

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <b>Einleitung</b>   | 1  |
| <b>1. Atombau und Periodensystem</b>  | 4  |
| 1.1 Bestandteile des Atoms  | 4  |
| 1.2 Atomkerne   | 5  |
| 1.3 Aufbau der Elektronenhülle  | 7  |
| 1.3.1 Das Bohrsche Atommodell   | 8  |
| 1.3.2 Das wellenmechanische Atommodell<br>Vom Dualismus Welle-Korpuskel, die Bahnformen der Elektronen,<br>prinzipielle erkenntnikritische Überlegungen, die Quantenzahlen und<br>das Pauli-Prinzip, das Energieniveauschema und die Hundsche Regel | 9  |
| 1.4 Das Periodensystem der Elemente   | 22 |
| 1.4.1 Die Elektronenstrukturen der Elemente   | 23 |
| 1.4.2 Die Periodizität der Eigenschaften<br>Ionierungsenergie, Elektronenaffinität, Elektronegativität<br>Atom- und Ionen Durchmesser, die metallischen Eigenschaften   | 24 |
| Kontrollfragen zur Einleitung und zum 1. Kapitel  | 30 |
| <b>2. Die chemische Bindung</b>   | 32 |
| 2.1 Die Atombindung (homöopolare Bindung oder kovalente Bindung)  | 32 |
| 2.1.1 Das Wasserstoffmolekül  | 33 |
| 2.1.2 $\sigma$ -Bindungen   | 34 |
| 2.1.3 $\pi$ -Bindungen  | 35 |
| 2.2 Die heteropolare Bindung, Ionenbindung oder Ionenbeziehung  | 36 |
| 2.3 Die metallische Bindung   | 39 |
| 2.3.1 Das Elektronengas-Modell  | 39 |
| 2.3.2 Das Modell der fluktuierenden Elektronen  | 40 |
| 2.3.3 Das Energiebändermodell   | 40 |
| 2.4 Übergangsformen zwischen den Bindungsarten  | 40 |
| 2.5 Oxidation – Reduktion   | 43 |
| 2.5.1 Die Definition von Oxidation und Reduktion  | 43 |
| 2.5.2 Die Definition der Oxidationszahl   | 44 |
| 2.5.3 Schreibweise von Oxidationszahl und Ladungszahl   | 45 |
| 2.5.4 Regeln für die Festlegung der Oxidationszahl  | 45 |
| 2.6 Dipolbindungen  | 47 |
| 2.7 Van der Waals-Kräfte  | 47 |
| 2.8 Mengenangaben   | 48 |
| 2.8.1 Die Gesetze von den konstanten und multiplen Proportionen   | 48 |

IX

|  |     |
|--|-----|
| 2.8.2 Das Atomgewicht und die relative Atommasse   | 49  |
| 2.8.3 Das Molekulargewicht und das Formelgewicht   | 52  |
| 2.8.4 Das Mol  | 53  |
| 2.8.5 Stöchiometrische Berechnungen  | 54  |
| 2.9 Energieumsätze bei chemischen Reaktionen   | 55  |
| Kontrollfragen zum 2. Kapitel  | 58  |
| <br>   |     |
| <b>3. Die Aggregatzustände</b>   | 60  |
| <b>3.1 Der gasförmige Aggregatzustand</b>  | 60  |
| 3.1.1 Ideale Gase  | 60  |
| 3.1.2 Reale Gase   | 62  |
| 3.1.3 Gasverflüssigung, der Joule-Thomson-Effekt   | 63  |
| <b>3.2 Der flüssige Aggregatzustand</b>  | 63  |
| <b>3.3 Der feste Aggregatzustand</b>   | 65  |
| 3.3.1 Die Kristallsysteme  | 65  |
| 3.3.2 Die Eigenschaften von Kristallen   | 67  |
| 3.3.3 Amorphe Feststoffe   | 69  |
| <b>3.4 Mischungen</b>  | 69  |
| 3.4.1 Homogene Mischungen  | 69  |
| 3.4.2 Heterogene Mischungen  | 70  |
| <b>3.5 Lösungen</b>  | 72  |
| 3.5.1 Angaben über die Zusammensetzung von Lösungen<br>Gehalt, Verhältniszahlen, Konzentration, Molalität,<br>Verdünnungen, Dichtebestimmungen               | 73  |
| 3.5.2 Diffusion und Osmose   | 76  |
| 3.5.3 Lösungsenthalpie und Entropie  | 79  |
| <b>3.6 Aggregatzustandsänderungen</b>  | 83  |
| 3.6.1 Das Temperatur-Energie-Diagramm  | 83  |
| 3.6.2 Das Phasendiagramm<br>Einkomponentensysteme (Tripelpunkt und Schmelzkurve,<br>Einphasengebiet Wasserdampf, Dampfdruckkurven)<br>Mehrkomponentensysteme | 85  |
| 3.6.3 Das Prinzip der Kälteerzeugung   | 89  |
| 3.6.4 Destillation   | 93  |
| Kontrollfragen zum 3. Kapitel  | 96  |
| <br>   |     |
| <b>4. Die Elemente</b>   | 99  |
| <b>4.1 Allgemeines</b>   | 99  |
| 4.1.1 Einteilung der Elemente  | 99  |
| 4.1.2 Die Häufigkeit der Elemente und die Rohstoff-Probleme  | 101 |
| 4.1.3 Elementumwandlungen<br>Einfache Kernreaktionen, Kernzersplitterung,<br>Kernspaltung, Kernverschmelzung oder Kernfusion                                 | 103 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>4.2 Die gasförmigen Elemente</b>  | <b>109</b> |
| <b>4.2.1 Wasserstoff</b>   | <b>109</b> |
| <b>4.2.2 Die gasförmigen Halogene</b>  | <b>111</b> |
| <b>4.2.3 Stickstoff und Sauerstoff</b>   | <b>112</b> |
| Stickstoffmolekül, Doppelbindungsregel, magnetische Eigenschaften der Stoffe, Sauerstoffmolekül O <sub>2</sub> , Die Molekülorbital-Theorie, Sauerstoff-Meßgeräte, Eigenschaften von Sauerstoff und Stickstoff |            |
| <b>4.2.4 Ozon</b>  | <b>120</b> |
| <b>4.2.5 Die Edelgase</b>  | <b>121</b> |
| <b>4.3 Die übrigen Nichtmetalle</b>  | <b>124</b> |
| <b>4.3.1 Brom und Iod</b>  | <b>124</b> |
| <b>4.3.2 Schwefel</b>  | <b>125</b> |
| <b>4.3.3 Phosphor</b>  | <b>126</b> |
| <b>4.3.4 Kohlenstoff</b>   | <b>127</b> |
| Diamant, Graphit, Herstellungsmethoden, Retortenkohle, Koks, Ruß, Aktivkohle, Kohlenstoff-Fasern, -Glas, -Schaum   |            |
| <b>4.4 Halbleiter</b>  | <b>132</b> |
| <b>4.4.1 Die elektrische Leitfähigkeit in festen Stoffen</b>   | <b>132</b> |
| <b>4.4.2 Selen</b>   | <b>135</b> |
| Eigenschaften, Selen-Gleichrichter, Selen-Photozellen, Selen-Photowiderstände  |            |
| <b>4.4.3 Silicium und Germanium</b>  | <b>136</b> |
| Eigenschaften n- und p-dotierte Si-Halbleiter, Herstellung von Halbleiterelementen, n-p-Grenzschichteffekte, Siliciumgleichrichter, Photoelektrischer Effekt, die Bedeutung von Si- und Ge-Halbleitern         |            |
| <b>4.4.4 Chemische Verbindungen als Halbleiter</b>   | <b>142</b> |
| <b>4.5 Metalle</b>   | <b>145</b> |
| <b>4.5.1 Allgemeine metallische Eigenschaften</b>  | <b>145</b> |
| Elektrische Leitfähigkeit, Temperaturabhängigkeit der el. Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Metalglanz, plastische Verformbarkeit   |            |
| <b>4.5.2 Einteilung der Metalle</b>  | <b>151</b> |
| <b>4.5.3 Legierungen</b>   | <b>152</b> |
| Eutektische Legierungen, Mischkristall-Legierungen, intermetallische Verbindungen, Zustandsdiagramme, physikalische Eigenschaften von Legierungen  |            |
| <b>4.5.4 Die Alkalimetalle</b>   | <b>156</b> |
| <b>4.5.5 Die Erdalkalimetalle</b>  | <b>156</b> |
| <b>4.5.6 Beryllium und Magnesium</b>   | <b>156</b> |
| <b>4.5.7 Aluminium und die Metalle der 3. Hauptgruppe</b>  | <b>158</b> |
| <b>4.5.8 Die Metalle der 4. und 5. Hauptgruppe</b>   | <b>158</b> |
| <b>4.5.9 Zink, Cadmium, Quecksilber</b>  | <b>160</b> |
| <b>4.5.10 Kupfer, Silber, Gold</b>   | <b>161</b> |
| <b>4.5.11 Die Platinmetalle</b>  | <b>163</b> |
| <b>4.5.12 Eisen, Cobalt, Nickel</b>  | <b>164</b> |
| <b>4.5.13 Metalle der 4. – 7. Nebengruppe</b>  | <b>168</b> |
| <b>4.5.14 Metalle der 3. Nebengruppe und die Lanthanoide</b>   | <b>168</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>4.6 Radioaktive Elemente</b>  | <b>169</b> |
| <b>4.6.1 Natürliche radioaktive Elemente</b>   | <b>169</b> |
| Uran (U 235 und U 238), Thorium  |            |
| <b>4.6.2 Künstlich hergestellte radioaktive Elemente</b>   | <b>172</b> |
| Plutonium, Cobalt Co 60, Strontium Sr 90   |            |
| <b>4.6.3 Kernreaktoren</b>   | <b>173</b> |
| <b>4.6.4 Energieprobleme der Zukunft</b>   | <b>173</b> |
| Hauptprobleme bei der Kernenergieerzeugung,<br>Sonnenenergie, Risikoabwägung Kernenergie – fossile Brennstoffe, Abbau der Energieverschwendungen |            |
| <b>Kontrollfragen zum 4. Kapitel</b>   | <b>176</b> |
| <br><b>5. Anorganische Verbindungen</b>  | <b>178</b> |
| <b>5.1 Wasserstoffverbindungen der Elemente</b>  | <b>178</b> |
| <b>5.1.1 Das Tetraedermodell für Moleküle</b>  | <b>179</b> |
| <b>5.1.2 Wasser</b>  | <b>181</b> |
| Das Wassermolekül, die Anomalien des Wassers, Eigenschaften  |            |
| <b>5.1.3 Wasserstoffperoxid</b>  | <b>186</b> |
| <b>5.1.4 Chlorwasserstoff</b>  | <b>187</b> |
| <b>5.1.5 Ammoniak</b>  | <b>188</b> |
| <b>5.1.6 Hydrazin</b>  | <b>189</b> |
| <b>5.1.7 Schwefelwasserstoff</b>   | <b>190</b> |
| <b>5.1.8 Phosphorwasserstoff</b>   | <b>190</b> |
| <b>5.2 Säuren – Basen – Salze</b>  | <b>190</b> |
| <b>5.2.1 Säuren</b>  | <b>190</b> |
| <b>5.2.2 Basen</b>   | <b>191</b> |
| <b>5.2.3 Der Ampholyt „Wasser“ und der pH-Wert (1. Teil)</b>   | <b>192</b> |
| <b>5.2.4 Salze</b>   | <b>194</b> |
| <b>5.3 Sauerstoffverbindungen der Elemente</b>   | <b>195</b> |
| <b>5.3.1 Nichtmetalloxide</b>  | <b>195</b> |
| Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Siliciumdioxid, Stickstoffoxide, Phosphorpentoxid, Schwefeloxide  |            |
| <b>5.3.2 Sauerstoffsäuren</b>  | <b>202</b> |
| <b>5.3.3 Metalloxide – Metallhydroxide</b>   | <b>206</b> |
| <b>5.3.4 Glas</b>  | <b>207</b> |
| <b>5.3.5 Alumosilicate</b>   | <b>208</b> |
| <b>5.3.6 Baustoff-Bindemittel</b>  | <b>210</b> |
| Kalkmörtel, Zement, Gips   |            |
| <b>5.3.7 Asbest</b>  | <b>211</b> |
| <b>5.4 Carbide und Nitride</b>   | <b>211</b> |
| <b>5.4.1 Salzartige Carbide</b>  | <b>211</b> |
| <b>5.4.2 Carbide vom Typ intermetallischer Verbindungen</b>  | <b>212</b> |
| <b>5.4.3 Nitride</b>   | <b>212</b> |
| <b>Kontrollfragen zum 5. Kapitel</b>   | <b>212</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>6. Organische Verbindungen</b>   | <b>214</b> |
| <b>6.1 Kohlenwasserstoffe</b>   | <b>216</b> |
| <b>6.1.1 Alkane oder Paraffine</b><br>Methan, geradkettige Paraffine, Paraffine mit Seitenverzweigungen   | <b>216</b> |
| <b>6.1.2 Alkene oder Olefine</b><br>Ethylen oder Ethen, Nomenklatur und Eigenschaften der Olefine,<br>Diolefine, Cracken von Paraffinen                                       | <b>220</b> |
| <b>6.1.3 Alkine oder Acetylene</b>  | <b>222</b> |
| <b>6.1.4 Alicyclische Verbindungen</b>  | <b>225</b> |
| <b>6.1.5 Aromatische Kohlenwasserstoffe</b><br>Eigenschaften des Benzols, andere aromatische Ringsysteme,<br>Benzolkohlenwasserstoffe mit Seitenketten, kondensierte Aromaten | <b>225</b> |
| <b>6.2 Halogenabkömmlinge der Kohlenwasserstoffe</b>  | <b>231</b> |
| <b>6.2.1 Chlorige Kohlenwasserstoffe</b>  | <b>231</b> |
| <b>6.2.2 Frigene (Freone) und Halone</b>  | <b>232</b> |
| <b>6.2.3 Umweltaspekte von chlorierten Kohlenwasserstoffen</b>  | <b>233</b> |
| <b>6.2.4 Substitutionsmöglichkeiten von Halogenkohlenwasserstoffen</b>  | <b>233</b> |
| <b>6.3 Metallorganische Verbindungen</b>  | <b>234</b> |
| <b>6.4 Sauerstoffverbindungen</b>   | <b>234</b> |
| <b>6.4.1 Alkohole</b>   | <b>234</b> |
| <b>6.4.2 Phenole</b>  | <b>236</b> |
| <b>6.4.3 Ether</b>  | <b>237</b> |
| <b>6.4.4 Ketone</b>   | <b>238</b> |
| <b>6.4.5 Aldehyde</b>   | <b>239</b> |
| <b>6.4.6 Carbonsäure</b>  | <b>240</b> |
| <b>6.4.7 Ester</b>  | <b>244</b> |
| <b>6.4.8 Fette und fette Öle</b>  | <b>245</b> |
| <b>6.4.9 Seifen und Waschmittel</b>   | <b>246</b> |
| <b>6.4.10 Zusammenfassender Überblick</b>   | <b>248</b> |
| <b>6.5 Stickstoffverbindungen</b>   | <b>249</b> |
| <b>6.5.1 Amine</b>  | <b>249</b> |
| <b>6.5.2 Aminosäuren</b>  | <b>249</b> |
| <b>6.5.3 Amide</b>  | <b>250</b> |
| <b>6.5.4 Nitrile</b>  | <b>250</b> |
| <b>6.5.5 Nitroverbindungen</b>  | <b>251</b> |
| <b>6.6 Heterocyclische Verbindungen</b>   | <b>252</b> |
| <b>6.6.1 Stickstoffhaltige Heterocyclen</b>   | <b>252</b> |
| <b>6.6.2 Sauerstoffhaltige Heterocyclen</b>   | <b>252</b> |
| <b>6.7 Organische Naturprodukte</b>   | <b>253</b> |
| <b>6.7.1 Kohlenhydrate</b>  | <b>253</b> |
| <b>6.7.2 Eiweißstoffe</b>   | <b>255</b> |
| <b>6.8 Brennstoffe – Kraftstoffe – Schmierstoffe</b>  | <b>256</b> |
| <b>6.8.1 Brennstoffe</b>  | <b>256</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6.8.2 Kraftstoffe</b>   | <b>259</b> |
| <b>6.8.3 Schmierstoffe</b>   | <b>262</b> |
| Schmieröle, Schmierfette, Feststoffschniermittel   |            |
| <b>6.8.4 Unfallverhütungsvorschriften</b>  | <b>265</b> |
| <b>Kontrollfragen zum 6. Kapitel</b>   | <b>267</b> |
| <b>7. Kunststoffe</b>  | <b>269</b> |
| <b>7.1 Mechanisch-thermische Eigenschaften</b>   | <b>269</b> |
| <b>7.1.1 Thermoplaste</b>  | <b>270</b> |
| <b>7.1.2 Elaste</b>  | <b>271</b> |
| <b>7.1.3 Duroplaste</b>  | <b>273</b> |
| <b>7.1.4 Fluidoplaste</b>  | <b>274</b> |
| <b>7.1.5 Spannungs-Dehnungs-Diagramme</b>  | <b>274</b> |
| <b>7.2 Abgewandelte Naturprodukte</b>  | <b>275</b> |
| <b>7.2.1 Kunststoffe auf Cellulosebasis</b>  | <b>275</b> |
| Hydratcellulose, Vulkanfiber, Celluloseether, Cellulosenitrat, Celluloseacetat,                            |            |
| <b>7.2.2 Gummi aus Naturkautschuk</b>  | <b>279</b> |
| <b>7.2.3 Guttapercha</b>   | <b>280</b> |
| <b>7.2.4 Kunsthorn</b>   | <b>281</b> |
| <b>7.3 Polymerisationskunststoffe</b>  | <b>281</b> |
| <b>7.3.1 Allgemeines</b>   | <b>281</b> |
| <b>7.3.2 Polyethylen</b>   | <b>283</b> |
| <b>7.3.3 Polypropylen</b>  | <b>285</b> |
| <b>7.3.4 Polybuten</b>   | <b>286</b> |
| <b>7.3.5 Polyisobutylen</b>  | <b>286</b> |
| <b>7.3.6 Synthetischer Kautschuk</b>   | <b>287</b> |
| <b>7.3.7 Ethylen-Propylen-Kautschuk</b>  | <b>288</b> |
| <b>7.3.8 Polystyrol</b>  | <b>288</b> |
| <b>7.3.9 Polyvinylcarbazol</b>   | <b>290</b> |
| <b>7.3.10 Polyvinylchlorid und Polyvinylacetat</b>   | <b>290</b> |
| <b>7.3.11 Polyvinylidenchlorid</b>   | <b>292</b> |
| <b>7.3.12 Polytetrafluorethylen</b>  | <b>292</b> |
| <b>7.3.13 Polyacrylnitril</b>  | <b>294</b> |
| <b>7.3.14 Polymethacrylsäuremethylester</b>  | <b>295</b> |
| <b>7.3.15 Polyoxymethylen</b>  | <b>295</b> |
| <b>7.4 Polykondensationskunststoffe</b>  | <b>296</b> |
| <b>7.4.1 Polyamide</b>   | <b>296</b> |
| <b>7.4.2 Formaldehydkondensationsprodukte</b>  | <b>297</b> |
| Phenol-Formaldehyd-Harz, Harnstoff-Formaldehyd-Harz, Melamin-Formaldehyd-Harz,                             |            |
| <b>7.4.3 Polyesterharze oder Alkydharze</b>  | <b>300</b> |
| Lineare Polyester, Vernetzte Polyester, Ungesättigte Polyester, Glasfaserverstärkte ungesättigte Polyester |            |

|   |            |
|---|------------|
| <b>7.4.4 Polycarbonat</b>   | <b>303</b> |
| <b>7.4.5 Hochtemperaturbeständige Polykondensationskunststoffe</b>  | <b>303</b> |
| <b>7.5 Polyadditionskunststoffe</b>   | <b>304</b> |
| <b>7.5.1 Polyurethane</b>   | <b>305</b> |
| <b>7.5.2 Epoxidharze</b>  | <b>305</b> |
| <b>7.6 Silicone</b>   | <b>307</b> |
| <b>7.6.1 Siliconöle und -fette</b>  | <b>307</b> |
| <b>7.6.2 Siliconkautschuk</b>   | <b>308</b> |
| <b>7.6.3 Siliconharze</b>   | <b>308</b> |
| <b>7.7 Alterung und Zerstörung von Kunststoffen</b>   | <b>308</b> |
| <b>7.7.1 Thermische Einflüsse</b>   | <b>308</b> |
| <b>Thermische Stabilität von Kunststoffen, Pyrolyseren,</b>   |            |
| <b>7.7.2 Einfluß von energiereicher Strahlung</b>   | <b>312</b> |
| <b>7.7.3 Spannungsrißbildung</b>  | <b>313</b> |
| <b>7.7.4 Einfluß von Lösungsmitteln</b>   | <b>313</b> |
| <b>7.7.5 Chemische Zerstörung von Kunststoffen</b>  | <b>316</b> |
| <b>7.7.6 Feuerbeständigkeit von Kunststoffen</b>  | <b>316</b> |
| <b>Kontrollfragen zum 7. Kapitel</b>  | <b>317</b> |
| <br>  |            |
| <b>8. Chemische Gleichgewichte</b>  | <b>319</b> |
| <b>8.1 Das Massenwirkungsgesetz</b>   | <b>319</b> |
| <b>8.1.1 Der Verlauf chemischer Reaktionen</b>  | <b>319</b> |
| <b>Reversible – irreversible Prozesse, Reaktionsgeschwindigkeit, Einfluß von Temperatur, Konzentration, Katalysatoren</b>                           |            |
| <b>8.1.2 Die mathematische Formulierung des Massenwirkungsgesetzes</b>  | <b>322</b> |
| <b>8.1.3 Das Prinzip von Le Chatelier</b>   | <b>325</b> |
| <b>Veränderung der Konzentration eines Reaktionspartners, Einfluß der Verdünnung bzw. des Reaktionsdruckes, Veränderung der Reaktionstemperatur</b> |            |
| <b>8.2 Gleichgewichte in wässrigen Lösungen</b>   | <b>327</b> |
| <b>8.2.1 Das Ionenprodukt des Wassers</b>   | <b>327</b> |
| <b>8.2.2 Der pH-Wert (2. Teil)</b>  | <b>329</b> |
| <b>8.2.3 Die elektrolytische Dissoziation</b>   | <b>330</b> |
| <b>8.2.4 Das Kohlensäuregleichgewicht</b>   | <b>332</b> |
| <b>8.2.5 Pufferlösungen</b>   | <b>332</b> |
| <b>8.2.6 pH-Farbindikatoren</b>   | <b>334</b> |
| <b>8.2.7 Maßanalyse</b>   | <b>335</b> |
| <b>Acidimetrie, Normallösungen, Redoxtitrationen (Oxidimetrie)</b>  |            |
| <b>8.2.8 Saure und basische Reaktionen von Salzen</b>   | <b>339</b> |
| <b>Anionenbasen, Kationensäuren</b>   |            |
| <b>8.3 Löslichkeitsprodukt</b>  | <b>340</b> |
| <b>8.3.1 Mathematische Ableitung des Löslichkeitsproduktes</b>  | <b>341</b> |

|   |     |
|---|-----|
| 8.3.2 Das Löslichkeitsprodukt des Calciumcarbonats<br>Kesselstein, Wasserhärte, Verhinderung von Kalkabscheidungen  | 343 |
| 8.3.3 Weitere Anwendungsbeispiele der Praxis  | 348 |
| <b>8.4 Komplexverbindungen</b>  | 350 |
| 8.4.1 Komplexverbindung am Anion  | 350 |
| 8.4.2 Komplexbildung am Kation  | 352 |
| 8.4.3 Komplexbildung an neutralen Atomen  | 354 |
| 8.4.4 Bindungsarten bei Komplexen<br>Valence Bond-Theorie, Ligandenfeldtheorie, charakteristische Eigen-schaften häufig gebrauchter Komplexverbindungen   | 355 |
| 8.4.5 Photographische Prozesse<br>Schwarz-Weiß-Photographie, Farbphotographie   | 360 |
| <b>8.5 Gasgleichgewichte</b>  | 364 |
| 8.5.1 Homogene Gasgleichgewichte<br>Die thermische Dissoziation von Wasserdampf und Kohlendioxid, das Wassergleichgewicht, die Bunsenbrennerflamme, die Schweiß-brennerflamme, die Abgase von Kraftfahrzeugen | 364 |
| 8.5.2 Heterogene Gasgleichgewichte<br>Boudouard-Gleichgewicht, Gasmementieren oder Einsatzhärten  | 371 |
| 8.5.3 Der Heßsche Satz  | 372 |
| <b>8.6 Adsorptionsvorgänge</b>  | 373 |
| 8.6.1 Adsorptionsvorgänge   | 373 |
| 8.6.2 Chromatographie<br>Flüssigkeitschromatographie, Gaschromatographie  | 374 |
| Kontrollfragen zum 8. Kapitel   | 377 |
| <b>9. Elektrochemie</b>   | 379 |
| <b>9.1 Elektrochemische Potentiale</b>  | 379 |
| 9.1.1 Galvanische Elemente  | 379 |
| 9.1.2 Die Normal-Wasserstoffelektrode   | 381 |
| 9.1.3 Die Normalpotentiale (elektrochemische Spannungsreihen)   | 382 |
| 9.1.4 Praktische Spannungsreihen  | 388 |
| 9.1.5 Herstellung von Leiterplatten   | 389 |
| <b>9.2 Die Konzentrationsabhängigkeit der elektrochemischen Potentiale</b>  | 390 |
| 9.2.1 Die Nernstsche Gleichung  | 391 |
| 9.2.2 Elektroden zweiter Art<br>Silberchloridelektrode, Kalomelektrode, Weston-Normalelement  | 393 |
| 9.2.3 pH-Messungen<br>Chinhydronlektrode, Glaselektrode, Antimon- und Wismutelektroden  | 396 |
| <b>9.3 Korrosion und Korrosionsschutz</b>   | 398 |
| 9.3.1 Korrosionsursachen  | 398 |
| 9.3.2 Korrosionsarten<br>Oberflächenkorrosion, Lochfraß, Untergrundkorrosion, Zerfall des Gefüges durch Korrosion, Spannungsrißkorrosion, Schwingungs-  | 400 |

|  |            |
|--|------------|
| korrosion, Erosionskorrosion, Kavitation, Bodenkorrosion,<br>elementarer Wasserstoff als Korrosionsursache, Heißkorrosion            |            |
| <b>9.3.3 Möglichkeiten des Korrosionsschutzes</b>  | <b>407</b> |
| Schutzschichten aus Metall, anorganische Schutzschichten,<br>organische Schutzüberzüge, kathodischer Korrosionsschutz                |            |
| <b>9.4 Erzwungene elektrochemische Vorgänge</b>  | <b>412</b> |
| <b>9.4.1 Messung einer galvanischen Spannung</b>   | <b>412</b> |
| <b>9.4.2 Die Elektrolyse</b>   | <b>413</b> |
| <b>9.4.3 Die Faradayschen Gesetze</b>  | <b>414</b> |
| <b>9.4.4 Die elektrische Leitfähigkeit von Elektrolyten</b>  | <b>415</b> |
| <b>9.4.5 Elektrochemische Polarisation</b>   | <b>415</b> |
| Chemische Polarisation, Abscheidungspolarisation (Zersetzungsspannung und Überspannung), Diffusions- oder Konzentrationspolarisation |            |
| <b>9.5 Galvanisieren</b>   | <b>420</b> |
| <b>9.5.1 Die elektrolytische Entfettung</b>  | <b>420</b> |
| <b>9.5.2 Elektropolieren und Elektroentgraten</b>  | <b>420</b> |
| <b>9.5.3 Die gebräuchlichsten Metallschutzschichten</b>  | <b>421</b> |
| <b>9.5.4 Allgemeines über galvanische Metallabscheidungen</b>  | <b>423</b> |
| <b>9.5.5 Abwässerreinigung in Galvanisierbetrieben</b>   | <b>424</b> |
| <b>9.6 Galvanische Stromerzeugung</b>  | <b>425</b> |
| <b>9.6.1 Primärelemente</b>  | <b>425</b> |
| <b>9.6.2 Der Bleiakkumulator</b>   | <b>426</b> |
| <b>9.6.3 Der Cadmium-Nickel-Akku</b>   | <b>428</b> |
| <b>9.6.4 Brennstoffelemente</b>  | <b>428</b> |
| <b>9.7 Elektrochemische Meßmethoden</b>  | <b>429</b> |
| <b>9.7.1 Die Leitfähigkeitsmethode</b>   | <b>430</b> |
| <b>9.7.2 Potentiometrie</b>  | <b>431</b> |
| <b>9.7.3 Die Coulometrie</b>   | <b>431</b> |
| <b>9.7.4 Die Polarographie</b>   | <b>431</b> |
| <b>Kontrollfragen zum 9. Kapitel</b>   | <b>434</b> |
| <b>10. Spektren und ihre Anwendungen</b>   | <b>437</b> |
| <b>10.1 Elektromagnetische Spektren</b>  | <b>438</b> |
| <b>10.1.1 Die Entstehung von elektromagnetischen Spektren</b>  | <b>438</b> |
| <b>10.1.2 Absorptions- und Emissionsspektren</b>   | <b>438</b> |
| <b>10.1.3 Die Bereiche elektromagnetischer Strahlen</b>  | <b>439</b> |
| <b>10.2 Spektrenformen</b>   | <b>440</b> |
| <b>10.2.1 Linienspektren</b>   | <b>441</b> |
| Die Lage der Linien, Aussehen einer Spektrallinie,<br>Moseleysches Gesetz  |            |
| <b>10.2.2 Bandenspektren</b>   | <b>446</b> |
| <b>10.2.3 Absorptionsmaxima</b>  | <b>446</b> |
| <b>10.3 Spektralanalytische Methoden</b>   | <b>447</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 10.3.1 Die spektroskopische Methode   | 447        |
| 10.3.2 Die spektrographische Methode  | 447        |
| 10.3.3 Die spektrometrische Methode.  | 448        |
| 10.3.4 Messung von Konzentrationsschwankungen   | 448        |
| <b>10.4 Spektralbereiche</b>  | <b>448</b> |
| 10.4.1 Gammastrahlen  | 448        |
| 10.4.2 Röntgenbereich<br>Röntgenfluoreszenzanalyse, Röntgenstrukturanalyse  | 449        |
| 10.4.3 UV-Spektren  | 451        |
| 10.4.4 Spektren im sichtbaren Licht<br>Emissionsspektren, (Flammenspektren, Funkenspektren),<br>Absorptionsspektren, (Atomabsorptionsspektren, Kolorimetrie)  | 452        |
| 10.4.5 Infrarotspektren<br>Absorptionsspektren, Raman-Spektren  | 453        |
| 10.4.6 Elektronenspinresonanz (ESR)   | 455        |
| 10.4.7 Magnetische Kernresonanz   | 455        |
| <b>10.5 Spezielle Meßgeräte</b>   | <b>456</b> |
| 10.5.1 Kolorimeter oder Spektralphotometer  | 456        |
| 10.5.2 IR-Meßgeräte für Gase  | 458        |
| 10.5.3 Chemoluminiszenzanalyse  | 459        |
| <b>10.6 Massenspektrometer</b>  | <b>460</b> |
| <b>10.7 Farbmittel</b>  | <b>461</b> |
| 10.7.1 Ursache für die Farbigkeit<br>Anorganische, organische Stoffe  | 462        |
| 10.7.2 Pigmente<br>Anorganische Pigmente, organische Pigmente (Azopigmente,<br>Phthalocyanin-Pigmente, Allgemeines über organische Pigmente)  | 463        |
| 10.7.3 Farbstoffe   | 466        |
| 10.7.4 Farbindikatoren  | 466        |
| 10.7.5 Allgemeine Überlegungen zu Pigmenten und Farbstoffen   | 466        |
| <b>10.8 Reprographie</b>  | <b>467</b> |
| 10.8.1 Diazotypie<br>Konventionelle Methode, Vesikularphotographie  | 467        |
| 10.8.2 Elektrophotographie  | 469        |
| <b>10.9 Reproduktionsverfahren</b>  | <b>470</b> |
| 10.9.1 Methoden der Drucktechnik  | 470        |
| 10.9.2 Herstellung der Kopiervorlage<br>Photopolymerisation, Elektrographisches Verfahren,<br>Chromatkolloidverfahren   | 471        |
| 10.9.3 Herstellung der Druckformen<br>Photopolymerisation bzw. Photovernetzung, Metallplatten,<br>Diazoverfahren, Chromatkolloidverfahren (Flachdruck,<br>Tiefdruck), elektrophotographisches Verfahren | 473        |
| 10.9.4 Generelle Überlegungen   | 475        |
| Kontrollfragen zum 10. Kapitel  | 475        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>11. Biochemie und Umweltschutz</b>  | <b>477</b> |
| <b>11.1 Grundlagen der Biochemie</b>   | <b>477</b> |
| <b>11.1.1 Eigenschaften belebter Materie</b>   | 477        |
| Das Phänomen des Lebens, Einteilung der Lebewesen  |            |
| <b>11.1.2 Die chemische Zusammensetzung der Zelle</b>  | 480        |
| Mikromoleküle, Makromoleküle   |            |
| <b>11.1.3 Biologische Bestandteile der Zelle</b>   | 480        |
| Eukaryontische Zellen (Zellkern, Ribosomen, Mitochondrien und Chloroplasten), prokaryontische Zellen   |            |
| <b>11.1.4 Das Phänomen des Stoffwechsels</b>   | 483        |
| Allgemeines, industrielle Nutzung, menschliche Ernährung   |            |
| <b>11.2 Molekularbiologie</b>  | 490        |
| <b>11.2.1 Die Verdoppelung der DNA</b>   | 490        |
| <b>11.2.2 Die Eiweißsynthese</b>   | 492        |
| <b>11.2.3 Die Weitergabe des Lebens</b>  | 494        |
| Vegetative und geschlechtliche Fortpflanzung   |            |
| <b>11.2.4 Mutationen</b>   | 496        |
| Mutationsarten (Chromosomenmutationen, Punktmutationen, Genommutationen), Reparatur von Mutationen, somatische Mutationen  |            |
| <b>11.2.5 Ursprung des Lebens und Evolution</b>  | 499        |
| <b>11.3 Giftwirkung</b>  | 500        |
| <b>11.3.1 Allgemeines</b>  | 500        |
| Giftige Dosis, chronische und akute Vergiftungen, Giftwirkungen (Verätzungen, Störungen des Stoffwechsels, kanzerogene und mutagene Effekte, Allergien), Vorsorgemaßnahmen, Erste Hilfe bei akuten Vergiftungen  |            |
| <b>11.3.2 Die wichtigsten Gifte</b>  | 504        |
| Giftige anorganische Stoffe (Schwermetalle, Säuren und Basen, giftige Gase, Asbest), giftige organische Stoffe (Lösungsmittel, Pestizide, Naturgifte, Abhilfe bei Vergiftungen mit organischen Stoffen, das Nicotin und das Rauchen), radioaktive Stoffe   |            |
| <b>11.4 Wasserreinigung</b>  | 512        |
| <b>11.4.1 Rohstoff Wasser</b>  | 512        |
| <b>11.4.2 Trink- und Brauchwasseraufbereitung</b>  | 513        |
| <b>11.4.3 Verschmutzungsgrad von Abwässern</b>   | 513        |
| (BSB <sub>5</sub> , CSB, TOC, EGW)   |            |
| <b>11.4.4 Vorreinigung und Entgiftung industrieller Abwässer</b>   | 514        |
| Fällung und Abtrennung in Form fester Stoffe (Überschreitung des Löslichkeitsproduktes, Flocculationsverfahren), Oxidation – Reduktion – Neutralisation – Zersetzung, Adsorption und Ionenaustausch, Flotation und Abscheidung von Emulsionen, Ultrafiltration und Umkehrosmose, Extraktion, Stripping und Eindampfen, Elektrolyse |            |
| <b>11.4.5 Kläranlagen</b>  | 518        |
| Die Reinigung des Wassers (mechanisch, biologisch, chemisch), Schlammbehandlung  |            |

|   |            |
|---|------------|
| <b>11.5 Luftreinhaltung</b>   | <b>521</b> |
| <b>11.5.1 Physikalische Verfahren</b>   | 521        |
| Abscheidung fester Stoffe (Massenkraftabscheider,<br>Staubfilter, elektrische Abscheider, naßarbeitende Ab-<br>scheider, Abscheidung von Gasen und Dämpfen) |            |
| <b>11.5.2 Chemische Verfahren</b>   | 524        |
| Oxidation, Entschwefelung von Abgasen   |            |
| <b>11.5.3 Transmission</b>  | 525        |
| <b>11.6 Abfallverwertung und Abfallbeseitigung</b>  | <b>525</b> |
| <b>11.6.1 Organische Abfälle</b>  | 525        |
| <b>11.6.2 Anorganische Abfälle</b>  | 526        |
| <b>11.6.3 Sondermülldeponien (Übertage-Deponien)</b>  | 526        |
| <b>11.6.4 Untertage-Deponien</b>  | 526        |
| <b>11.6.5 Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle</b>  | 527        |
| <b>11.7 Humanökologie</b>   | <b>527</b> |
| <b>11.7.1 Ökosysteme</b>  | 528        |
| <b>11.7.2 Energieumsätze</b>  | 529        |
| <b>11.7.3 Stoffkreisläufe</b>   | 530        |
| <b>11.7.4 Ernteerträge</b>  | 532        |
| Primärproduktion der Biosphäre, Nettoproduktion und<br>ökologische Stabilität   |            |
| <b>11.7.5 Die ökologische Funktion der Wälder</b>   | 534        |
| Stabilisierung der Landschaft, Ausgleich des Wasserhaus-<br>halts, weitere Funktionen   |            |
| <b>11.7.6 Ursachen für das Baumsterben in den Wäldern</b>   | 535        |
| <b>11.7.7 Populationsdichte</b>   | 535        |
| <b>11.7.8 Ökologische Maßnahmen in Industriebetrieben</b>   | 536        |
| <b>11.7.9 Sicherung der Lebensgrundlage</b>   | 537        |
| <b>Kontrollfragen zum 11. Kapitel</b>   | <b>538</b> |
| <b>12 Chemische Literatur</b>   | <b>540</b> |
| <b>12.1 Allgemeines</b>   | <b>540</b> |
| <b>12.2 Weiterführende Lehrbücher</b>   | <b>541</b> |
| <b>12.2.1 Anorganische Chemie</b>   | 542        |
| <b>12.2.2 Organische Chemie</b>   | 542        |
| <b>12.2.3 Biochemie</b>   | 542        |
| <b>12.2.4 Physikalische Chemie</b>  | 543        |
| <b>12.2.5 Sondergebiete</b>   | 543        |
| Abwasser, Analytik, Chemische Technik, Korrosion und<br>Korrosionsschutz, Kunststoffe, Umweltschutz u. Unfallverhütung,<br>Verfahrenstechnik                |            |
| <b>12.3 Enzyklopädien und Tabellenwerke</b>   | <b>544</b> |
| <b>12.3.1 Römpps „Chemie-Lexikon“ und „Chemisches Wörterbuch“</b>   | 544        |
| <b>12.3.2 Tabellenwerke</b>   | 544        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>12.3.3 Enzyklopädie der Technischen Chemie</b>   | <b>544</b> |
| <b>12.3.4 Große Nachschlagewerke zu Teilgebieten der Chemie</b>   | <b>545</b> |
| Gmelin, Beilstein   |            |
| <b>12.3.5 Kleinere Nachschlagewerke für spezielle Bereiche</b>  | <b>546</b> |
| Kunststoffe, Chemisch-Technisches Lexikon, Lexikon Biochemie, Klinisches Wörterbuch, Umweltschutz und Unfallverhütung |            |
| Bezugsquellenverzeichnisse  |            |
| <b>12.4 Fachzeitschriften</b>   | <b>547</b> |
| <b>12.5 Referateorgane</b>  | <b>547</b> |
| <b>12.5.1 Chemical Abstracts</b>  | <b>547</b> |
| <b>12.5.2 Andere Referateorgane</b>   | <b>549</b> |
| <b>12.5.3 Fachinformationszentren</b>   | <b>549</b> |
| <b>12.6 Patentliteratur</b>   | <b>549</b> |
| <b>12.7 Dokumentation</b>   | <b>550</b> |
| <b>12.7.1 Eindimensionale Kartei</b>  | <b>550</b> |
| <b>12.7.2 Mehrdimensionale Systeme</b>  | <b>550</b> |
| Unitern-System, Handlochkarten  |            |
| <b>Kontrollfragen zum 12. Kapitel</b>   | <b>552</b> |

## Anhang

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Die Buchstaben des griechischen Alphabets</b>       | <b>553</b>   |
| <b>Vorsatzzeichen</b>                                  | <b>554</b>   |
| <b>Abkürzungen für Stoffmengengehalte</b>              | <b>554</b>   |
| <b>Maßeinheitentabelle</b>                             | <b>555</b>   |
| <b>Verzeichnis der chemischen Elemente</b>             | <b>556</b>   |
| <b>Bestimmung der wichtigsten Kationen und Anionen</b> | <b>558</b>   |
| <b>MAK und TRK</b>                                     | <b>561</b>   |
| <b>Lebensmitteltabellen</b>                            | <b>562</b>   |
| <b>Abwasser-Grenzwerte</b>                             | <b>564</b>   |
| <b>Antworten zu den Kontrollfragen</b>                 | <b>565</b>   |
| <b>Register</b>  | <b>589</b>   |
| <b>Periodensystem</b>                                  | (Klapptafel) |