

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort zur zweiten Auflage *XIII*

<b>1</b>	<b>Aufbau der Materie, Atombau und Periodensystem</b>	<b>1</b>
1.1	Aufbau der Materie	1
1.1.1	Reinstoffe	1
1.1.2	Mischungen	1
1.1.3	Elemente und Verbindungen	2
1.2	Atombau	3
1.2.1	Der Atomkern	3
1.2.2	Die Elektronenhülle	7
1.3	Das Periodensystem der Elemente (PSE)	14
1.3.1	Ionisierungsenergie	16
1.3.2	Elektronenaffinität	17
1.3.3	Metalle und Nichtmetalle	18
1.3.4	Elektronegativität	19
1.4	Radioaktivität	19
1.4.1	Natürliche Radioaktivität	19
1.4.2	Die Halbwertszeit	20
1.4.3	Zerfallsreihen	21
1.4.4	Kernumwandlungen	21
1.4.5	Kernspaltung	21
1.4.6	Künstliche Nuklide	22
<b>2</b>	<b>Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie</b>	<b>27</b>
2.1	Die Reaktionsgleichung	27
2.2	Umgesetzte Mengen und Massen	29
2.3	Die Stoffmenge Mol	30
2.4	Reaktionstypen in der Chemie	33
2.5	Konzentrationsangaben	33
2.5.1	Molare Lösungen	33
2.5.2	Prozentangaben	34
2.5.3	Kleine Konzentrationen	36

- 2.6 Die Aktivität 37
- 2.7 Rechenbeispiele 37
- 2.8 Mischungsrechnen 38

### **3 Bindungsarten 43**

- 3.1 Die Ionenbindung 43
  - 3.1.1 Kationenbildung 46
  - 3.1.2 Anionenbildung 47
  - 3.1.3 Salzbildung 47
  - 3.1.4 Kristallwasser 49
  - 3.1.5 Die molare Masse eines Salzes 50
  - 3.1.6 Saure Salze 50
  - 3.1.7 Kristallformen 51
- 3.2 Die Metallbindung 51
- 3.3 Die Elektronenpaarbindung 52
  - 3.3.1 Lewis-Formeln 53
- 3.4 Mehrfachbindungen 54
  - 3.4.1 Polare und unpolare Elektronenpaarbindungen 57
  - 3.4.2 Die räumliche Anordnung von Molekülen 58
  - 3.4.3 Anionenkomplexe 59
- 3.5 Komplexbindung 61
- 3.6 Bindungskräfte zwischen Molekülen 64
  - 3.6.1 Ion-Dipol 64
  - 3.6.2 Dipol-Dipol 64
  - 3.6.3 Sonderfall Wasserstoffbrückenbindung 64
  - 3.6.4 Induzierte Dipole und Van-der-Waals-Kräfte 65
  - 3.6.5 Hydrophobe Bindungen 66

### **4 Kinetik und Thermodynamik 71**

- 4.1 Chemische Kinetik 71
  - 4.1.1 Die Reaktionsgeschwindigkeit 71
  - 4.1.2 Die Stoßtheorie 73
  - 4.1.3 Das chemische Gleichgewicht 74
  - 4.1.4 Das Massenwirkungsgesetz 76
  - 4.1.5 Das Prinzip des kleinsten Zwangs 78
  - 4.1.6 Folgereaktionen 79
  - 4.1.7 Die Reaktionsordnung 80
  - 4.1.8 Molekularität einer Reaktion 81
- 4.2 Thermodynamik 82
  - 4.2.1 Systeme 82
  - 4.2.2 Energieformen 83
  - 4.2.3 Energieinhalt 84
  - 4.2.4 Energiedifferenzen 86
  - 4.2.5 Die Enthalpie 87
  - 4.2.6 Enthalpieberechnungen 89
  - 4.2.7 Die innere Energie  $U$  91

4.2.8	Die Entropie	92
4.2.9	Die Gibbs-Energie	94
4.3	Verbindungen zwischen Kinetik und Thermodynamik	96
4.3.1	Starten einer Reaktion	96
4.3.2	Katalysatoren	98
4.3.3	Die Gibbs-Energie und das chemische Gleichgewicht	98
<b>5</b>	<b>Zustandsformen der Materie</b>	<b>105</b>
5.1	Die Aggregatzustände	105
5.2	Phasenübergänge	107
5.3	Lösungen	108
5.3.1	Echte und kolloidale Lösungen	108
5.3.2	Löslichkeit	108
5.3.3	Allgemeine Regeln zur Löslichkeit	109
5.3.4	Das Löslichkeitsprodukt	110
5.3.5	Elektrolyte	111
5.3.6	Kolligative Eigenschaften	112
5.3.7	Die Oberflächenspannung	114
<b>6</b>	<b>Säuren und Basen</b>	<b>117</b>
6.1	Die Theorien von Arrhenius und Brönsted	117
6.2	Die Stärke von Säuren und Basen	119
6.2.1	Starke Säuren	120
6.2.2	Schwache Säuren	121
6.2.3	Die Reaktion des Anions einer schwachen Säure	121
6.2.4	Die Wertigkeit von Säuren und Basen	122
6.2.5	Der $pK_S$ -Wert	123
6.2.6	Starke und schwache Elektrolyte	124
6.2.7	Starke und schwache Basen	125
6.2.8	Die Säuredefinition nach Lewis	125
6.2.9	Ampholyte	126
6.3	Die Neutralisationsreaktion	127
6.4	Der pH-Wert	127
6.4.1	Die Dissoziation des Wassers	128
6.4.2	Die mathematische Herleitung	128
6.4.3	Reaktionen von Salzen in Wasser	130
6.4.4	pH-Wert-Berechnungen	132
6.5	Puffer	134
6.5.1	Bestandteile von Puffern	135
6.5.2	pH-Wert-Berechnungen und Pufferlösungen	135
<b>7</b>	<b>Redoxreaktionen</b>	<b>141</b>
7.1	Die Reaktion von Metallen mit Sauerstoff	141
7.2	Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen	142
7.3	Die Elektronenverteilung in Verbindungen	144

- 7.4 Oxidationszahlen 145
- 7.5 Häufig vorkommende Typen von Redoxreaktionen 146
  - 7.5.1 Verbrennung 146
  - 7.5.2 Rosten 147
  - 7.5.3 Änderung der Sauerstoffanzahl im Molekül 147
  - 7.5.4 Reaktionen von Metallen untereinander 148
  - 7.5.5 Andere Redoxreaktionen ohne Beteiligung von Sauerstoff 148
- 7.6 Elementare Vorgänge bei Redoxreaktionen 149
- 7.7 Oxidations- und Reduktionsmittel 149
- 7.8 Das Aufstellen von Redoxgleichungen 150
  - 7.8.1 Teilgleichungen 150
  - 7.8.2 Basisches oder saures Milieu? 151
  - 7.8.3 Die Bilanz 151
- 7.9 Disproportionierung und Komproportionierung 153
- 7.10 Die Spannungsreihe der Metalle 153
- 7.11 Elektrochemie 158
  - 7.11.1 Elektrolyse 158
  - 7.11.2 Galvanische Elemente 159
  
- 8 Angewandte anorganische Chemie 163**
  - 8.1 Anorganische Analytik 163
    - 8.1.1 Identitätsprüfungen 163
    - 8.1.2 Gehaltsbestimmungen 164
  - 8.2 Großtechnische Prozesse 164
    - 8.2.1 Roheisengewinnung und Stahlproduktion 164
    - 8.2.2 Schwefelsäureherstellung 165
    - 8.2.3 Salpetersäureherstellung 165
    - 8.2.4 Salzsäureherstellung 166
    - 8.2.5 Die Chlor-Alkali-Elektrolyse 166
    - 8.2.6 Ammoniaksynthese 166
    - 8.2.7 Sodaherstellung 166
  
- 9 Sonderstellung des Kohlenstoffs 167**
  - 9.1 Die Stellung des Kohlenstoffs im PSE 167
  - 9.2 Die Bildung von Hybridorbitalen 168
  - 9.3 Kohlenwasserstoffe 171
  - 9.4 Die Vielfalt organischer Verbindungen: funktionelle Gruppen 171
  - 9.5 Nomenklatur organischer Verbindungen 174
  
- 10 Kohlenwasserstoffe 179**
  - 10.1 Alkane 179
  - 10.2 Verzweigte Alkane 179
    - 10.2.1 Isomerie 182
  - 10.3 Alkene 182
    - 10.3.1 Polyene 183

- 10.4 Alkine 184
- 10.5 Aliphaten 184
- 10.6 Cyclische Kohlenwasserstoffe 185
- 10.7 Physikalische Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe 186
- 10.8 Chemische Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe 186
  - 10.8.1 Alkane 187
  - 10.8.2 Alkene 187
- 10.9 Aromatische Verbindungen 188
- 10.10 Erdöl und Kohle 190
- 10.11 Reaktionen der Aromaten 192
- 10.12 Halogenierte Kohlenwasserstoffe 193
  
- 11 Alkohole 197**
  - 11.1 Einwertige Alkohole 197
  - 11.2 Mehrwertige Alkohole 199
  - 11.3 Primäre, sekundäre und tertiäre Hydroxylgruppen 200
  - 11.4 Reaktionen von Alkoholen 201
    - 11.4.1 Etherbildung 201
    - 11.4.2 Eigenschaften von Ethern 203
    - 11.4.3 Organische Ester (*niemals Esther!*) 203
    - 11.4.4 Nomenklatur der Ester 204
    - 11.4.5 Anorganische Ester 204
    - 11.4.6 Die Oxidation von Alkoholen 204
  - 11.5 Phenole 206
    - 11.5.1 Die saure Reaktion 207
    - 11.5.2 Die Oxidation von Phenolen 207
    - 11.5.3 Ether und Ester mit Phenolen 208
  
- 12 Aldehyde und Ketone 211**
  - 12.1 Die Carbonylgruppe 211
  - 12.2 Nomenklatur der Aldehyde 212
  - 12.3 Nomenklatur der Ketone 212
  - 12.4 Reaktionen der Carbonylgruppe 213
    - 12.4.1 Anlagerung von Wasser 215
    - 12.4.2 Halbe und volle Acetale 215
    - 12.4.3 Polymerisationen 216
    - 12.4.4 Keto-Enol-Tautomerie 216
    - 12.4.5 Die Aldolkondensation als C-Ketten-Verlängerung 217
    - 12.4.6 Addition von Aminen 218
    - 12.4.7 Reduzierende Eigenschaften/Oxidation 218
  
- 13 Amine 221**
  - 13.1 Die Aminogruppe 221
  - 13.2 Primäre, sekundäre und tertiäre Amine 222
  - 13.3 Die Basizität der Amine 223

13.4	Quartäre Amine	224
13.5	Aromatische Amine	225
13.6	Reaktionen mit salpetriger Säure/Nitrit	225
13.7	Weitere stickstoffhaltige Verbindungen	225
13.7.1	Ethylendiamin	225
13.7.2	Nitroverbindungen	225
<b>14</b>	<b>Carbonsäuren</b>	<b>229</b>
14.1	Die Carboxylgruppe	229
14.2	Die homologe Reihe der Carbonsäuren	231
14.3	Physikalische Eigenschaften	232
14.4	Die Säurestärke	232
14.5	Substituierte Carbonsäuren	233
14.5.1	Hydroxycarbonsäuren	234
14.5.2	Mehrwertige Carbonsäuren	235
14.5.3	Halogenierte Carbonsäuren	235
14.5.4	Ungesättigte Carbonsäuren	236
14.5.5	Aminocarbonsäuren	236
14.5.6	Aromatische Carbonsäuren	237
14.6	Derivate der Carboxylgruppe	237
14.6.1	Säurehalogenide	238
14.6.2	Säureanhydride	238
14.6.3	Säureamide	239
14.7	Typische Reaktionen von Carbonsäuren	240
14.7.1	Die Reaktion mit Wasser	240
14.7.2	Esterbildung und Verseifung	240
14.7.3	Inter- und intramolekulare Verbindungen	241
14.7.4	Schwefelhaltige Verbindungen	242
<b>15</b>	<b>Reaktionstypen in der organischen Chemie</b>	<b>245</b>
15.1	Grundsätzliches	245
15.1.1	Induktivität	245
15.1.2	Mesomerie	246
15.1.3	Elektrophile und nucleophile Teilchen	246
15.1.4	Radikale	247
15.1.5	Übergangszustände und Zwischenstufen	247
15.1.6	Reaktionstypen	248
15.2	Additionen	249
15.2.1	Elektrophile Addition	249
15.2.2	Verwandte Reaktionen	250
15.2.3	Nucleophile Addition	250
15.3	Substitutionen	251
15.3.1	Elektrophile Substitution	252
15.3.2	Die elektrophile Zweitsubstitution	253
15.3.3	Radikalische Substitution	254

- 15.4 Eliminierung 254
- 15.5 Umlagerung 255
- 15.6 Redoxreaktionen 255
  
- 16 Isomerie 261**
  - 16.1 Konformationsisomerie 261
  - 16.2 Strukturisomerie 262
    - 16.2.1 Ketten- oder Skelettisomerie 262
    - 16.2.2 Stellungsisomerie 263
    - 16.2.3 Tautomerie 263
    - 16.2.4 Funktionsisomerie 263
    - 16.2.5 Bindungs- oder Valenzisomere 264
    - 16.2.6 Isomerie bei Cycloalkanen 264
  - 16.3 Stereoisomerie 265
    - 16.3.1 *cis-trans*- und *E-Z*-Isomerie 265
    - 16.3.2 Spiegelbildisomerie 266
  - 16.4 Optische Aktivität 271
  
- 17 Kunststoffe 275**
  - 17.1 Einteilung nach Materialeigenschaften 275
  - 17.2 Halbsynthetische Kunststoffe 275
  - 17.3 Vollsynthetische Kunststoffe 276
    - 17.3.1 Polymerisation 276
    - 17.3.2 Polykondensation 276
    - 17.3.3 Weitere Kunststoffe 277
  - 17.4 Silicone 277
  
- 18 Naturstoffe 279**
  - 18.1 Fette, Öle, Seifen, Wachse 279
    - 18.1.1 Fette und Öle 279
    - 18.1.2 Seifen 282
    - 18.1.3 Wachse 283
  - 18.2 Aminosäuren und Eiweiße 283
    - 18.2.1 Aminosäuren 283
    - 18.2.2 Eiweiße 285
  - 18.3 Kohlenhydrate 287
    - 18.3.1 Aldosen 287
  - 18.4 Nucleinsäuren 295
    - 18.4.1 Die DNA 295
    - 18.4.2 Die RNA 298
  
- 19 Richtig gelöst 301**
  - Literatur 355**
  
  - Stichwortverzeichnis 357**

