

Peter W. Atkins, Jo A. Beran

# CHEMIE

*ein für alle*

Übersetzt von  
K.-H. Loebel,  
Dr. R. Faust,  
Dr. H. Brachmann  
und  
E. Kiefer



Weinheim • New York •  
Basel • Cambridge • Tokyo

# Inhalt

Vorwort zur zweiten englischen Ausgabe . . . . .	V
Vorwort zur deutschen Ausgabe . . . . .	VII
Danksagung . . . . .	IX
Die Autoren . . . . .	XIII
Inhalt . . . . .	XV
Abbildungsnachweis . . . . .	XXIII

## Teil I    Stoffe, Zustände und Reaktionen    1

<b>1</b>	<b>Die Eigenschaften der Materie, Messungen und Maßeinheiten</b> . . . . .	<b>3</b>
1.1	Stoffe und ihre Eigenschaften . . . . .	6
1.1.1	Physikalische und chemische Eigenschaften . . . . .	7
1.1.2	Stoffe und Mischungen . . . . .	10
1.2	Messungen und Maßeinheiten . . . . .	17
1.2.1	Das Internationale Einheitensystem . . . . .	17
Kasten 1.1	Maßeinheiten (J. W. Lyons) . . . . .	20
1.2.2	Extensive und intensive Eigenschaften . . . . .	24
1.3	Die Auswertung von Messungen . . . . .	26
1.3.1	Umrechnungsfaktoren . . . . .	27
1.3.2	Genauigkeit und Präzision bei Meßwerten und Berechnungen . . . . .	31
1.3.3	Berechnungen unter Berücksichtigung signifikanter Stellen . . . . .	34
1.3.4	Prozentualer Massenanteil . . . . .	37
1.4	Zusammenfassung . . . . .	38
Exkurs 1.1	Einsatz physikalischer Trennverfahren bei der Erzaufbereitung . . . . .	41
<b>2</b>	<b>Der Aufbau der Materie</b> . . . . .	<b>43</b>
2.1	Die chemischen Elemente . . . . .	46
2.1.1	Namen und Symbole der chemischen Elemente . . . . .	46
2.1.2	Das Periodensystem . . . . .	47
2.2	Atome . . . . .	51
2.2.1	Der Aufbau der Atome . . . . .	52
Kasten 2.1	Das Raster-Tunnel-Elektronenmikroskop (C. F. Quate) . . . . .	54
2.2.2	Atommassen . . . . .	58
2.2.3	Das Mol und die Molmasse . . . . .	63
2.3	Verbindungen . . . . .	68
2.3.1	Moleküle und Molekülverbindungen . . . . .	68
2.3.2	Ionen und ionische Verbindungen . . . . .	73

2.3.3	Chemische Nomenklatur . . . . .	78
2.4	Zusammenfassung . . . . .	88
Exkurs 2.1	Massenspektrometrie . . . . .	90
Exkurs 2.2	Was verbirgt sich hinter 18-18-5? . . . . .	91
<b>3</b>	<b>Chemische Reaktionen</b> . . . . .	<b>93</b>
3.1	Reaktionsgleichungen . . . . .	96
3.1.1	Symbolische Reaktionsgleichungen . . . . .	97
3.1.2	Die Bestimmung der stöchiometrischen Koeffizienten . . . . .	99
3.2	Fällungsreaktionen . . . . .	102
3.2.1	Reaktionsgleichungen für Reaktionen mit Ionen	102
3.2.2	Die praktische Anwendung der Fällungs- reaktionen . . . . .	104
3.3	Säure-Base-Reaktionen . . . . .	107
3.3.1	Arrhenius-Säuren und Arrhenius-Basen . . . . .	107
3.3.2	Neutralisationsreaktionen . . . . .	109
3.3.3	Brønsted-Säuren und Brønsted-Basen . . . . .	110
3.4	Redoxreaktionen . . . . .	114
3.4.1	Elektronenübertragungen . . . . .	114
3.4.2	Die Spannungsreihe . . . . .	123
3.4.3	Das Einrichten von Reaktionsgleichungen unter Zuhilfenahme der Teilgleichungen . . . . .	124
3.5	Zusammenfassung . . . . .	130
Exkurs 3.1	Redoxreaktionen beim photographischen Prozeß . . . . .	132
Exkurs 3.2	Trinkwasseraufbereitung . . . . .	133
<b>4</b>	<b>Die Stöchiometrie chemischer Reaktionen</b> . . . . .	<b>135</b>
4.1	Die Bedeutung der stöchiometrischen Koeffizienten . . . . .	138
4.1.1	Rechnen mit Molzahlen . . . . .	138
4.1.2	Edukte als begrenzende Faktoren . . . . .	145
4.1.3	Elementaranalyse . . . . .	149
4.2	Die Stöchiometrie von Reaktionen in Lösung . . . . .	153
4.2.1	Molare Konzentrationen . . . . .	153
4.2.2	Lösungsvolumina bei chemischen Reaktionen	159
4.2.3	Maßanalyse . . . . .	160
4.3	Zusammenfassung . . . . .	163
Exkurs 4.1	Von der Magenverstimmung zum Sodbrennen – die Wirkungsweise der Antacida . . . . .	164
<b>5</b>	<b>Die Eigenschaften der Gase</b> . . . . .	<b>167</b>
5.1	Die Gasgesetze . . . . .	172
5.1.1	Druck . . . . .	172
5.1.2	Das ideale Gas . . . . .	174
5.1.3	Anwendungen des idealen Gasgesetzes . . . . .	181
5.2	Die Stöchiometrie bei Gasreaktionen . . . . .	183
5.2.1	Volumenänderungen im Verlauf chemischer Reaktionen . . . . .	184
5.2.2	Mischungen von Gasen . . . . .	186
5.3	Die kinetische Gastheorie . . . . .	189
5.3.1	Molekülgeschwindigkeiten . . . . .	190
5.3.2	Reale Gase . . . . .	195
5.3.3	Die Verflüssigung von Gasen . . . . .	196
5.4	Zusammenfassung . . . . .	197
Exkurs 5.1	Die Atmosphäre . . . . .	199
Exkurs 5.2	Skifahren, Bergsteigen, und was die Gasgesetze damit zu tun haben . . . . .	201
<b>6</b>	<b>Energie und Wärme – die Grundzüge der Thermodynamik</b> . . . . .	<b>203</b>
6.1	Enthalpien und die Kalorimetrie . . . . .	206

6.1.1	Energie und Wärme . . . . .	206
6.1.2	Enthalpie . . . . .	214
6.2	Reaktionsenthalpien . . . . .	220
6.2.1	Anwendungen der Reaktionsenthalpien . . . . .	221
6.2.2	Bildungsenthalpien . . . . .	230
6.2.3	Die Enthalpie von Treibstoffen . . . . .	233
6.2.4	Die Enthalpie der Nahrungsmittel . . . . .	235
6.3	Zusammenfassung . . . . .	236
Exkurs 6.1	Raketentreibstoffe . . . . .	238

## Teil II Atome, Moleküle und Ionen 239

<b>7</b>	<b>Der Aufbau der Atome und das Periodensystem der Elemente . . . . .</b>	<b>241</b>
7.1	Licht und Spektroskopie . . . . .	243
7.1.1	Die Eigenschaften des Lichts . . . . .	245
Kasten 7.1	Feuerwerk und Flammenfärbung (J. A. Conkling) . . . . .	246
7.1.2	Quantelung und Photonen . . . . .	248
7.2	Der Aufbau des Wasserstoffatoms . . . . .	250
7.2.1	Das Spektrum des Wasserstoffatoms . . . . .	251
7.2.2	Teilchen und Wellen . . . . .	254
7.3	Der Aufbau der Elektronenhülle bei Mehrelektronen-Atomen . . . . .	261
7.3.1	Orbitalenergien . . . . .	262
7.3.2	Das Aufbauprinzip . . . . .	265
7.4	Eine Übersicht zum Periodensystem . . . . .	272
7.4.1	Perioden, Gruppen und Blöcke . . . . .	272
7.4.2	Die Periodizität physikalischer Eigenschaften . . . . .	273
7.4.3	Regelmäßigkeiten chemischer Eigenschaften . . . . .	283
7.5	Zusammenfassung . . . . .	287
Exkurs 7.1	Die Rolle des Lichts bei der chemischen Analyse . . . . .	290
<b>8</b>	<b>Die chemische Bindung . . . . .</b>	<b>293</b>
8.1	Ionenbindungen . . . . .	296
8.1.1	Die Energiebilanz bei der Bildung von Ionenbindungen . . . . .	296
8.1.2	Ionenbindungen und das Periodensystem . . . . .	301
8.2	Kovalente Bindungen . . . . .	305
8.2.1	Die Elektronenpaar-Bindung . . . . .	305
8.2.2	Lewis-Strukturformeln von mehratomigen Molekülen . . . . .	308
8.2.3	Lewis-Säuren und Lewis-Basen . . . . .	311
8.2.4	Resonanzstrukturen . . . . .	313
8.2.5	Ausnahmen von der Lewis-Oktettregel . . . . .	316
8.3	Die räumliche Struktur der Moleküle . . . . .	321
8.3.1	Elektronenpaar-Abstoßung . . . . .	322
8.3.2	Moleküle mit Mehrfachbindungen . . . . .	327
8.4	Zusammenfassung . . . . .	329
Exkurs 8.1	Strukturen jenseits des VSEPR-Modells . . . . .	331
<b>9</b>	<b>Die Struktur der Moleküle . . . . .</b>	<b>333</b>
9.1	Bindungsparameter . . . . .	335
9.1.1	Bindungsstärke . . . . .	336
9.1.2	Bindungslängen . . . . .	340
9.2	Die Ladungsverteilung in Molekülen . . . . .	342
9.2.1	Der Vergleich von Ionenbindung und kovalenter Bindung . . . . .	342
9.2.2	Zuordnung der Ladungsverteilung . . . . .	349
9.3	Das Valence-Bond-Modell der chemischen Bindung . . . . .	352

9.3.1	Die Bindung in zweiatomigen Molekülen . . .	352
9.3.2	Hybridisierung . . . . .	355
9.4	Molekülorbital-Theorie . . . . .	363
9.4.1	Molekülorbitale . . . . .	364
9.4.2	Bindungen in zweiatomigen Molekülen der zweiten Periode . . . . .	367
9.4.3	Orbitale in mehratomigen Molekülen . . . . .	369
9.5	Zusammenfassung . . . . .	370
Exkurs 9.1	Die Leitung des elektrischen Stroms durch kovalente Verbindungen . . . . .	372
<b>10</b>	<b>Flüssigkeiten und Festkörper</b> . . . . .	<b>375</b>
10.1	Die Kräfte zwischen Atomen, Ionen und Molekülen . . . . .	378
10.1.1	Ionen- und Dipolkräfte . . . . .	379
10.1.2	Wasserstoffbrückenbindungen . . . . .	385
10.2	Die Eigenschaften von Flüssigkeiten . . . . .	387
10.2.1	Oberflächenspannung . . . . .	387
10.2.2	Der Dampfdruck . . . . .	389
10.2.3	Die Erstarrung . . . . .	394
10.3	Eigenschaften und Strukturen von Festkörpern	397
10.3.1	Metalle und Halbleiter . . . . .	399
Kasten 10.1	Hochtemperatur-Supraleitfähigkeit (C. W. Chu) . . . . .	405
10.3.2	Ionische Festkörper . . . . .	407
10.3.3	Andere Arten von Festkörpern . . . . .	409
10.4	Zusammenfassung . . . . .	412
Exkurs 10.1	Röntgenbeugung . . . . .	414
Exkurs 10.2	Sanftes Gleiten auf Schlittschuhen . . . . .	415
<b>11</b>	<b>Lösungen</b> . . . . .	<b>417</b>
11.1	Die Messung der Konzentration . . . . .	419
11.1.1	Die Konzentration . . . . .	420
11.1.2	Die Stoffmenge . . . . .	422
11.2	Die Löslichkeit . . . . .	426
11.2.1	Sättigung und Löslichkeit . . . . .	427
11.2.2	Die Druckabhängigkeit der Löslichkeit von Gasen . . . . .	432
11.2.3	Die Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit . . . . .	435
11.3	Kolligative Eigenschaften . . . . .	441
11.3.1	Dampfdruckerniedrigung, Siedepunktserhöhung und Gefrierpunktserniedrigung . . . . .	441
11.3.2	Osmose . . . . .	446
11.4	Mischungen von Flüssigkeiten . . . . .	449
11.4.1	Das Raoult'sche Gesetz für Mischungen von Flüssigkeiten . . . . .	449
11.4.2	Destillation von Flüssigkeitsmischungen . . . . .	451
11.5	Zusammenfassung . . . . .	452
Exkurs 11.1	Chemie in der Flasche . . . . .	453
<b>Teil III</b>	<b>Geschwindigkeiten und Gleichgewichte</b> . . . . .	<b>455</b>
<b>12</b>	<b>Die Geschwindigkeiten von Reaktionen</b> . . . . .	<b>457</b>
12.1	Die Beschreibung von Reaktionsgeschwindig- keiten . . . . .	459
12.1.1	Reaktionsgeschwindigkeiten . . . . .	460
12.1.2	Geschwindigkeitsgesetze . . . . .	465
12.2	Beeinflussung von Reaktionsgeschwindigkeiten	478
12.2.1	Die Temperaturabhängigkeit von Reaktions- geschwindigkeiten . . . . .	478

12.2.2	Katalyse . . . . .	484
12.3	Reaktionsmechanismen . . . . .	488
12.3.1	Elementarreaktionen . . . . .	488
12.3.2	Kettenreaktionen . . . . .	496
12.4	Zusammenfassung . . . . .	498
Exkurs 12.1	Die Entstehung von Smog . . . . .	500
<b>13</b>	<b>Das chemische Gleichgewicht . . . . .</b>	<b>503</b>
13.1	Die Beschreibung des chemischen Gleichgewichts . . . . .	506
13.1.1	Reaktionen im Gleichgewicht . . . . .	506
13.1.2	Die Gleichgewichtskonstante . . . . .	507
13.1.3	Heterogene Gleichgewichte . . . . .	514
13.2	Gleichgewichtsberechnungen . . . . .	516
13.2.1	Besonders ausgezeichnete Ausgangskonzentrationen . . . . .	518
13.2.2	Beliebige Anfangskonzentrationen . . . . .	523
13.3	Die Abhängigkeit der Gleichgewichte von den Reaktionsbedingungen . . . . .	528
13.3.1	Die Wirkung von Konzentrationsänderungen . . . . .	528
13.3.2	Die Wirkung von Druckänderungen . . . . .	529
13.3.3	Die Wirkung von Temperaturänderungen . . . . .	531
13.4	Zusammenfassung . . . . .	533
Exkurs 13.1	Stalaktiten und Stalagmiten . . . . .	535
<b>14</b>	<b>Säuren und Basen . . . . .</b>	<b>537</b>
14.1	Definitionen von Säuren und Basen . . . . .	540
14.1.1	Brønsted-Säuren und Brønsted-Basen . . . . .	540
14.1.2	Gleichgewichte von Brønsted-Säuren und Brønsted-Basen . . . . .	541
14.2	Lösungen starker Säuren und Basen . . . . .	546
14.2.1	Starke Säuren und Basen . . . . .	547
14.2.2	Konzentration der Wasserstoff-Ionen und der pH-Wert . . . . .	548
14.2.3	Mischungen starker Säuren und Basen . . . . .	551
14.2.4	Titrationen für die Titration einer starken Säure mit einer starken Base . . . . .	553
14.3	Gleichgewichte in Lösungen von Säuren und Basen . . . . .	556
14.3.1	Dissoziationskonstanten . . . . .	557
14.3.2	Schwache Säuren und Basen . . . . .	561
14.3.3	Strukturen und Stärken von Säuren . . . . .	562
14.3.4	Die pH-Werte schwacher Säuren und Basen . . . . .	567
14.3.5	Mehrwertige Säuren und Basen . . . . .	572
14.4	Zusammenfassung . . . . .	576
Exkurs 14.1	Regen ist von Natur aus sauer. Warum also die ganze Aufregung? . . . . .	578
<b>15</b>	<b>Säuren, Basen und Salze . . . . .</b>	<b>581</b>
15.1	Salze als Säuren und Basen . . . . .	584
15.1.1	Ionen als Säuren und Basen . . . . .	584
15.1.2	Gemischte Lösungen . . . . .	591
15.2	Titrationen und Titrationskurven . . . . .	593
15.2.1	Die Veränderung des pH-Wertes während der Titration . . . . .	594
15.2.2	Indikatoren sind schwache Säuren . . . . .	598
15.2.3	Pufferlösungen . . . . .	601
15.3	Lösungsgleichgewichte . . . . .	607
Kasten 15.1	pH-Wert-Änderungen und Veränderungen des Elektrolytgehalts des Blutes nach Brandverletzungen (B. A. Pruitt, A. D. Mason) . . . . .	608
15.3.1	Die Löslichkeitskonstante . . . . .	609
15.3.2	Fällungsreaktionen und qualitative Analyse . . . . .	614

15.3.3	Die Auflösung von Niederschlägen . . . . .	617
15.4	Zusammenfassung . . . . .	621
Exkurs 15.1	Die Chemie des Swimmingpools . . . . .	623
<b>16</b>	<b>Thermodynamik und Gleichgewicht . . . . .</b>	<b>625</b>
16.1	Der Erste Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	628
16.1.1	Wärme, Arbeit und Energie . . . . .	628
16.1.2	Enthalpie . . . . .	632
16.2	Die Richtung eines spontanen Vorgangs . . . . .	633
16.2.1	Entropie und spontane Vorgänge . . . . .	633
16.2.2	Die Entropieänderungen in der Umgebung . . . . .	638
16.2.3	Der Zweite Hauptsatz . . . . .	642
16.3	Die Freie Enthalpie . . . . .	643
16.3.1	Das System steht im Mittelpunkt unseres Interesses . . . . .	643
16.3.2	Spontane Reaktionen . . . . .	648
16.4	Gleichgewichte . . . . .	649
16.4.1	Freie Enthalpie und die Zusammensetzung der Reaktionsmischung . . . . .	650
16.4.2	Die Gleichgewichtskonstante . . . . .	651
16.5	Zusammenfassung . . . . .	653
Exkurs 16.1	Kälte- und Wärmepackungen . . . . .	655
<b>17</b>	<b>Elektrochemie . . . . .</b>	<b>657</b>
17.1	Elektrochemische Zellen . . . . .	660
17.1.1	Galvanische Zellen . . . . .	661
17.1.2	Kommerziell genutzte Zellen . . . . .	667
Kasten 17.1	Photoelektrochemie (M. Archer) . . . . .	670
17.2	Elektrochemie und Thermodynamik . . . . .	672
17.2.1	Zellpotential und Freie Reaktionsenthalpie . . . . .	672
17.2.2	Die Spannungsreihe . . . . .	677
17.2.3	Die Konzentrationsabhängigkeit des Zellpotentials . . . . .	683
17.3	Elektrolyse . . . . .	688
17.3.1	Die zur Elektrolyse benötigte Spannung . . . . .	690
17.3.2	Das Ausmaß der Elektrolyse . . . . .	692
17.3.3	Anwendungen der Elektrolyse . . . . .	694
17.4	Zusammenfassung . . . . .	696
Exkurs 17.1	Phototrope Gläser . . . . .	698
<b>Teil IV</b>	<b>Die Elemente . . . . .</b>	<b>701</b>
<b>18</b>	<b>Wasserstoff und die Elemente des s-Blocks . . . . .</b>	<b>703</b>
18.1	Wasserstoff . . . . .	705
18.1.1	Das Element Wasserstoff . . . . .	706
18.1.2	Wichtige Verbindungen des Wasserstoffs . . . . .	709
18.2	Die erste Hauptgruppe: Alkalimetalle . . . . .	712
18.2.1	Die Elemente der ersten Hauptgruppe . . . . .	712
18.2.2	Wichtige Verbindungen der Elemente der ersten Hauptgruppe . . . . .	715
18.3	Die zweite Hauptgruppe: Erdalkalimetalle . . . . .	719
18.3.1	Die Elemente der zweiten Hauptgruppe . . . . .	719
18.3.2	Wichtige Verbindungen der Elemente der zweiten Hauptgruppe . . . . .	722
18.4	Zusammenfassung . . . . .	728
Exkurs 18.1	Leben an Bord des „Space shuttle“ . . . . .	729
<b>19</b>	<b>Die Elemente des p-Blocks: I . . . . .</b>	<b>731</b>
19.1	Die dritte Hauptgruppe: Bor und Aluminium . . . . .	733
19.1.1	Die Elemente der dritten Hauptgruppe . . . . .	733
19.1.2	Oxide der dritten Hauptgruppe . . . . .	737

19.1.3	Weitere wichtige Verbindungen der dritten Hauptgruppe . . . . .	740
19.2	Die vierte Hauptgruppe: Kohlenstoff und Silicium . . . . .	742
19.2.1	Die Elemente der vierten Hauptgruppe . . . . .	743
19.2.2	Oxide der vierten Hauptgruppe . . . . .	745
19.2.3	Weitere wichtige Verbindungen der vierten Hauptgruppe . . . . .	751
19.3	Die fünfte Hauptgruppe: Stickstoff und Phosphor . . . . .	753
19.3.1	Die Elemente der fünften Hauptgruppe . . . . .	753
19.3.2	Verbindungen mit Wasserstoff und den Halogenen . . . . .	755
19.3.3	Oxide und Oxosäuren der fünften Hauptgruppe . . . . .	758
19.4	Zusammenfassung . . . . .	764
Exkurs 19.1	Buckminsterfullerene . . . . .	765
<b>20</b>	<b>Die Elemente des p-Blocks: II</b> . . . . .	<b>767</b>
20.1	Die sechste Hauptgruppe: Sauerstoff und Schwefel . . . . .	769
20.1.1	Die Elemente der sechsten Hauptgruppe . . . . .	770
20.1.2	Verbindungen der Elemente der sechsten Hauptgruppe mit Wasserstoff . . . . .	772
20.1.3	Wichtige Verbindungen des Schwefels . . . . .	776
20.2	Die siebte Hauptgruppe: die Halogene . . . . .	779
20.2.1	Die Elemente der siebten Hauptgruppe . . . . .	779
20.2.2	Halogenide . . . . .	783
20.2.3	Oxide und Oxosäuren der Halogene . . . . .	785
20.3	Die achte Hauptgruppe: die Edelgase . . . . .	787
20.3.1	Die Elemente der achten Hauptgruppe . . . . .	787
Kasten 20.1	Chemie der Edelgase (N. Bartlett) . . . . .	788
20.3.2	Verbindungen der Edelgase . . . . .	790
20.4	Zusammenfassung . . . . .	791
Exkurs 20.1	Auf Platz 1: Schwefelsäure . . . . .	793
<b>21</b>	<b>Die Elemente des d-Blocks</b> . . . . .	<b>795</b>
21.1	Die Elemente des d-Blocks und ihre Verbindungen . . . . .	798
21.1.1	Regelmäßigkeit der Eigenschaften . . . . .	798
21.1.2	Scandium bis Nickel . . . . .	801
21.1.3	Kupfer, Zink und ihre Homologen . . . . .	808
21.2	Komplexe der Elemente des d-Blocks . . . . .	812
21.2.1	Die Strukturen von Komplexen . . . . .	813
21.2.2	Isomerie . . . . .	817
21.3	Kristallfeldtheorie . . . . .	820
21.3.1	Die Wirkung von Liganden auf d-Elektronen . . . . .	821
21.3.2	Die elektronische Struktur von Komplexen mit mehreren Elektronen . . . . .	824
21.4	Zusammenfassung . . . . .	828
Exkurs 21.1	Die Gewinnung eines Metalls aus einem Erz . . . . .	829
<b>22</b>	<b>Nuklearchemie</b> . . . . .	<b>831</b>
22.1	Nukleare Stabilität . . . . .	834
22.1.1	Kernstruktur und radioaktive Strahlung . . . . .	834
22.1.2	Die Identität von Tochternukliden . . . . .	837
22.1.3	Stabilitätskriterien eines Kerns . . . . .	839
22.1.4	Nukleosynthese . . . . .	842
22.2	Radioaktivität . . . . .	844
22.2.1	Messung von Radioaktivität . . . . .	844
22.2.2	Die Geschwindigkeit des radioaktiven Zerfalls . . . . .	846
22.3	Kernenergie . . . . .	851
22.3.1	Masse-Energie-Umwandlung . . . . .	851



22.3.2	Kernspaltung . . . . .	853
22.3.3	Kernfusion . . . . .	855
22.3.4	Chemische Aspekte der Kernenergie . . . . .	857
22.4	Zusammenfassung . . . . .	859
Exkurs 22.1	Radon und sein Beitrag zur natürlichen Radioaktivität . . . . .	861

## Teil V Organische Chemie . . . . . 863

<b>23</b>	<b>Die Kohlenwasserstoffe</b> . . . . .	865
23.1	Die Alkane . . . . .	868
23.1.1	Isomerie . . . . .	869
23.1.2	Nomenklatur der Alkane . . . . .	870
23.1.3	Die Eigenschaften der Alkane . . . . .	874
23.2	Die Alkene und die Alkine . . . . .	876
23.2.1	Nomenklatur der Alkene . . . . .	877
23.2.2	Die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung . . . . .	878
23.2.3	Polymerisation von Alkenen . . . . .	880
23.2.4	Alkine . . . . .	884
23.3	Aromatische Kohlenwasserstoffe . . . . .	884
23.3.1	Nomenklatur der Arene . . . . .	886
23.3.2	Reaktionen aromatischer Kohlenwasserstoffe . . . . .	887
23.4	Zusammenfassung . . . . .	888
Exkurs 23.1	Benzin oder Methanol? . . . . .	890

<b>24</b>	<b>Funktionelle Gruppen und Biomoleküle</b> . . . . .	893
24.1	Die Hydroxy-Gruppe . . . . .	896
24.1.1	Alkohole und Ether . . . . .	896
24.1.2	Phenole . . . . .	901
24.2	Die Carbonyl-Gruppe . . . . .	902
24.2.1	Aldehyde und Ketone . . . . .	902
24.2.2	Kohlenhydrate . . . . .	906
24.3	Die Carboxy-Gruppe . . . . .	908
24.3.1	Carbonsäuren . . . . .	908
24.3.2	Ester . . . . .	910
24.4	Funktionelle Gruppen mit Stickstoff . . . . .	912
24.4.1	Amine . . . . .	912
24.4.2	Aminosäuren . . . . .	915
24.4.3	DNA und RNA . . . . .	919
Kasten 24.1	Die Strukturen der DNA (J. K. Barton) . . . . .	922
24.5	Zusammenfassung . . . . .	923
Exkurs 24.1	Geschmack, Geruch und Aroma . . . . .	925
Exkurs 24.2	Pestizide . . . . .	926

## Anhang . . . . . 929

Anhang 1	Experimentell ermittelte Daten . . . . .	931
Anhang 1.1	Thermodynamische Daten bei 25 °C . . . . .	931
Anhang 1.1A	Anorganische Verbindungen . . . . .	931
Anhang 1.1.B	Organische Verbindungen . . . . .	936
Anhang 1.2	Standard-Redoxpotentiale bei 25 °C . . . . .	938
Anhang 1.2.A	Redoxpotentiale nach Werten geordnet . . . . .	938
Anhang 1.2.B	Redoxpotentiale, alphabetisch geordnet . . . . .	939
Anhang 1.3	Elektronenkonfiguration im Grundzustand . . . . .	941
Anhang 1.4	Die Elemente . . . . .	942
Anhang 2	Nomenklatur . . . . .	946
Anhang 2.1	Nomenklatur mehratomiger Ionen . . . . .	946
Anhang 2.2	Trivialnamen einiger Stoffe . . . . .	946
Anhang 3	Glossar . . . . .	947
Anhang 4	Lösungen der Beispiele . . . . .	968
Register	. . . . .	973