

Inhaltsverzeichnis

| | | | | | |
|-------------|--|----------|-------------|---|-----|
| 1 | Mathematische Grundlagen, praktisches Rechnen | 8 | 2.3.3 | Standardabweichung | 42 |
| | | | 2.3.4 | Gauß'sche Normalverteilung | 43 |
| 1.1 | Zahlenarten | 8 | 2.3.5 | Auswertung mit dem Taschenrechner und Computer | 43 |
| 1.2 | Größen, Einheiten, Zeichen, Formeln | 9 | 2.4 | Darstellung von Messergebnissen | 45 |
| 1.3 | Grundrechnungsarten | 10 | 2.4.1 | Messwerte in Wertetabellen | 45 |
| 1.3.1 | Addieren und Subtrahieren | 10 | 2.4.2 | Grafische Darstellung von Messwerten | 46 |
| 1.3.2 | Multiplizieren | 11 | 2.4.3 | Arbeiten mit Diagrammen in der Chemietechnik | 48 |
| 1.3.3 | Dividieren | 12 | 2.4.4 | Funktionsgraphen | 50 |
| 1.4 | Berechnen zusammengesetzter Ausdrücke | 13 | 2.4.5 | Linearisieren einer Kurve | 52 |
| 1.5 | Bruchrechnen | 14 | 2.4.6 | Verwendung grafischer Papiere | 53 |
| 1.5.1 | Addieren und Subtrahieren von Brüchen | 14 | 2.5 | Versuchs- und Prozessdatenauswertung mit dem Computer | 55 |
| 1.5.2 | Multiplizieren und Dividieren von Brüchen | 15 | 2.5.1 | Das Tabellenkalkulationsprogramm Excel | 55 |
| 1.6 | Rechnen mit Potenzen | 16 | 2.5.2 | Auswertung von Messreihen mit Excel | 57 |
| 1.7 | Rechnen mit Wurzeln | 18 | 2.5.3 | Diagramme zeichnen mit Excel | 60 |
| 1.8 | Rechnen mit Logarithmen | 20 | 2.5.4 | Regressionsanalyse mit Excel | 64 |
| 1.8.1 | Definition des Logarithmus | 20 | | Gemischte Aufgaben zu Kapitel 2 | 66 |
| 1.8.2 | Berechnen dekadischer Logarithmen | 21 | | | |
| 1.8.3 | Berechnen natürlicher Logarithmen | 21 | | | |
| 1.8.4 | Logarithmengesetze | 22 | | | |
| 1.8.5 | Logarithmieren bei der pH-Wert-Berechnung | 22 | | | |
| 1.9 | Lösen von Gleichungen | 23 | 3 | Ausgewählte physikalische Berechnungen | 69 |
| 1.9.1 | Lösen von Bestimmungsgleichungen | 23 | | | |
| 1.9.2 | Lösen von Größengleichungen | 24 | 3.1 | Größen, Zeichen, Einheiten, Umrechnungen | 69 |
| 1.10 | Rechnen mit Winkeln und Winkelfunktionen | 25 | 3.2 | Berechnung von Längen, Flächen, Oberflächen und Volumina | 74 |
| 1.11 | Berechnungen mit dem Dreisatz | 26 | 3.2.1 | Längenberechnung | 74 |
| 1.12 | Berechnungen mit Proportionen | 27 | 3.2.2 | Umfangs- und Flächenberechnung | 75 |
| 1.13 | Berechnungen mit Anteilen | 28 | 3.2.3 | Oberflächen- und Volumenberechnung | 76 |
| | Gemischte Aufgaben zu Kapitel 1 | 29 | 3.3 | Berechnung von Masse, Volumen und Dichte | 78 |
| 2 | Auswertung von Messwerten und Prozessdaten | 32 | 3.4 | Bewegungsvorgänge | 82 |
| 2.1 | Messtechnik in der Chemieanlage | 32 | 3.5 | Strömende Medien in Rohrleitungen | 85 |
| 2.1.1 | Grundbegriffe der Messtechnik | 32 | 3.6 | Kräfte | 87 |
| 2.1.2 | Unsicherheit von Messwerten | 33 | 3.7 | Arbeit | 90 |
| 2.1.3 | Messgenauigkeit im Labor und Chemiebetrieb | 34 | 3.8 | Leistung | 92 |
| 2.2 | Rechnen mit Messwerten | 38 | 3.9 | Energie | 93 |
| 2.2.1 | Signifikante Ziffern | 38 | 3.10 | Wirkungsgrad | 94 |
| 2.2.2 | Runden | 38 | 3.11 | Druck und Druckarten | 96 |
| 2.2.3 | Rechnen mit Messwerten ohne angegebene Unsicherheit | 39 | 3.12 | Druck in Flüssigkeiten | 97 |
| 2.2.4 | Rechnen mit Messwerten mit angegebener Unsicherheit | 40 | 3.13 | Auftriebskraft | 99 |
| 2.3 | Auswertung von Messwertreihen | 41 | 3.14 | Druck in Gasen, Gasgesetze | 101 |
| 2.3.1 | Statistische Kennwerte | 41 | 3.15 | Sättigungsdampfdruck, Partialdruck | 103 |
| 2.3.2 | Absoluter und relativer Fehler | 41 | 3.16 | Luftfeuchtigkeit | 104 |
| | | | | Gemischte Aufgaben zu Kapitel 3 | 106 |

| | | | | | |
|----------|--|------------|------------|---|------------|
| 4 | Stöchiometrische Berechnungen | 108 | 5.1.2 | Volumenanteil φ | 153 |
| 4.1 | Grundgesetze der Chemie | 108 | 5.1.3 | Stoffmengenanteil χ | 154 |
| 4.2 | Aufbau der chemischen Elemente | 108 | 5.1.4 | Umrechnen der verschiedenen Anteile | 155 |
| 4.3 | Symbole und Ziffern in chemischen Formeln | 110 | 5.1.5 | Massenkonzentration β | 157 |
| 4.4 | Quantitäten von Stoffportionen | 111 | 5.1.6 | Volumenkonzentration σ | 158 |
| 4.4.1 | Stoffmenge | 111 | 5.1.7 | Stoffmengenkonzentration c und Äquivalentkonzentration $c(1/z \cdot X)$ | 159 |
| 4.4.2 | Molare Masse | 112 | 5.1.8 | Umrechnen der verschiedenen Konzentrationen | 160 |
| 4.4.3 | Atomare Masseneinheit | 113 | 5.1.9 | Löslichkeit L^* | 161 |
| 4.5 | Zusammensetzung von Verbindungen und Elementen | 114 | | Gemischte Aufgaben zu Gehaltsgrößen | 163 |
| 4.5.1 | Massenanteile von Bestandteilen in Verbindungen | 114 | 5.2 | Umrechnen von Anteilen in Konzentrationen und Löslichkeiten | 164 |
| 4.5.2 | Masse der Bestandteile in Portionen von Verbindungen | 114 | 5.2.1 | Umrechnung von Massenanteil $w(X)$ und Stoffmengenkonzentration $c(X)$ | 164 |
| 4.5.3 | Zusammensetzung von Isotopengemischen | 115 | 5.2.2 | Umrechnung von Massenanteil $w(X)$ und Massenkonzentration $\beta(X)$ | 165 |
| 4.6 | Empirische Formel, Molekülformel (Teilchenformel) | 116 | 5.2.3 | Umrechnung von Massenanteil $w(X)$ und Volumenkonzentration $\sigma(X)$ | 165 |
| 4.6.1 | Berechnung der empirischen Formel einer Verbindung | 117 | 5.2.4 | Umrechnung von Massenanteil $w(X)$ und Löslichkeit $L^*(X)$ | 166 |
| 4.6.2 | Berechnung der Molekülformel einer Verbindung | 118 | 5.3 | Gehaltsgrößen beim Mischen, Verdünnen und Konzentrieren von Lösungen | 169 |
| 4.6.3 | Ermittlung der Molekülformel mit der Elementaranalyse | 119 | 5.3.1 | Mischen von Lösungen | 169 |
| 4.7 | Berechnungen mit Gasportionen | 120 | 5.3.2 | Verdünnen von Lösungen | 171 |
| 4.7.1 | Gase bei Normbedingungen | 120 | 5.3.3 | Volumenberechnung beim Mischen von Lösungen | 172 |
| 4.7.2 | Gasportionen bei beliebigen Drücken und Temperaturen | 122 | 5.3.4 | Konzentrieren von Lösungen | 173 |
| 4.7.3 | Bestimmung der molaren Masse aus der allgemeinen Gasgleichung | 124 | | Gemischte Aufgaben zu Kapitel 5 | 174 |
| 4.7.4 | Dichte einer Gasportion | 125 | 6 | Berechnungen zum Verlauf chemischer Reaktionen | 176 |
| 4.8 | Rechnen mit Reaktionsgleichungen | 126 | 6.1 | Reaktionsgeschwindigkeit | 176 |
| 4.8.1 | Aufbau von Reaktionsgleichungen | 126 | 6.2 | Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit | 179 |
| 4.8.2 | Aufstellen von Reaktionsgleichungen | 128 | 6.2.1 | Einfluss der Konzentration | 179 |
| 4.8.3 | Oxidationszahlen | 131 | 6.2.2 | Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit | 181 |
| 4.8.4 | Aufstellen von Redox-Gleichungen | 133 | 6.2.3 | Einfluss von Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit | 183 |
| | Gemischte Aufgaben zum Rechnen mit Reaktionsgleichungen | 136 | 6.3 | Chemisches Gleichgewicht | 184 |
| 4.9 | Umsatzberechnung bei chemischen Reaktionen | 137 | 6.4 | Massenwirkungsgesetz | 185 |
| 4.9.1 | Umsatzberechnung bei Einsatz reiner Stoffe | 137 | 6.5 | Verschiebung der Gleichgewichtslage | 187 |
| 4.9.2 | Umsatzberechnung bei Einsatz verunreinigter oder gelöster Stoffe | 139 | 6.6 | Protolysegleichgewichte | 191 |
| 4.9.3 | Umsatzberechnung bei Gasreaktionen | 142 | 6.6.1 | Protolysegleichgewicht des Wassers | 192 |
| 4.9.4 | Umsatzberechnung unter Berücksichtigung der Ausbeute | 144 | 6.6.2 | Der pH-Wert | 193 |
| | Gemischte Aufgaben zur Umsatzberechnung | 147 | 6.6.3 | pH-Wert starker Säuren und Basen | 194 |
| 5 | Rechnen mit Gehaltsgrößen von Mischungen | 149 | 6.6.4 | pH-Wert schwacher Säuren und Basen | 195 |
| 5.1 | Gehaltsgrößen von Mischungen | 149 | 6.7 | pH-Wert von Pufferlösungen | 198 |
| 5.1.1 | Massenanteil w | 151 | 6.8 | Löslichkeitsgleichgewichte | 199 |
| | | | | Gemischte Aufgaben zu Kapitel 6 | 200 |

| | | | | | |
|------------|--|-----|-------------|---|-----|
| 7 | Analytische Bestimmungen | 201 | 7.8.2 | Säulenchromatografie | 246 |
| 7.1 | Thermogravimetrische Analysen | 202 | 7.8.3 | Kenngößen der Chromatografie | 248 |
| 7.1.1 | Feuchtigkeits- und Trockengehaltsbestimmungen von Feststoffen | 202 | 7.8.4 | Trennwirkung einer chromatografischen Säule | 249 |
| 7.1.2 | Glührückstandsbestimmungen | 203 | 7.8.5 | Auswertung säulenchromatografischer Analysen | 250 |
| 7.1.3 | Bestimmung des Wassergehalts in Mineralölen | 204 | 7.8.5.1 | Auswertung eines Chromatogramms mit der 100% – Methode | 251 |
| | Gemischte Aufgaben zu 7.1 Thermogravimetrischen Analysen | 205 | 7.8.5.2 | Auswertung eines Chromatogramms mit externem Standard | 251 |
| 7.2 | Volumetrische Bestimmungen (Maßanalyse) | 206 | 8 | Berechnungen zur Elektrotechnik | 255 |
| 7.2.1 | Durchführung einer Maßanalyse | 206 | 8.1 | Grundbegriffe der Elektrotechnik | 255 |
| 7.2.2 | Maßanalyse mit aliquoten Teilen | 206 | 8.2 | Elektrischer Widerstand und Leitwert eines Leiters | 257 |
| 7.2.3 | Gehaltsangaben von Maßlösungen | 207 | 8.3 | Ohm'sches Gesetz | 259 |
| 7.2.4 | Titer von Maßlösungen | 208 | 8.4 | Reihenschaltung von Widerständen | 260 |
| 7.2.5 | Neutralisationstitrationsen | 210 | 8.5 | Parallelschaltung von Widerständen | 262 |
| 7.2.5.1 | Direkttitrationsen | 210 | 8.6 | Gruppenschaltungen, Netzwerk- Schaltungen | 264 |
| 7.2.5.2 | Rücktitrationsen | 213 | 8.7 | Wheatstone'sche Brückenschaltung | 266 |
| 7.3 | Bestimmung von Abwasserkennwerten | 215 | 8.8 | Thermische Widerstandsänderung, Widerstandsthermometer | 267 |
| 7.3.1 | Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB | 215 | 8.9 | Thermospannung, Thermoelement | 268 |
| 7.3.2 | Chemischer Sauerstoffbedarf CSB | 219 | 8.10 | Widerstandsänderung eines Leiters durch Dehnung | 270 |
| 7.4 | Bestimmung der Wasserhärte | 221 | 8.11 | Elektrische Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad | 271 |
| 7.4.1 | Definition und Berechnung der Wasserhärte | 221 | 8.12 | Berechnungen zum Drehstrom | 273 |
| 7.4.2 | Bestimmung der Wasserhärte durch komplexometrische Titration | 222 | 8.12.1 | Stern- und Dreieckschaltung | 273 |
| 7.4.3 | Bestimmung der Härtebereiche mit Teststreifen | 224 | 8.12.2 | Leistungsschilder elektrischer Geräte (rating plates) | 275 |
| 7.5 | Bestimmung maßanalytischer Kennzahlen von Fetten | 225 | 8.12.3 | Elektrische Leistung bei verschiedenen Stromarten | 275 |
| 7.5.1 | Säurezahl SZ | 225 | 8.13 | Elektrolytische Stoffabscheidung | 277 |
| 7.5.2 | Verseifungszahl VZ | 226 | 8.13.1 | Elektrolytisch abgeschiedene Stoffmasse | 277 |
| 7.5.3 | Esterzahl EZ | 227 | 8.13.2 | Elektrolytische Abscheidung von Gasen | 278 |
| 7.6 | Maßanalytische Bestimmungen mit elektrochemischen Methoden | 228 | | Gemischte Aufgaben zu Kapitel 8 | 280 |
| 7.6.1 | Potenziometrische Neutralisationstitrationsen | 228 | 9 | Berechnungen zur Wärmelehre | 282 |
| 7.6.2 | Leitfähigkeitstitrationsen (Konduktometrie) | 230 | 9.1 | Temperaturskalen | 282 |
| | Gemischte Aufgaben zu 7.2 bis 7.6 Maßanalytische Bestimmungen | 231 | 9.2 | Verhalten der Stoffe bei Erwärmung | 283 |
| 7.7 | Optische Analyseverfahren | 233 | 9.2.1 | Thermische Längenänderung von Feststoffen | 283 |
| 7.7.1 | Fotometrie, Spektroskopie | 233 | 9.2.2 | Thermische Volumenänderung von Feststoffen | 284 |
| 7.7.1.1 | Physikalische Grundlagen | 233 | 9.2.3 | Thermische Volumenänderung von Flüssigkeiten | 285 |
| 7.7.1.2 | Optische Größen der Fotometrie/ Spektroskopie | 234 | 9.2.4 | Thermische Volumenänderung von Gasen | 287 |
| 7.7.1.3 | Gesetz von Bouguer, Lambert und Beer | 235 | 9.3 | Wärmeinhalt von Stoffportionen | 288 |
| 7.7.1.4 | Filterfotometrie | 236 | | | |
| 7.7.1.5 | UV-VIS-Spektroskopie | 238 | | | |
| 7.7.2 | Refraktometrie | 240 | | | |
| 7.7.3 | Polarimetrie | 243 | | | |
| 7.8 | Chromatografie | 245 | | | |
| 7.8.1 | Dünnschichtchromatografie und Papierchromatografie | 245 | | | |

| | | | | | |
|-------------|---|-----|---|--|-----|
| 9.4 | Aggregatzustandsänderungen | 290 | 10.6 | Auswertung einer Siebanalyse mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel | 332 |
| 9.4.1 | Schmelzen und Erstarren | 290 | 10.6.1 | Rechnerische Auswertung der Siebanalyse mit Excel | 332 |
| 9.4.2 | Verdampfen, Kondensieren | 291 | 10.6.2 | Erstellen von Diagrammen zur Siebanalyse mit Excel | 333 |
| 9.4.3 | Zusammengesetzte thermische Vorgänge | 291 | | | |
| 9.5 | Siedepunkterhöhung | 293 | 11 | Qualitätssicherung | 335 |
| 9.6 | Gefrierpunktniedrigung | 295 | 11.1 | Erfassung der Verteilung von Messwerten | 335 |
| 9.7 | Temperaturänderung beim Mischen von Flüssigkeiten | 296 | 11.2 | Qualitätssicherung mit Qualitätsregelkarten | 337 |
| 9.8 | Temperaturänderung beim direkten Heizen und Kühlen | 298 | 11.2.1 | Aufbau und Funktion von Qualitätsregelkarten | 337 |
| 9.9 | Reaktionswärmen bei chemischen Reaktionen | 300 | 11.2.2 | Berechnen der Regelgrenzen bei Qualitätsregelkarten | 339 |
| 9.10 | Heizwert und Brennwert von Brennstoffen | 304 | 11.2.3 | Erstellen und Führen von Qualitätsregelkarten | 341 |
| | Gemischte Aufgaben zu Kapitel 9 | 306 | 11.3 | Interpretation von Qualitätsregelkarten | 342 |
| 10 | Bestimmung von Produkteigenschaften | 308 | 12 | Anhang | 344 |
| 10.1 | Bestimmung der Dichte | 308 | Griechische Buchstaben | 344 | |
| 10.1.1 | Dichtebestimmung mit dem Pyknometer | 309 | Physikalische Konstanten | 344 | |
| 10.1.2 | Dichtebestimmung mit der hydrostatischen Waage | 312 | Vorsätze und Vorsatzzeichen | 344 | |
| 10.1.3 | Dichtemessung mit der Westphal'schen Waage | 313 | Symbole und molare Massen der Elemente | 345 | |
| 10.1.4 | Dichtebestimmung mit dem Tauchkörper-Verfahren | 314 | Hinweis zu den Normen | 345 | |
| 10.1.5 | Dichtemessung mit dem Aräometer | 315 | Kopiervorlagen | 346 | |
| 10.1.6 | Dichtebestimmung mit Biegeschwinger-Messgeräten | 316 | Millimeterpapier | 346 | |
| 10.2 | Bestimmung technischer Dichten von Schüttgütern | 318 | Einfach-Logarithmen-Papier | 347 | |
| 10.2.1 | Bestimmung der Schütt- und Rütteldichte | 318 | Doppelt-Logarithmen-Papier | 348 | |
| 10.2.2 | Bestimmung der Pressdichte | 318 | Vordruck zur Datenerfassung einer Siebanalyse | 349 | |
| 10.3 | Bestimmung der Viskosität | 320 | Histogramm | 349 | |
| 10.3.1 | Dynamische und kinematische Viskosität | 320 | RRSB-Netz für die Siebanalyse | 350 | |
| 10.3.2 | Kugelfall-Viskosimeter nach Höppler | 321 | Qualitätsregelkarte | 351 | |
| 10.3.3 | Auslauf-Viskosimeter | 322 | Sachwortverzeichnis mit englischen Sachwörtern | 352 | |
| 10.3.4 | Rotations-Viskosimeter | 323 | Danksagung und Bildquellenverzeichnis | 360 | |
| 10.4 | Bestimmung der Oberflächenspannung | 324 | | | |
| 10.4.1 | Bügelverfahren oder Ringverfahren | 325 | | | |
| 10.4.2 | Tropfenmethode | 325 | | | |
| 10.4.3 | Kapillarmethode | 326 | | | |
| 10.5 | Bestimmung der Partikelgrößenverteilung von Schüttgütern | 327 | | | |
| 10.5.1 | Auswertung einer Siebanalyse | 327 | | | |
| 10.5.2 | Darstellung und Auswertung einer Siebanalyse im RRSB-Netz | 329 | | | |
| 10.5.3 | Bestimmung der spezifischen Oberfläche von Schüttgütern | 331 | | | |