

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-----------------------------------------|-------|
| Vorwort zur 2. Auflage | V |
| Vorwort zur 1. Auflage | VII |
| Methodisch-didaktische Einführung | XXI |
| Abkürzungsverzeichnis | XXIII |

A

Allgemeine Chemie

| | | |
|------------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Einführung in die Arbeits- und Aufgabengebiete der Chemie | 2 |
| 2 | Chemische Grundbegriffe als angleichende Wiederholung | 6 |
| 2.1 | Chemische Grundbegriffe | 6 |
| 2.1.1 | Chemische und physikalische Vorgänge | 6 |
| 2.1.2 | Stoffbegriff | 6 |
| 2.1.3 | Eigenschaften von Stoffen | 7 |
| 2.1.4 | Analyse und Synthese von Stoffen | 8 |
| 2.1.5 | Trennung von Stoffgemischen | 10 |
| 2.1.6 | Element und Verbindung | 10 |
| 2.1.7 | Teilchenmodell | 10 |
| 2.1.8 | Atom und Molekül | 11 |
| 2.1.9 | Massenangaben in der Chemie: Molekül- und Verhältnisformeln | 12 |
| 2.2 | Merkmale von chemischen Reaktionen | 16 |
| 2.2.1 | Reaktionsgleichung | 17 |
| 2.2.2 | Stoffumsatz | 17 |
| 2.2.3 | Energieumsatz bei chemischen Reaktionen | 18 |
| 3 | Atombau | 21 |
| 3.1 | Merkmale und Probleme von Modellen | 21 |
| 3.2 | Ladungen | 21 |
| 3.2.1 | Verhalten von Ladungen zueinander | 22 |
| 3.2.2 | Beweglichkeit von Ladungen | 22 |
| 3.3 | Atom | 23 |
| 3.4 | Anordnung der Elementarteilchen im Atom | 24 |
| 3.4.1 | Atomkern | 24 |
| 3.4.2 | Elektronenhülle | 26 |
| 3.5 | Radioaktivität | 30 |
| 4 | Periodensystem der Elemente | 32 |
| 4.1 | Kurzer geschichtlicher Rückblick | 32 |

| | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2 | Aufbau und Gliederung des Periodensystems der Elemente | 32 |
| 4.2.1 | Perioden..... | 32 |
| 4.2.2 | Hauptgruppen..... | 33 |
| 4.2.3 | Nebengruppen- oder Übergangselemente..... | 33 |
| 4.3 | Aussagen des Periodensystems der Elemente | 35 |
| 4.3.1 | Atomradien | 35 |
| 4.3.2 | Ionenradien | 36 |
| 4.3.3 | Ionisierungsenergie | 36 |
| 4.3.4 | Bindigkeit..... | 37 |
| 4.3.5 | Elektronegativität | 37 |
| 4.3.6 | Metallischer Charakter der Elemente | 38 |
| 4.4 | Periodensystem der Elemente und Ionenbildung..... | 38 |
| 5 | Chemische Bindung | 41 |
| 5.1 | Ionenbindung..... | 41 |
| 5.1.1 | Ionenbildung durch Elektronenübergänge | 42 |
| 5.1.2 | Ionenbindung und Ionenverbindung..... | 42 |
| 5.1.3 | Ionengitter | 43 |
| 5.1.4 | Kristallgitterbildung und Ionenbindung | 43 |
| 5.1.5 | Metalloxide und Metallhydroxide als Ionenverbindungen..... | 46 |
| 5.1.6 | Charakteristische Eigenschaften von Ionenverbindungen | 47 |
| 5.1.7 | Anwendungaspekte von Ionenverbindungen..... | 48 |
| 5.1.8 | Anleitung zum Aufstellen von Verhältnisformeln..... | 49 |
| 5.2 | Atombindung und die polare Atombindung | 52 |
| 5.2.1 | Erweiterung des Atommodells zum Kugelwolkenmodell..... | 53 |
| 5.2.2 | Atombindung..... | 54 |
| 5.2.3 | Räumliche Anordnung der Atome im Molekül..... | 57 |
| 5.2.4 | Polare Atombindung..... | 58 |
| 5.2.5 | Übergänge zwischen Ionenbindung und polarer Atombindung | 60 |
| 5.3 | Bindung durch zwischenmolekulare Kräfte..... | 61 |
| 5.3.1 | Dipol-Dipol-Kräfte..... | 61 |
| 5.3.2 | Wasserstoffbrücken und die Eigenschaften des Wassers..... | 62 |
| 5.3.3 | Bindung durch Van-der-Waals-Kräfte | 65 |
| 5.4 | Komplexbildung und koordinative Bindung | 66 |
| 5.4.1 | Komplexbildung | 67 |
| 5.4.2 | Bindungsverhältnisse in Komplexen | 68 |
| 5.4.3 | Gliederung von Komplexverbindungen | 68 |
| 5.4.4 | Theoretische Grundlagen für das praktische Arbeiten mit Komplexen | 70 |
| 5.5 | Metallbindung und typische Metalleigenschaften | 74 |
| 5.5.1 | Bindung in Metallen..... | 74 |
| 5.5.2 | Aufbau des Metallgitters..... | 74 |
| 5.5.3 | Erklärung der typischen Metalleigenschaften | 75 |
| 5.6 | Vergleich der verschiedenen Bindungstypen | 77 |

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6 | Aufstellen von Formeln und Reaktionsgleichungen | 79 |
| 6.1 | Formelbegriff | 79 |
| 6.2 | Verschiedene Arten von Formeln | 80 |
| 6.3 | PSE und Bindigkeit beim Aufstellen von Formeln | 80 |
| 6.4 | Aufstellen von Formeln | 83 |
| 6.4.1 | Ionenverbindungen | 83 |
| 6.4.2 | Verbindungen mit Atombindung und polarer Atombindung | 84 |
| 6.5 | Aufstellen von Reaktionsgleichungen | 84 |
| 6.6 | Massenberechnung | 86 |
| 7 | Systematik chemischer Reaktionen mit pharmazeutischem Bezug | 89 |
| 7.1 | Lösevorgänge und Fällungsreaktionen | 90 |
| 7.1.1 | Lösungen als flüssige Systeme | 90 |
| 7.1.2 | Lösevorgänge | 90 |
| 7.1.3 | Löslichkeit von Feststoffen | 91 |
| 7.1.4 | Gehaltsangaben von Lösungen | 93 |
| 7.1.5 | Fällungsreaktionen | 94 |
| 7.2 | Säure-Base-Reaktionen | 95 |
| 7.2.1 | Säuren und saure Lösungen | 96 |
| 7.2.2 | Laugen und alkalische Lösungen | 97 |
| 7.2.3 | Messung des sauren oder alkalischen Charakters | 99 |
| 7.2.4 | Säure-Base-Begriff nach Brønsted, Säure-Base-Reaktion | 100 |
| 7.2.5 | Besondere Säure-Base-Reaktionen | 101 |
| 7.2.6 | Methoden der Salzbildung | 104 |
| 7.2.7 | Anwendung der Säure-Base-Reaktion | 106 |
| 7.3 | Redox-Reaktionen | 108 |
| 7.3.1 | Herkömmliches Verständnis von Oxidation und Reduktion | 108 |
| 7.3.2 | Problematik des herkömmlichen Verständnisses von Oxidation und Reduktion | 109 |
| 7.3.3 | Definition eines umfassenden Verständnisses von Redox-Reaktionen | 110 |
| 7.3.4 | Korrespondierende Redox-Paare | 111 |
| 7.3.5 | Oxidationszahl | 112 |
| 7.3.6 | Stärke von Oxidations- und Reduktionsmitteln | 114 |
| 7.3.7 | Formulierung schwieriger Redox-Gleichungen | 116 |
| 8 | Die chemische Reaktion | 119 |
| 8.1 | Kollisionsmodell | 119 |
| 8.2 | Reaktionsgeschwindigkeit | 119 |
| 8.2.1 | Zerteilungsgrad | 122 |
| 8.2.2 | Konzentration | 122 |
| 8.2.3 | Temperatur | 124 |

| | | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.3 | Aktivierungsenergie | 125 |
| 8.4 | Katalyse | 126 |
| 8.4.1 | Katalyse der Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff | 126 |
| 8.4.2 | Wirkungsweise von Katalysatoren | 126 |
| 8.4.3 | Verschiedene Arten der Katalyse | 127 |
| 8.5 | Triebkräfte für chemische Reaktionen | 129 |
| 8.5.1 | Prinzip des Energieminimums | 130 |
| 8.5.2 | Prinzip des Entropiemaximums | 130 |
| 8.5.3 | Verknüpfung von Enthalpie und Entropie | 131 |
| 9 | Chemisches Gleichgewicht | 134 |
| 9.1 | Umkehrbare Reaktion und chemisches Gleichgewicht | 134 |
| 9.2 | Massenwirkungsgesetz | 138 |
| 9.2.1 | Praktische Bedeutung des K_C -Wertes | 140 |
| 9.3 | Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts | 141 |
| 9.3.1 | Abhängigkeit von der Art der Reaktionspartner | 141 |
| 9.3.2 | Konzentrationsabhängigkeit | 141 |
| 9.3.3 | Temperaturabhängigkeit | 142 |
| 9.3.4 | Druckabhängigkeit | 143 |
| 9.3.5 | Zusammenfassung der Einflussmöglichkeiten auf die Lage des Gleichgewichts | 143 |
| 9.3.6 | Fließgleichgewichte | 144 |
| 9.4 | Gleichgewichte in wässrigen Lösungen | 146 |
| 9.4.1 | Lösungsgleichgewichte | 147 |
| 9.4.2 | Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert | 149 |
| 9.4.3 | Stärke von Säuren und Basen | 152 |
| 9.4.4 | Protolyse von Salzen (Säure-Base-Reaktionen in Salzlösungen) | 154 |
| 9.4.5 | Pufferung und Pufferlösungen | 155 |
| 10 | Maßanalytische Bestimmungen | 162 |
| 10.1 | Gemeinsame Prinzipien maßanalytischer Bestimmungen | 162 |
| 10.2 | Säure-Base-Titration | 162 |
| 10.2.1 | Prinzip der Säure-Base-Titration | 162 |
| 10.2.2 | Optimierung durch Titrationskurven und Computereinsatz | 164 |
| 10.2.3 | Prinzip der Säure-Base-Titration für die Titration einer schwachen Säure mit einer starken Base | 166 |
| 10.2.4 | Säure-Base-Titration in wasserfreiem Medium | 166 |
| 10.2.5 | Indikatoren für Säure-Base-Titrationen | 167 |
| 10.2.6 | Urtitersubstanz | 168 |
| 10.3 | Redox-Titration | 169 |
| 10.3.1 | Prinzip der Redox-Titration | 169 |
| 10.3.2 | Cerimetrie | 170 |
| 10.3.3 | Iodometrie | 171 |

| | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.3.4 | Iodatometrie | 173 |
| 10.3.5 | Bromometrie | 174 |
| 10.3.6 | Titration mit Periodat | 175 |
| 10.3.7 | Permanganometrie | 176 |
| 10.4 | Fällungstitration | 178 |
| 10.4.1 | Prinzip der Fällungstitration | 178 |
| 10.4.2 | Exemplarische Erklärung von zwei Fällungstitrationen | 178 |
| 10.4.3 | Weitere Beispiele für Fällungstitrationen | 180 |
| 10.5 | Komplexometrische Titration | 180 |
| 10.5.1 | Prinzip der komplexometrischen Titration | 181 |
| 10.5.2 | EDTA als Komplexbildner und Maßlösung von Ph. Eur. | 181 |
| 10.5.3 | Beispiele für den Einsatz der komplexometrischen Titration | 182 |
| 10.6 | Besondere Titrationsverfahren | 184 |

B Organische Chemie – Die Chemie der Kohlenstoffverbindungen

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 11 | Kohlenwasserstoffe | 188 |
| 11.1 | Besondere Eigenschaften des Kohlenstoffs und die Struktur des Methanmoleküls | 188 |
| 11.2 | Alkane | 189 |
| 11.2.1 | Homologe Reihe der Alkane | 189 |
| 11.2.2 | Eigenschaften der Alkane mit pharmazeutischem Bezug | 193 |
| 11.2.3 | Reaktionen der Alkane | 197 |
| 11.2.4 | Alkane des Arzneibuchs | 198 |
| 11.3 | Ungesättigte Kohlenwasserstoffe | 202 |
| 11.3.1 | Alkene | 203 |
| 11.3.2 | Alkine | 206 |
| 11.4 | Cycloalkane | 209 |
| 11.5 | Aromatische Kohlenwasserstoffe | 210 |
| 11.5.1 | Benzol als Prototyp der aromatischen Kohlenwasserstoffe | 211 |
| 11.5.2 | Substitution am Benzolmolekül mit Nomenklatur | 214 |
| 11.5.3 | Kondensierte aromatische Ringsysteme | 215 |
| 12 | Halogenkohlenwasserstoffe | 220 |
| 12.1 | Radikalische Substitution exemplarisch als Reaktionsmechanismus | 220 |
| 12.2 | Systematik und Nomenklatur | 221 |
| 12.2.1 | Halogenalkane | 221 |
| 12.2.2 | Cyclohalogenalkane | 223 |
| 12.3 | Eigenschaften der Halogen- und Cyclohalogenalkane | 223 |
| 12.4 | Pharmazeutisch relevante Halogen- und Cyclohalogenalkane | 223 |
| 12.5 | Ökologische Aspekte | 225 |

| | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 13 | Oxidationsprodukte der Kohlenwasserstoffe – Teil I | 227 |
| 13.1 | „Oxidationsreihe“ des Kohlenstoffs | 227 |
| 13.2 | Alkohole | 229 |
| 13.2.1 | Homologe Reihe der Alkanole | 229 |
| 13.2.2 | Isomerie und Systematik der Alkohole..... | 229 |
| 13.2.3 | Nomenklatur der Alkohole | 232 |
| 13.2.4 | Eigenschaften der Alkohole..... | 232 |
| 13.2.5 | Reaktionen der Alkohole | 233 |
| 13.2.6 | Pharmazeutisch relevante Alkohole..... | 237 |
| 13.3 | Phenole | 255 |
| 13.3.1 | Einwertige Phenole..... | 255 |
| 13.3.2 | Mehrwertige Phenole | 256 |
| 13.4 | Ether | 259 |
| 13.4.1 | Definition und Nomenklatur der Ether | 259 |
| 13.4.2 | Eigenschaften der Ether..... | 259 |
| 13.4.3 | Wirkung und Anwendung von Ethern..... | 260 |
| 13.4.4 | Beispiele von Ethern mit technischer und pharmazeutisch-medizinischer Bedeutung | 261 |
| 13.4.5 | Cyclische Ether..... | 261 |
| 13.5 | Polyethylenglycole | 262 |
| 13.6 | Carbonylverbindungen | 264 |
| 13.6.1 | Carbonylgruppe..... | 265 |
| 13.6.2 | Aldehyde | 265 |
| 13.6.3 | Ketone..... | 271 |
| 13.6.4 | Gaschromatographie (GC) | 273 |
| 14 | Oxidationsprodukte der Kohlenwasserstoffe – Teil II | 278 |
| 14.1 | Carboxylgruppe | 278 |
| 14.2 | Alkansäuren | 279 |
| 14.2.1 | Eigenschaften in der homologen Reihe der Alkansäuren | 279 |
| 14.2.2 | Reaktionen der Alkansäuren | 281 |
| 14.2.3 | Technische, pharmazeutische und physiologische Bedeutung der Alkansäuren..... | 283 |
| 14.3 | Alkensäuren | 284 |
| 14.3.1 | Alkensäuren mit einer Doppelbindung..... | 285 |
| 14.3.2 | Alkensäuren mit mehreren Doppelbindungen..... | 287 |
| 14.4 | Dicarbonsäuren (aliphatische Dicarbonsäuren) | 290 |
| 14.4.1 | Eigenschaften und Reaktionen der Dicarbonsäuren | 290 |
| 14.4.2 | Ungesättigte Dicarbonsäuren | 290 |
| 14.5 | Substituierte Carbonsäuren bzw. substituierte Alkansäuren | 292 |
| 14.5.1 | Hydroxycarbonsäuren mit einer Hydroxylgruppe – Spiegelbild-Isomerie..... | 293 |

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 14.5.2 | Hydroxycarbonsäuren mit einer oder zwei Hydroxylgruppen und zwei oder drei Carboxylgruppen | 299 |
| 14.5.3 | Halogencarbonsäuren | 301 |
| 14.5.4 | Aminocarbonsäuren, Aminosäuren..... | 302 |
| 14.6 | Aromatische Carbonsäuren | 310 |
| 14.6.1 | Benzoessäure als aromatische Monocarbonsäure..... | 310 |
| 14.6.2 | Derivate der Benzoessäure..... | 312 |
| 14.6.3 | Aromatische Dicarbonsäuren..... | 312 |
| 15 | Kohlenhydrate..... | 315 |
| 15.1 | Definition, Bedeutung und Systematik der Kohlenhydrate | 315 |
| 15.2 | Monosaccharide..... | 316 |
| 15.2.1 | Strukturbesonderheiten und Isomerie | 316 |
| 15.2.2 | Ausgewählte Monosaccharide der Ph. Eur..... | 320 |
| 15.3 | Disaccharide | 325 |
| 15.3.1 | Maltose..... | 325 |
| 15.3.2 | Lactose | 326 |
| 15.3.3 | Lactulose | 327 |
| 15.3.4 | Saccharose..... | 328 |
| 15.4 | Polysaccharide | 330 |
| 15.4.1 | Stärke | 330 |
| 15.4.2 | Glykogen | 332 |
| 15.4.3 | Dextrin..... | 333 |
| 15.4.4 | Cellulose | 333 |
| 15.4.5 | Dextrane..... | 334 |
| 15.5 | Kohlenhydratähnliche Verbindungen | 334 |
| 15.5.1 | Aminozucker | 334 |
| 15.5.2 | Gluconsäure | 335 |
| 15.5.3 | Uronsäuren und Polyuronsäuren | 335 |
| 15.5.4 | Ascorbinsäure..... | 336 |
| 15.5.5 | Maltitol..... | 337 |
| 15.5.6 | Stärkederivate | 337 |
| 15.5.7 | Celluloseether | 338 |
| 16 | Ester | 341 |
| 16.1 | Allgemeines zu den Estern | 341 |
| 16.1.1 | Esterbildung als Gleichgewichtsreaktion..... | 341 |
| 16.1.2 | Nomenklatur der Ester..... | 343 |
| 16.1.3 | Eigenschaften der Ester | 343 |
| 16.2 | Verschiedene Typen von Estern | 343 |
| 16.3 | Ester aus kurzkettiger Alkansäure und kurzkettigem Alkohol..... | 345 |

| | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 16.4 | Ester aus aromatischer Carbonsäure und Alkohol | 345 |
| 16.4.1 | Ester der 4-Hydroxycarbonsäure (p-Hydroxybenzoesäure)..... | 345 |
| 16.4.2 | Ester der 4-Aminocarbonsäure..... | 345 |
| 16.5 | Ester aus Carbonsäure und Phenol | 345 |
| 16.6 | Fette und Öle | 347 |
| 16.6.1 | Bedeutung und Funktionen der Fette..... | 348 |
| 16.6.2 | Zusammensetzung der Fette..... | 348 |
| 16.6.3 | Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften der Fette..... | 349 |
| 16.6.4 | Fettkennzahlen..... | 351 |
| 16.7 | Esterhydrolyse als Umkehrung der Veresterung | 356 |
| 16.7.1 | Verseifung..... | 357 |
| 16.8 | Tenside | 357 |
| 16.8.1 | Seifen..... | 357 |
| 16.8.2 | Tenside mit pharmazeutischem Bezug..... | 359 |
| 17 | Amine, Peptide, Proteine | 363 |
| 17.1 | Amine | 363 |
| 17.1.1 | Aliphatische Amine..... | 363 |
| 17.1.2 | Aromatische Amine..... | 365 |
| 17.1.3 | Biogene Amine..... | 368 |
| 17.2 | Peptidgruppe als strukturbestimmendes Merkmal von Peptiden und Proteinen | 368 |
| 17.3 | Peptide | 369 |
| 17.3.1 | Einteilung..... | 369 |
| 17.3.2 | Nomenklatur und Schreibweise..... | 369 |
| 17.3.3 | Physiologische und pharmazeutische Bedeutung..... | 369 |
| 17.4 | Proteine | 370 |
| 17.4.1 | Struktur und Einteilung..... | 370 |
| 17.4.2 | Eigenschaften der Proteine..... | 371 |
| 17.4.3 | Pharmazeutisch und toxikologisch relevante Proteine..... | 373 |
| 18 | Heterocyclen | 376 |
| 18.1 | Definition und Systematik | 376 |
| 18.2 | Fünfringe mit einem Heteroatom | 377 |
| 18.2.1 | Fünfringe mit einem Stickstoffatom..... | 377 |
| 18.2.2 | Pyrrol mit einem ankondensierten Benzolring..... | 377 |
| 18.3 | Fünfringe mit zwei Heteroatomen | 377 |
| 18.3.1 | Fünfringe mit zwei Stickstoffatomen..... | 377 |
| 18.3.2 | Fünfringe mit zwei verschiedenen Heteroatomen..... | 378 |
| 18.3.3 | Fünfringe mit zwei Stickstoffatomen und einem ankondensierten Benzolring..... | 378 |

| | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 18.4 | Sechsringe mit einem Heteroatom | 379 |
| 18.4.1 | Sechsringe mit einem Stickstoffatom | 379 |
| 18.4.2 | Sechsringe mit einem Stickstoffatom und einem ankondensierten Benzolring | 380 |
| 18.4.3 | Sechsringe mit einem Sauerstoffatom und einem ankondensierten Benzolring | 381 |
| 18.5 | Sechsringe mit zwei Heteroatomen | 382 |
| 18.5.1 | Sechsringe mit zwei Stickstoffatomen | 382 |
| 18.5.2 | Sechsringe mit zwei Heteroatomen (Stickstoff und Schwefel) und zwei ankondensierten Benzolringen | 383 |
| 18.6 | Siebenringe mit einem Heteroatom | 383 |
| 18.6.1 | Siebenringe mit einem Stickstoffatom und zwei ankondensierten Benzolringen | 383 |
| 18.7 | Siebenringe mit zwei Heteroatomen | 384 |
| 18.7.1 | Siebenringe mit zwei Stickstoffatomen und ankondensiertem Benzolring | 384 |
| 18.8 | Bicyclische Heterosysteme am Beispiel der Purinderivate | 384 |
| 18.9 | β-Lactam-Antibiotika als bicyclische Heterosysteme | 385 |

C**Anorganische Chemie – Pharmazeutische Schwerpunkte**

| | | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 19 | Pharmazeutisch relevante Elemente und anorganische Verbindungen | 390 |
| 19.1 | Hauptgruppe VIII – Edelgase | 390 |
| 19.1.1 | Gruppeneigenschaften | 390 |
| 19.1.2 | Vorkommen und Gewinnung | 391 |
| 19.1.3 | Technische und pharmazeutische Verwendung | 391 |
| 19.2 | Sonderstellung des Wasserstoffs | 391 |
| 19.3 | Hauptgruppe VII – Halogene (Salzbildner) | 392 |
| 19.3.1 | Gruppeneigenschaften | 392 |
| 19.3.2 | Ausgewählte Eigenschaften der Halogene | 392 |
| 19.3.3 | Halogenide | 392 |
| 19.4 | Hauptgruppe VI – Chalkogene (Erzbildner) | 396 |
| 19.4.1 | Gruppeneigenschaften | 397 |
| 19.4.2 | Sauerstoff und anorganische Verbindungen des Sauerstoffs | 398 |
| 19.4.3 | Schwefel und anorganische Verbindungen des Schwefels | 400 |
| 19.4.4 | Selen und anorganische Verbindungen des Selen | 403 |
| 19.5 | Hauptgruppe V – Stickstoffgruppe | 403 |
| 19.5.1 | Gruppeneigenschaften | 403 |
| 19.5.2 | Stickstoff und anorganische Verbindungen des Stickstoffs | 403 |
| 19.5.3 | Phosphor und anorganische Verbindungen des Phosphors | 408 |
| 19.5.4 | Arsen und anorganische Verbindungen des Arsens | 410 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 19.5.5 Antimon und seine anorganischen Verbindungen..... | 411 |
| 19.5.6 Bismut (Wismut) und seine Verbindungen..... | 412 |
| 19.6 Hauptgruppe IV – Kohlenstoffgruppe..... | 414 |
| 19.6.1 Gruppeneigenschaften..... | 414 |
| 19.6.2 Kohlenstoff und anorganische Verbindungen des Kohlenstoffs..... | 415 |
| 19.6.3 Silicium und Verbindungen des Siliciums..... | 418 |
| 19.6.4 Zinn und anorganische Verbindungen des Zinns..... | 420 |
| 19.6.5 Blei und anorganische Verbindungen des Bleis..... | 421 |
| 19.7 Hauptgruppe III – Borgruppe..... | 422 |
| 19.7.1 Gruppeneigenschaften..... | 422 |
| 19.7.2 Bor und anorganische Verbindungen des Bors mit pharmazeutischem Bezug..... | 423 |
| 19.7.3 Aluminium und Verbindungen des Aluminiums..... | 424 |
| 19.7.4 Thallium und anorganische Verbindungen des Thalliums..... | 426 |
| 19.8 Hauptgruppe II – Erdalkalimetalle..... | 427 |
| 19.8.1 Gruppeneigenschaften..... | 427 |
| 19.8.2 Magnesium und Verbindungen des Magnesiums..... | 428 |
| 19.8.3 Calcium und Verbindungen des Calciums..... | 430 |
| 19.8.4 Barium und anorganische Verbindungen des Bariums..... | 434 |
| 19.9 Hauptgruppe I – Alkalimetalle..... | 435 |
| 19.9.1 Gruppeneigenschaften..... | 435 |
| 19.9.2 Pharmazeutisch relevante Lithiumverbindungen..... | 437 |
| 19.9.3 Vorkommen und Verwendung von Natrium und Kalium..... | 437 |
| 19.9.4 Physiologische und pharmakologische Eigenschaften von Natrium und Kalium..... | 437 |
| 19.9.5 Nachweisreaktionen für Natrium und Kalium..... | 438 |
| 19.10 Nebengruppenelemente..... | 439 |
| 19.10.1 Nebengruppe I A – Kupfergruppe..... | 440 |
| 19.10.2 Nebengruppe II A – Zinkgruppe..... | 440 |
| 19.10.3 Nebengruppe VI A – Chromgruppe..... | 443 |
| 19.10.4 Nebengruppe VII A – Mangangruppe..... | 444 |
| 19.10.5 Nebengruppe VIII A – Eisengruppe und Platinmetalle..... | 445 |

D**Anhang**

| | |
|-------------------------------------------------|------------|
| Antworten zu den Fragen und Übungen..... | 454 |
| Antworten zu Kapitel 1..... | 454 |
| Antworten zu Kapitel 2..... | 454 |
| Antworten zu Kapitel 3..... | 456 |
| Antworten zu Kapitel 4..... | 458 |
| Antworten zu Kapitel 5..... | 459 |
| Antworten zu Kapitel 6..... | 464 |
| Antworten zu Kapitel 7..... | 465 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| Antworten zu Kapitel 8..... | 470 |
| Antworten zu Kapitel 9..... | 471 |
| Antworten zu Kapitel 10 | 475 |
| Antworten zu Kapitel 11 | 477 |
| Antworten zu Kapitel 12..... | 480 |
| Antworten zu Kapitel 13..... | 481 |
| Antworten zu Kapitel 14..... | 487 |
| Antworten zu Kapitel 15..... | 493 |
| Antworten zu Kapitel 16..... | 496 |
| Antworten zu Kapitel 17..... | 499 |
| Antworten zu Kapitel 18 | 501 |
| Antworten zu Kapitel 19..... | 502 |
| Anhang 1: Chemische Elemente | 505 |
| Anhang 2: Übersicht der Isomeren | 506 |
| Anhang 3: Griechische Zahlwörter, Griechisches Alphabet | 507 |
| Anhang 4: Größen und Einheiten..... | 508 |
| Anhang 5: Umrechnungsfaktoren..... | 509 |
| Anhang 6 | 510 |
| Gefahrensymbole 67/548 EWG | 510 |
| Gefahren-Piktogramme EG-CLP-V | 510 |
| Gefahrenklassen EG-CLP-V..... | 510 |
| H-Sätze | 511 |
| EUH-Sätze | 513 |
| P-Sätze | 514 |
| Anhang 7: Organische Reaktionen | 518 |
| | |
| Literatur..... | 519 |
| Sachregister..... | 521 |
| Periodensystem der Elemente..... | 550 |