

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Grundlagen in der Chemie I (Bereich Mittelstufe)

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>Einleitung: Modelle im Chemieunterricht</b> .....   | 3  |
| <b>2</b> | <b>Das Stoff-Teilchen-Modell</b> .....   | 7  |
| 2.1      | Experiment zum molekularen Sieb .....  | 7  |
| 2.2      | Stoffgemische im Teilchenmodell: Was für ein Stoffgemisch ist Nebel? ....  | 11 |
| 2.3      | Mischungsexperiment: Was passiert bei der Mischung gleicher<br>Volumenanteile dest. Wassers mit Ethanol? .....   | 13 |
| <b>3</b> | <b>Experimente zur Bildung einer Vorstellung zu den Begriffen Element<br/>und Verbindung.</b> .....  | 17 |
| 3.1      | Was ist eine chemische Reaktion? .....   | 17 |
| 3.2      | Was passiert beim Anlegen einer Spannung an destilliertes Wasser? ....   | 18 |
| 3.3      | Was ist eine exotherme Reaktion, was eine endotherme Reaktion? ....  | 24 |
| 3.4      | Elemente lassen sich entsprechend ihrer Reaktionseigenschaften in<br>Gruppen zusammenfassen: die Gruppe der Alkali- und Erdalkalimetalle<br>sowie der Edelgase. .... | 28 |
| <b>4</b> | <b>Die Atomvorstellung nach Dalton</b> .....   | 31 |
| 4.1      | Wie sind Elemente und Verbindungen in der Vorstellung nach Dalton<br>aufgebaut? .....  | 32 |
| 4.2      | Ein Experiment der Alchimisten ... Gold oder kein Gold, das ist hier die<br>Frage ☺ .....  | 33 |
| 4.3      | Elemente besitzen international verständliche Elementsymbole .....   | 37 |
| 4.4      | Wie kann Ordnung in die Vielfalt der Elemente gebracht werden? .....   | 37 |
| 4.5      | Was ist ein Mol? .....   | 39 |
| 4.6      | Was ist unter dem molaren Volumen eines Gases zu verstehen? .....  | 40 |
| 4.7      | Wie viel wiegt ein Atom? .....   | 43 |
| 4.8      | Was ist unter der molaren Masse eines Stoffes zu verstehen? .....  | 46 |

---

|   |     |
|---|-----|
| <b>5 Die internationale Sprache der Chemie: Wie wird eine Reaktionsgleichung aufgestellt?</b> .....   | 49  |
| 5.1 Ist verbrannt auch gleich vernichtet? Oder: Was passiert mit den Massen im Zuge einer chemischen Reaktion? .....                              | 51  |
| 5.2 Das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse .....  | 53  |
| 5.3 Wie kann aus dem Massenverhältnis eine Verhältnisformel abgeleitet werden? .....  | 57  |
| 5.4 Auf den Spuren von <b>Dalton</b> : Wie kann die Atommasse aus dem Massenverhältnis bestimmt werden? .....                                     | 60  |
| <b>6 Die Atomvorstellung nach Rutherford</b> .....  | 63  |
| 6.1 Experiment zur Notwendigkeit der Erweiterung der Atomvorstellung nach <b>Dalton</b> .....   | 63  |
| 6.2 Modellexperiment zur Einführung der Atomvorstellung nach <b>Rutherford</b> .....  | 66  |
| 6.3 Modellexperiment: Welche Funktion haben die Neutronen im Atomkern? .....  | 68  |
| <b>7 Die Atomvorstellung nach Bohr</b> .....  | 71  |
| 7.1 Experiment zum Linienspektrum eines Wasserstoff-Atoms: Wie sind Lichtabsorption und Emission zu erklären? .....                               | 71  |
| 7.2 Ionisierungsenergien führen zur Atomvorstellung nach <b>Bohr</b> und dem Schalenmodell .....  | 76  |
| 7.3 Welche Beobachtungen ergeben sich im Hinblick auf die Anordnung der Element-Atome nach ihrem Atomradius im Periodensystem der Elemente? ..... | 81  |
| 7.4 Ein Würfelspiel zum Einüben des Schalenmodells nach <b>Bohr</b> .....   | 82  |
| <b>8 Die Metall- und Ionenbindung nach Bohr</b> .....   | 85  |
| 8.1 Die Metallbindung .....   | 85  |
| 8.2 Die Ionenbindung .....  | 87  |
| 8.3 Ionen sind beweglich .....  | 93  |
| 8.4 Ionen bilden Ionengitter: Wie ist ein Kochsalzkristall aufgebaut? .....   | 95  |
| 8.5 Kalt oder warm: Wann entsteht Lösungskälte, wann Lösungswärme? .....  | 96  |
| 8.6 Wärme aus Kristallen: Wie funktioniert der Taschenwärmer? .....   | 97  |
| <b>9 Die Elektronenpaarbindung im Kugelwolkenmodell</b> .....   | 105 |
| 9.1 Das Kugelwolkenmodell und die Elektronenpaarbindung: Wie ist ein Chlor-Molekül aufgebaut? .....   | 108 |
| 9.2 Die Valenzstrich-Schreibweise oder <b>Lewis</b> -Schreibweise .....   | 113 |
| 9.3 Das VSEPR-Modell: Wie ist der räumliche Bau von Molekülen zu erklären? .....  | 115 |
| 9.4 Struktur-Eigenschafts-Beziehungen: Warum wird ein Wasserstrahl von einer statisch geladenen Ballonoberfläche angezogen? .....                 | 117 |

---

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 9.5  | Warum bilden sich „Fettaugen“ auf einer Hühnerbrühe? . . . . .  | 121        |
| 9.6  | Wie funktioniert eine Lavalampe „Marke Eigenbau“? . . . . .   | 123        |
| 9.7  | Warum zeigt ein Wassertropfen je nach Oberflächen eine unterschiedliche Form? . . . . .                       | 124        |
| 9.8  | Warum verflüssigt sich Feuerzeuggas unter Druck? . . . . .  | 128        |
| <b>10</b>  | <b>Donator-Akzeptor-Prinzip: Redoxreaktionen</b> . . . . .  | <b>133</b> |
| 10.1   | Was entsteht bei der Verbrennung von Aluminium mit Brom? . . . . .  | 134        |
| 10.2   | Was entsteht bei der Verbrennung von Kupfer mit Schwefel? . . . . .   | 137        |
| 10.3   | Schwerer oder leichter, das ist hier die Frage 😊 . . . . .  | 138        |
| 10.4   | Welche Stoffe sind für die Bildung von Rost verantwortlich? . . . . .   | 142        |
| 10.5   | Was entsteht bei der Verbrennung von rotem Phosphor mit Sauerstoff? . . . . .                                 | 145        |
| 10.6   | Verbrennungsreaktionen im Vergleich. . . . .  | 148        |
| 10.7   | Wie kann Kupfer aus Kupferoxid gewonnen werden? . . . . .   | 151        |
| 10.8   | Das Thermit-Verfahren: Wie werde Schienen miteinander verschweißt? . . . . .                                  | 153        |
| 10.9   | Wie kann Kupfer mit Hilfe von Kohlenstoff gewonnen werden? . . . . .  | 159        |
| 10.10  | Wie kann Kupfer mit Hilfe von Wasserstoff gewonnen werden? . . . . .  | 162        |
| <b>11</b>  | <b>Donator-Akzeptor-Prinzip: Säure/Base-Reaktionen</b> . . . . .  | <b>165</b> |
| 11.1   | Rotkraut oder Blaukraut, das ist hier die Frage 😊 . . . . .   | 166        |
| 11.2   | Was bedeutet der Begriff „ätzend“ im Kontext der Eigenschaften einer Säure bzw. Lauge? . . . . .              | 169        |
| 11.3   | Welcher Bestandteil einer Säure ist für deren Eigenschaften verantwortlich? . . . . .                         | 173        |
| 11.4   | Was passiert mit den Protonen bei Dissoziation einer Säure in Wasser? . . . . .                               | 175        |
| 11.5   | Was ist eine Lauge, was ist eine Base und wer ist für die Eigenschaften einer Lauge verantwortlich? . . . . . | 178        |
| 11.6   | Was haben „Salmiakpastillen“ mit einer Säure/Base-Reaktion zu tun? . . . . .                                  | 180        |
| 11.7   | Ein grüner Springbrunnen . . . . .  | 185        |
| 11.8   | Gegensätze heben sich auf ... Wie wirkt Aludrox® gegen Sodbrennen? . . . . .                                  | 186        |
| 11.9   | Um was für einen Stoff handelt es sich bei der schwarzen Komponente im Wattboden? . . . . .                   | 188        |
| <br><b>Teil II Grundlagen in der Chemie II (Bereich Oberstufe)</b> |   |            |
| <b>12</b>  | <b>Einleitung: Organische Chemie</b> . . . . .  | <b>199</b> |
| <b>13</b>  | <b>Alkane, Alkene, Alkine: Typische Eigenschaften und Reaktionen</b> . . . . .                                | <b>203</b> |
| 13.1   | Erdöl, ein Rohstoff für die Industrie: Um was handelt es sich bei Erdöl? . . . . .                            | 203        |
| 13.2   | Welche Eigenschaften besitzt das Erdöldestillat? . . . . .  | 206        |

---

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 13.3      | Einführung in die Stoffklasse der Alkane . . . . .   | 210        |
| 13.4      | Im Detail: Warum mischt sich Heptan nicht mit Wasser? . . . . .  | 212        |
| 13.5      | Feuerzeuggas aus der fraktionierten Destillation: Gibt es<br>Unterschiede in der Zusammensetzung von Hersteller zu Hersteller? . . . | 215        |
| 13.6      | Alkane als Treibstoff: Das richtige Gas/Luft-Gemisch für den<br>Verbrennungszylinder . . . . .                                       | 220        |
| 13.7      | Die radikalische Substitution an Alkenen: Wie ist die Bildung von<br>Bromheptan zu erklären? . . . . .                               | 225        |
| 13.8      | Die elektrophile Addition: Wie ist die Bildung von Dibromhexan zu<br>erklären? . . . . .   | 231        |
| 13.9      | Alkine: Wie funktioniert die Carbidlampe? . . . . .  | 234        |
| 13.10     | Wie kann 2-Methylpropen aus tertiärem Butanol hergestellt werden? . . .  | 235        |
| <b>14</b> | <b>Alkohole: Typische Eigenschaften und Reaktionen</b> . . . . .   | <b>241</b> |
| 14.1      | Die nucleophile Substitution: Wie kann „Alkohol“ hergestellt werden? . . .   | 242        |
| 14.2      | Alkohol, ein Stoff mit zwei Gesichtern: Welche<br>Löslichkeitseigenschaften besitzt Ethanol? . . . . .                               | 252        |
| 14.3      | Die milde Oxidation von Alkoholen: Wie kann Aceton hergestellt<br>werden? . . . . .  | 254        |
| 14.4      | Die milde Oxidation von Alkoholen: Was entsteht bei der Oxidation<br>von Ethanol? . . . . .  | 258        |
| 14.5      | Was entsteht bei der milden Oxidation von 2-Methylpropan-2-ol? . . . . .   | 260        |
| <b>15</b> | <b>Aldehyde: Typische Eigenschaften und Reaktionen</b> . . . . .   | <b>265</b> |
| 15.1      | Hält der Zigarettenfilter Formaldehyd zurück? . . . . .  | 265        |
| 15.2      | Was entsteht bei der Oxidation eines Aldehyds im basischen Milieu? . . .   | 268        |
| <b>16</b> | <b>Carbonsäuren: Typische Eigenschaften und Reaktionen</b> . . . . .   | <b>275</b> |
| 16.1      | Warum reagiert die Carboxy-Gruppe sauer, die Hydroxy-Gruppe<br>hingegen nicht? . . . . .   | 275        |
| 16.2      | ... auf den richtigen Partner kommt es an: Auch die<br>Hydroxy-Gruppe kann ihr Proton abgeben . . . . .                              | 278        |
| 16.3      | Wie wird das Lösungsmittel im Uhu-Klebstoff synthetisiert? . . . . .   | 281        |
| <b>17</b> | <b>Das chemische Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz</b> . . . . .  | <b>283</b> |
| 17.1      | Die Ester-Reaktion ist eine umkehrbare Reaktion . . . . .  | 284        |
| 17.2      | Exkurs: Wie kann die Geschwindigkeit einer chemischen<br>Reaktion gemessen werden? . . . . .   | 287        |
| 17.3      | Woran ist der Zustand des chemischen Gleichgewichts zu erkennen?<br>Das „Stechheber-Experiment“ . . . . .                            | 291        |
| 17.4      | Vom chemischen Gleichgewicht zum Massenwirkungsgesetz (MWG) . . . . .  | 292        |
| 17.5      | Le Chatelier und das Prinzip vom kleinsten Zwang: Wie kann ein<br>Gleichgewicht verschoben werden? . . . . .                         | 298        |
| 17.6      | Was passiert beim Entkalken des Wasserkochers? . . . . .   | 302        |

---

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 17.7      | Der natürliche Kalk-Kreislauf: Wie bildet sich eine Tropfsteinhöhle? . . .   | 309        |
| 17.8      | Der technische Kalk-Kreislauf: Was passiert beim Abbinden von Mörtel? . . . . .  | 312        |
| 17.9      | Warum wirken Salmiak-Pastillen leicht desinfizierend? . . . . .  | 315        |
| 17.10     | Warum ist es möglich, mit „Soda“ Wäsche zu waschen? . . . . .  | 318        |
| 17.11     | Starke und schwache Säuren: Wie kann die Stärke einer Säure quantitativ beschrieben werden? . . . . .                            | 320        |
| 17.12     | Was ist ein „Puffer“ in der Chemie? . . . . .  | 324        |
| <b>18</b> | <b>Grundlagen und Experimente aus dem Bereich der Lebensmittelchemie . . . . .</b>   | <b>329</b> |
| 18.1      | Welche Eigenschaften besitzt Glucose? . . . . .  | 329        |
| 18.2      | Warum reagiert Glucose mit „Fehling“ aber nicht mit „Schiff“? . . . . .  | 334        |
| 18.3      | Warum reagiert Fructose mit Fehling? . . . . .   | 337        |
| 18.4      | Wie bildet sich Fructofuranose, wie Fructopyranose? . . . . .  | 338        |
| 18.5      | Wie ist Saccharose aufgebaut? . . . . .  | 344        |
| 18.6      | Was passiert mit Speisestärke im Magen? . . . . .  | 348        |
| 18.7      | Wie werden „Bubble-Tea-Bällchen“ hergestellt? . . . . .  | 350        |
| 18.8      | Wie wirkt Vitamin-C? . . . . .   | 354        |
| 18.9      | Welche Titrationseigenschaften besitzt Glycin? . . . . .   | 357        |
| 18.10     | Insekten als Nahrungsquelle: Wie hoch ist der Fettgehalt in getrockneten Heuschrecken? . . . . .                                 | 363        |
| 18.11     | Wie ist ein Neutralfett aufgebaut? . . . . .   | 364        |
| <b>19</b> | <b>Das quantenmechanische Atommodell: Grundlagen und Experimente aus dem Bereich der Aromaten- und Farbstoffchemie . . . . .</b> | <b>369</b> |
| 19.1      | Welche Summenformel besitzt Benzol? . . . . .  | 372        |
| 19.2      | Die Farbe der Bluejeans: Wie wird mit Indigo gefärbt? . . . . .  | 385        |
| 19.3      | Wie kann Indigo synthetisiert werden? . . . . .  | 388        |
| 19.4      | Welche Textilien lassen sich mit $\beta$ -Naphtholorange färben? . . . . .   | 393        |
| 19.5      | Wie wird $\beta$ -Naphtholorange synthetisiert? . . . . .  | 393        |
| 19.6      | Welchen Einfluss besitzt der pH-Wert auf das Spektrum von $\beta$ -Naphtholorange? . . . . .                                     | 400        |
| 19.7      | Wie wird Fluorescein synthetisiert? . . . . .  | 402        |
| 19.8      | Methylenblau als Redoxindikator: Welche Reaktion läuft beim „Blue-Bottle“-Experiment ab? . . . . .                               | 409        |
| 19.9      | Welche Reaktion läuft auf dem Papier eines Kassenbons oder auf Durchschreibepapier ab? . . . . .                                 | 411        |
| <b>20</b> | <b>Grundlagen und Experimente aus dem Bereich der Kunststoffchemie . . . . .</b>   | <b>415</b> |
| 20.1      | Wie kann Nylon (Klasse Thermoplaste) synthetisiert werden? . . . . .   | 416        |
| 20.2      | Wie wird ein Urethanschaum hergestellt? . . . . .  | 418        |
| 20.3      | Wie kann ein Aminoplast (Klasse Duroplaste) synthetisiert werden? . . . . .  | 422        |
| 20.4      | Wie kann Plexiglas (ein Thermoplast) synthetisiert werden? . . . . .   | 424        |

---

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 20.5      | Welches Material ist für die enorme Flüssigkeitsaufnahme in Windeln verantwortlich? . . . . . | 427        |
| 20.6      | Was ist unter „Schießbaumwolle“ zu verstehen? . . . . .                                       | 433        |
| 20.7      | Wie kann ein elektrisch leitfähiger Kunststoff hergestellt werden? . . . . .                  | 439        |
| <b>21</b> | <b>Grundlagen und Experimente aus dem Bereich der Elektrochemie . . . . .</b>                 | <b>445</b> |
| 21.1      | Redoxreihe der Metalle: Warum lassen sich Kupfer-Ionen mit Eisen „zementieren“? . . . . .     | 446        |
| 21.2      | Wie funktioniert das <b>Daniell</b> -Element? . . . . .                                       | 451        |
| 21.3      | Wie kann das Elektrodenpotenzial einer Halbzelle bestimmt werden? . . . . .                   | 454        |
| 21.4      | Von „Silberbäumen unter dem Mikroskop“ zur galvanischen Zelle . . . . .                       | 460        |
| 21.5      | Erweiterung der elektrochemischen Spannungsreihe auf Nichtmetalle . . . . .                   | 464        |
| 21.6      | Welches Elektrodenpotenzial besitzt eine Chlor-Halbzelle? . . . . .                           | 466        |
| 21.7      | Wie kann eine Legierung aus Gold und Kupfer getrennt werden? . . . . .                        | 468        |
| 21.8      | Wie kann die Zellspannung jenseits der Standardbedingungen berechnet werden? . . . . .        | 473        |
| 21.9      | Warum kann Rosten als elektrochemischer Prozess betrachtet werden? . . . . .                  | 477        |
| 21.10     | Wie kann eine Bleistiftmine „veredelt“ werden? . . . . .                                      | 483        |
| 21.11     | Wie funktioniert die Batterie für ein Hörgerät? . . . . .                                     | 490        |
| 21.12     | Wie funktioniert der Lithium-Ionen Akku? . . . . .  | 493        |
|           | <b>Anhang . . . . .</b>   | <b>501</b> |
|           | <b>Literatur . . . . .</b>  | <b>531</b> |
|           | <b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>   | <b>539</b> |