinsäuren .....	339
6.4.1.	Nucleobasen .....	340
6.4.2.	Nucleoside .....	340
6.4.3.	Nucleotide .....	341
6.4.4.	Nucleinsäuren als Polynucleotide: Basis des genetischen Codes .....	341

**Stichwortverzeichnis****344**