

Vorwort	V
Hinweise für die Benutzung dieses Buches	VI

1	Atombau (Atommodelle) – Periodensystem	1
----------	---	----------

1.1	Der Modellcharakter der Vorstellungen vom Atom	1
1.2	Von der Atomhypothese zum differenzierten Atommodell	2
1.2.1	Das Daltonsche Atommodell	2
1.2.2	Die Bausteine des Atoms	3
1.2.3	Das Planetenmodell von Rutherford	3
1.2.4	Der Atomkern	4
1.2.5	Die Elektronenspektren der Elemente	5
1.2.6	Das Bohrsche Atommodell	6
1.2.7	Die Heisenbergsche Unschärferelation	7
1.2.8	Das Schalenmodell	7
1.3	Die Elektronenkonfiguration der Elemente	8
1.3.1	Das Prinzip der niedrigsten Energie	8
1.3.2	Unterschalen	9
1.3.3	Die Quantenzahlen	10
1.3.4	Hundsche Regel und Pauli-Prinzip	11
1.3.5	Stabilitätsregeln	11
1.3.6	Die energetische Lage der Orbitale	12
1.3.7	Anwendung der Besetzungsregeln	12
1.4	Die periodischen Eigenschaften der Elemente	13
1.4.1	Das Periodensystem	13
1.4.2	Ionisierungsenergien	14
1.4.3	Elektronegativität	15
1.4.4	Weitere periodische Eigenschaften	15
1.5	Das wellenmechanische Atommodell	17

2	Chemische Bindungen	21
2.1	Einführung	21
2.2	Die kovalente Bindung	22
2.2.1	Das Wasserstoffmolekül	22
2.2.2	Die gerichtete kovalente Bindung	23
2.2.3	Mehrfachbindungen	27
2.2.4	Mesomerie	28
2.2.5	Eigenschaften von Molekülverbindungen	28
2.3	Die polare Atombindung	29
2.4	Die Ionenbindung	30
2.4.1	Ionenbildung	30
2.4.2	Ionengitter	31
2.4.3	Born-Haber-Kreisprozeß	33
2.4.4	Eigenschaften von Stoffen mit Ionenbindung	34
2.5	Die koordinative Bindung und Komplexe	35
2.5.1	Entstehung koordinativer Verbindungen	35
2.5.2	Erkennungszeichen von Komplexreaktionen	35
2.5.3	Aufbau von Komplexen	37
2.5.4	Bildung und Stabilität von Komplexen	39
2.5.5	Nomenklatur	40
2.6	Die Metallbindung	41
2.6.1	Bindungsart	41
2.6.2	Metallgitter	41
2.6.3	Legierungen	42
2.6.4	Eigenschaften von Metallen	42
2.7	Die zwischenmolekularen Bindungen	43
2.7.1	Van-der-Waals-Kräfte	43
2.7.2	Die Wasserstoffbrückenbindung	43

3	Der zeitliche Verlauf chemischer Reaktionen	45	5.3	Die Triebkraft chemischer Reaktionen	75
3.1	Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	45	5.3.1	Der zweite Hauptsatz	75
3.1.1	Allgemeine Einflüsse	45	5.3.2	Die Entropie	76
3.1.2	Definition der Reaktionsgeschwindigkeit	45	5.3.3	Die Gibbs'sche Energie	77
3.2	Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration	46	5.3.4	Die Gibbs-Helmholtz'sche Gleichung	77
3.3	Zeit-Umsatz-Kurven	48			
3.3.1	Reaktionen 1. Ordnung	48	6	Ionengleichgewichte	79
3.3.2	Reaktionen 2. Ordnung	50	6.1	Säuren und Basen	79
3.4	Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur	51	6.1.1	Ältere Definitionen und Theorien	79
3.4.1	RGT-Regel und Arrheniusgleichung	51	6.1.2	Die Theorie von Brønsted	80
3.4.2	Die Deutung der Aktivierungsenergie	53	6.2	Protolysegleichgewichte	81
3.5	Katalyse und Katalysatoren	55	6.2.1	Das Ionenprodukt des Wassers. Der pH-Wert	81
3.5.1	Allgemeine Definitionen	55	6.2.2	Säure- und Basekonstanten	82
3.5.2	Homogene Katalyse	56	6.2.3	Starke und schwache Säuren und Basen	84
3.5.3	Heterogene Katalyse	58	6.2.4	Die Berechnung von pH-Werten	85
			6.3	Besondere Elektrolytgleichgewichte	86
4	Das chemische Gleichgewicht	59	6.3.1	Protolyse von Salzen, Hydrolyse	86
4.1	Umkehrbare Reaktionen	59	6.3.2	Pufferlösungen	87
4.2	Das Massenwirkungsgesetz	59	6.3.3	Löslichkeitsprodukt	88
4.3	Die Beeinflussung der Gleichgewichtslage	61	6.4	Titrationen	90
4.3.1	Das Prinzip des kleinsten Zwanges	61	6.4.1	Säure-Base-Titrationen	90
4.3.2	Der Einfluß der Konzentration	62	6.4.2	Indikatoren	92
4.3.3	Der Einfluß des Druckes	63	6.4.3	Fällungstitrationen	93
4.3.4	Der Einfluß der Temperatur	64			
4.4	Chemisches Gleichgewicht und Katalyse	66	7	Elektrochemie	95
			7.1	Redoxreaktionen in allgemeiner Sicht	95
5	Energieumsatz bei chemischen Reaktionen	67	7.1.1	Oxidationszahlen, Redoxgleichungen	96
5.1	Einleitung	67	7.1.2	Edle und unedle Metalle	97
5.2	Der Energieerhaltungssatz oder der erste Hauptsatz	67	7.2	Redoxvorgänge an Elektroden	98
5.2.1	System, Zustand, Zustandsgrößen	67	7.2.1	Galvanische Elemente	98
5.2.2	Energie, Arbeit, Wärme	68	7.2.2	Spannungsreihe der Metalle, Standard- potentiale	98
5.2.3	Innere Energie und Enthalpie	69	7.2.3	Konzentrationsketten, Nernst'sche Gleichung	99
5.2.4	Einige wichtige Reaktionsenthalpien und ihre Bestimmung	71	7.2.4	Konzentrationsbestimmungen durch Potentialmessungen; übliche Elektroden	101
5.2.5	Der Satz von Heß	73	7.2.5	Erweiterung der Spannungsreihe	102
5.2.6	Standardbildungsenthalpien, Bindungsenergien	74	7.3	Praktische Bedeutung und Anwendungen	104
			7.3.1	Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen	104
			7.3.2	Korrosion, Korrosionsschutz	106

7.4	Erzwungene Reaktionen an Elektroden	108	8.4.2	Halogenierung des Benzols	137
7.4.1	Elektrolysen	108	8.4.3	Zur geschichtlichen Entwicklung der Strukturformel für das Benzolmolekül	137
7.4.2	Faradaysche Gesetze	110	8.4.4	Hydrierungsenergie und Geometrie des Benzolmoleküls	138
7.5	Stromleitung in Elektrolyten	111	8.4.5	Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül; Mesomerie und aromatischer Zustand	139
7.5.1	Grundlagen der Leitfähigkeit	111	8.4.6	Elektrophile Substitution und radikalische Addition am Benzolmolekül	141
7.5.2	Leitfähigkeitstitrationen	113			
8	Kohlenwasserstoffe und Halogenderivate	115	8.5	Kohlen, Erdöl und Erdgas als Energieträger und Rohstoffquellen	143
8.1	Einleitung	115	8.5.1	Fossile Brennstoffe und ihre Veredelung	143
8.1.1	Zur geschichtlichen Entwicklung der Organischen Chemie	115	8.5.2	Die Entstehung der Kohlen	143
8.1.2	Qualitativer Nachweis der Elemente in organischen Verbindungen	116	8.5.3	Die Kohleveredelung	144
8.2	Gesättigte Kohlenwasserstoffe; Halogenderivate	117	8.5.4	Entstehung, Vorkommen und Gewinnung von Erdöl und Erdgas	145
8.2.1	Das Methan; Zusammensetzung und Vorkommen	117	8.5.5	Verarbeitung des Erdöls durch fraktionierte Destillation	146
8.2.2	Halogenierung des Methans; die Substitutionsreaktion	119	8.5.6	Benzinveredelung durch katalytisches Reformieren	148
8.2.3	Reaktionsmechanismus der Chlorierung von Methan	119	8.5.7	Die Anwendung des Crackprozesses auf Erdöldestillate	149
8.2.4	Dipolmoleküle und zwischenmolekulare Wechselwirkungen; van-der-Waals-Kräfte	120			
8.2.5	Molekülgeometrie und Molekülmodelle	122			
8.2.6	Bindungsverhältnisse im Molekül des Methans und seiner Halogenderivate	122			
8.2.7	Eigenschaften und Verwendung halogen- substituierter Methane	123			
8.2.8	Homologe Reihe der Alkane	124			
8.2.9	Isomerie bei Alkanen	126			
8.2.10	Nomenklatur organischer Verbindungen	127			
8.2.11	Chemisches Verhalten der Alkane	127			
8.2.12	Reaktionsverhalten der Halogenalkane; Induktiver Effekt	128			
8.2.13	Cycloalkane	129			
8.3	Ungesättigte Kohlenwasserstoffe	131			
8.3.1	Ethen; Homologe Reihe der Alkene	131			
8.3.2	Die C=C-Doppelbindung; σ - π -Modell	132			
8.3.3	Reaktionsverhalten von Alkenen; Additionsreaktion	133			
8.3.4	Ethin; Reaktionsverhalten; Homologe Reihe der Alkine	134			
8.3.5	Die C \equiv C-Dreifachbindung; Bau des Ethinmoleküls	135			
8.4	Aromatische Kohlenwasserstoffe; Halogenderivate	136			
8.4.1	Benzol; Eigenschaften, Verwendung; Summenformel	136			
			9	Funktionelle Gruppen, Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen	151
			9.1	Alkanole und Ether	151
			9.1.1	Alkoholische Getränke durch Gärung	151
			9.1.2	Ermittlung der Summenformel des Ethanolmoleküls	153
			9.1.3	Ermittlung der Strukturformel des Ethanolmoleküls	155
			9.1.4	Homologe Reihe einwertiger Alkohole; Nomenklatur	155
			9.1.5	Mehrwertige Alkohole	156
			9.1.6	Zusammenhang von Struktur und Eigenschaften bei Alkanolen	157
			9.1.7	Mechanismus der nucleophilen Substi- tution zur Herstellung von Alkanolen	159
			9.1.8	Ether; Herstellung und Eigenschaften	161
			9.2	Alkanale und Alkanone; C=O-Doppelbindung	162
			9.2.1	Alkanale als Oxidationsprodukte primärer Alkohole	162
			9.2.2	Reaktionsverhalten der Alkanale	165
			9.2.3	Alkanone als Oxidationsprodukte sekundärer Alkohole	167

9.3 Carbonsäuren; Substitutionsprodukte und Derivate	168
9.3.1 Monocarbonsäuren (Alkansäuren); Homologe Reihe	168
9.3.2 Physikalisches Verhalten, Acidität und Salze der Monocarbonsäuren	170
9.3.3 Dicarbonsäuren (Alkandisäuren)	172
9.3.4 Halogencarbonsäuren	173
9.3.5 Aliphatische Hydroxycarbonsäuren	174
9.3.6 Amine und Aminocarbonsäuren	174
9.3.7 Optische Aktivität	176
9.3.8 Carbonsäureester	178
9.4 Weitere Derivate aromatischer Kohlenwasserstoffe	180
9.4.1 Direkte Einführung von Substituenten in das Benzolmolekül	180
9.4.2 Reduktion der Nitrogruppe; Anilin	183
9.4.3 Nucleophile Substitution am Benzolmolekül; Phenol und Dihydroxybenzole	184
9.4.4 Bromierung von Methylbenzol	186
9.4.5 Benzylalkohol und seine Oxidationsprodukte; aromatische Carbonsäuren	187
9.4.6 Zweitsubstitution am Benzolmolekül; Einfluß von Ersts substituenten	188
10 Naturstoffe	191
10.1 Kohlenhydrate	191
10.1.1 Vorkommen und Bedeutung	191
10.1.2 Die Strukturformel des Glucosemoleküls	191
10.1.3 Fructose	195
10.1.4 Saccharose	196
10.1.5 Maltose	197
10.1.6 Stärke	197
10.1.7 Cellulose	199
10.2 Aminosäuren und Eiweiße	201
10.2.1 Aufbau und Eigenschaften der Aminosäuren	201
10.2.2 Die Struktur der Proteine	203
10.2.3 Untersuchung der Proteine	206
10.3 Nucleinsäuren	208
10.3.1 Zusammensetzung der Nucleinsäuren	208
10.3.2 Strukturen der DNA und RNA	210
10.4 Fette	211
10.4.1 Aufbau der Fette	211
10.4.2 Die Fettsäurekomponente in Fetten	212
10.4.3 Charakterisierung von Fetten	214

11 Biochemie	215
11.1 Enzyme	215
11.1.1 Chemische Struktur der Enzyme	215
11.1.2 Enzyme als Katalysatoren	217
11.1.3 Enzymspezifität	217
11.1.4 Nomenklatur	218
11.1.5 Mechanismus der Enzymkatalyse	219
11.1.6 Hemmungen der Enzymaktivität	219
11.1.7 Enzymkatalysen mit Coenzymen	220
11.1.7.1 Aufbau und Funktionsweise von ATP	221
11.1.7.2 ATP als Coenzym	221
11.2 Abbau der Kohlenhydrate	222
11.2.1 Die biologische Bedeutung der Nahrung	222
11.2.2 Der Abbau der Glucose	223
11.2.2.1 Der Citronensäurecyclus (Citratcyclus)	223
11.2.2.2 Die Endatmung (Atmungskette)	225
11.2.2.3 Einwirkung von Giften	227
11.2.2.4 Gärungen	227
11.3 Abbau der Fette	228
11.4 Der Atmungsquotient und seine Bedeutung	228
12 Waschaktive Substanzen	229
12.1 Seifen	229
12.1.1 Entwicklung und Bedeutung	229
12.1.2 Gewinnung und Zusammensetzung der Seifen	230
12.1.3 Die Eigenschaften einer Seifenlösung	231
12.1.4 Die waschaktive Wirkung der Seife	232
12.1.5 Anwendungsbeschränkung für Seife	233
12.2 Synthese waschaktiver Substanzen	234
12.2.1 Anionische waschaktive Substanzen	234
12.2.2 Nichtanionische waschaktive Substanzen	236
12.3 Waschaktive Gerüststoffe	237
12.4 Waschmittel	238
12.4.1 Anforderungen an ein Waschmittel	238
12.4.2 Zusammensetzung von Waschmitteln	239
12.4.3 Untersuchung von Inhaltsstoffen in Waschmitteln	241
12.4.4 Biologischer Abbau von WAS	242

13 Makromolekulare Stoffe, Kunststoffe	243	15 Arzneimittel	277
13.1 Grundlegende Synthesen	243	15.1 Einleitung	277
13.1.1 Radikalische Polymerisation	244	15.2 Isolierung und Herstellung von pharmakologisch wirksamen Substanzen	278
13.1.2 Ionische und koordinative Polymerisation	247	15.2.1 Isolierung von pflanzlichen Wirkstoffen	278
13.1.3 Polykondensation	249	15.2.2 Synthese von Arzneimitteln am Beispiel von Aspirin	278
13.1.4 Polyaddition	250	15.2.3 Biotechnologische Gewinnung von Arznei- mitteln am Beispiel des Insulins	279
13.2 Steuerung von Struktur und Eigenschaften	251	15.2.4 Darreichungsformen von Arzneimitteln (Beispiel: Aspirin)	280
13.2.1 Copolymerisation, Pfropfung, Vernetzung	251	15.3 Wechselbeziehungen zwischen Stoff und Organismus	281
13.2.2 Reaktionen an Polymeren, polymere Reagenzien	252	15.4 Der Weg der Arzneimittel im Körper	282
13.3 Physikalische Eigenschaften von Polymeren	254	15.5 Beziehungen zwischen chemischer Struktur und pharmakologischer Wirkung	283
13.3.1 Molekülmassenbestimmung, Makromoleküle in Lösung	254	15.6 Entwicklung neuer Arzneimittel	285
13.3.2 Makromoleküle im flüssigen und festen Zustand	256	15.7 Überblick über wichtige Arzneimittelgruppen	286
13.4 Technische Verarbeitung und Anwendung	258	15.8 Ausblick	288
13.4.1 Verfahren zum Formen von Kunststoffen	258		
13.4.2 Schaumstoffe	259	16 Kernchemie	289
13.5 Wiederverwertung von Kunststoffen, Recycling	260	16.1 Der Atomkern	289
		16.1.1 Der Kernaufbau	289
		16.1.2 Nachweis und Verwendung von Isotopen	290
		16.2 Natürliche Radioaktivität	291
		16.2.1 Radioaktive Elemente	291
		16.2.2 Radioaktive Strahlung	292
		16.2.3 Chemische Wirkung radioaktiver Strahlen	293
		16.2.4 Der radioaktive Zerfall	294
		16.3 Die künstliche Kernumwandlung	297
		16.3.1 Die Kernreaktionen	297
		16.3.2 Künstliche Elemente	298
		16.3.3 Die Kernspaltung	298
		16.3.4 Die Kernfusion	300
		16.4 Die Nutzung der Kernenergie	301
		16.4.1 Der Kernbrennstoff	301
		16.4.2 Kernreaktoren und ihr Aufbau	302
		16.4.2.1 Der Leichtwasserreaktor	302
		16.4.2.2 Der Hochtemperaturreaktor	303
		16.4.2.3 Der schnelle Brutreaktor	303
		16.4.3 Probleme des Reaktorbetriebes	305
		16.4.3.1 Die Entsorgung	305
14 Farbstoffe	261		
14.1 Mineralfarben und Lacke	261		
14.2 Licht und Farbe	262		
14.3 Chromophor-Modell und Farbstoffklassen	263		
14.3.1 Das Chromophor-Modell	263		
14.3.2 Wichtige Farbstoffklassen	265		
14.4 Synthese von Farbstoffen	267		
14.4.1 Azofarbstoffe	267		
14.4.2 Triphenylmethanfarbstoffe	268		
14.4.3 Carbonylfarbstoffe	270		
14.4.4 Phthalocyanine	270		
14.5 Elektronengas-Modell und Farbigeit organischer Verbindungen	271		
14.6 Textilfärbung	275		