

Inhaltsverzeichnis

1	Mathematische Grundlagen, praktisches Rechnen	7	2.5.1	Das Tabellenkalkulationsprogramm Excel®	50
1.1	Zahlenarten	7	2.5.2	Auswertung von Messreihen mit Excel®	50
1.3	Grundrechnungsarten	7	2.5.3	Diagramme zeichnen mit Excel®	52
1.3.1	Addieren und Subtrahieren	7	2.5.4	Regressionsanalyse mit Excel®	54
1.3.2	Multiplizieren	7	Gemischte Aufgaben zu: 2 Auswertung von Messwerten und Prozessdaten 56		
1.3.3	Dividieren	8	3	Ausgewählte physikalische Berechnungen	69
1.4	Berechnen zusammengesetzter Ausdrücke	8	3.1	Größen, Zeichen, Einheiten, Umrechnungen	69
1.5	Bruchrechnen	9	3.2	Berechnung von Längen, Flächen, Oberflächen und Volumina	71
1.6	Rechnen mit Potenzen	12	3.2.1	Längenberechnung	71
1.7	Rechnen mit Wurzeln	13	3.2.2	Umfangs- und Flächenberechnung	71
1.8	Rechnen mit Logarithmen	14	3.2.3	Oberflächen- und Volumenberechnung	73
1.8.2	Berechnen dekadischer Logarithmen	14	3.3	Berechnung von Masse, Volumen und Dichte	74
1.8.3	Berechnen natürlicher Logarithmen	14	3.4	Bewegungsvorgänge	78
1.8.4	Logarithmengesetze	14	3.5	Strömende Medien in Rohrleitungen	80
1.8.5	Logarithmieren bei der pH-Wert- Berechnung	15	3.6	Kräfte	81
1.9	Lösen von Gleichungen	15	3.7	Arbeit	82
1.9.1	Lineare Bestimmungsgleichungen	15	3.8	Leistung	83
1.9.2	Quadratische Bestimmungsgleichungen	16	3.9	Energie	84
1.9.3	Wurzelgleichungen	19	3.10	Wirkungsgrad	85
1.9.4	Exponentialgleichungen	20	3.11	Druck und Druckarten	86
1.9.5	Umstellen von Größengleichungen	21	3.12	Druck in Flüssigkeiten	86
1.10	Rechnen mit Winkeln und Winkelfunktionen	22	3.13	Auftriebskraft	88
1.11	Berechnungen mit dem Dreisatz	23	3.14	Gaskinetik	89
1.12	Berechnungen mit Proportionen	24	3.15	Druck in Gasen, Gasgesetze	90
1.13	Berechnungen mit Anteilen	24	3.16	Sättigungsdampfdruck, Partialdruck	90
Gemischte Aufgaben zu: 1 Mathematische Grundlagen und praktisches Rechnen 25					
2	Auswertung von Messwerten und Prozessdaten	38	3.17	Luftfeuchtigkeit	91
2.1	Messtechnik in der Chemie	38	Gemischte Aufgaben zu: 3 Ausgewählte physikalische Berechnungen 92		
2.1.1	Grundbegriffe der Messtechnik, Messunsicherheit, Messgenauigkeit	38	4	Stöchiometrische Berechnungen	97
2.2	Rechnen mit Messwerten	38	4.2	Aufbau der chemischen Elemente	97
2.3	Auswertung von Messwertreihen	39	4.3	Symbole und Ziffern in chemischen Formeln	97
2.4	Darstellung von Messergebnissen	40	4.4	Quantitäten von Stoffportionen	99
2.4.1	Messwerte in Wertetabellen	40	4.5	Zusammensetzung von Verbindungen und Elementen	101
2.4.2	Grafische Darstellung von Messwerten	41	4.6	Empirische Formel, Molekülfomel (Teilchenformel)	104
2.4.3	Arbeiten mit Diagrammen in der Chemie	42	4.6.1	Berechnung der empirischen Formel einer Verbindung	104
2.4.4	Funktionsgraphen	44	4.6.2	Berechnung der Molekülfomel einer Verbindung	105
2.4.5	Linearisieren einer Kurve	45			
2.4.6	Verwendung grafischer Papiere	46			
2.5	Versuchs- und Prozessdaten- auswertung mit dem Computer	50			

4.6.3	Ermittlung der Molekülformel mit der Elementaranalyse	107
Gemischte Aufgaben zu 4.6: Empirische Formel, Molekülformel (Teilchenformel)	108	
4.7	Berechnungen mit Gasportionen	110
4.7.1	Gase bei Normbedingungen	110
4.7.2	Gasportionen bei beliebigen Drücken und Temperaturen	112
4.7.3	Bestimmung der molaren Masse aus der allgemeinen Gasgleichung	114
4.7.4	Dichte einer Gasportion	114
4.8	Rechnen mit Reaktionsgleichungen	115
4.8.1	Aufbau von Reaktionsgleichungen	115
4.8.2	Aufstellen von Reaktionsgleichungen	115
4.8.3	Oxidationszahlen	116
4.8.4	Aufstellen von Redox-Gleichungen	117
Gemischte Aufgaben zu: 4.8 Rechnen mit Reaktionsgleichungen	122	
4.9	Umsatzberechnung bei chemischen Reaktionen	122
4.9.1	Umsatzberechnung bei Einsatz reiner Stoffe	122
4.9.2	Umsatzberechnung bei Einsatz verunreinigter oder gelöster Stoffe	125
4.9.3	Umsatzberechnung bei Gasreaktionen	130
4.9.4	Umsatzberechnung unter Berücksichtigung der Ausbeute	133
Gemischte Aufgaben zu: 4.9 Umsatzberechnung	135	
4.10	Kernreaktionen	141
5	Rechnen mit Gehaltsgrößen von Mischungen	142
5.1	Gehaltsgrößen von Mischungen	142
5.1.1	Massenanteil w	142
5.1.2	Volumenanteil φ	144
5.1.3	Stoffmengenanteil χ	145
Gemischte Aufgaben zu Rechnen mit Anteilen	146	
5.1.4	Umrechnung der verschiedenen Anteile	150
5.1.5	Massenkonzentration β	153
5.1.6	Volumenkonzentration σ	153
5.1.7	Stoffmengenkonzentration c , Äquivalentkonzentration $c(1/z^*X)$	154
5.1.8	Umrechnen der verschiedenen Konzentrationen	155
Gemischte Aufgaben zum Rechnen mit Konzentrationen	156	
5.1.9	Löslichkeit L^*	159
5.2	Umrechnen von Anteilen – Konzentrationen – Löslichkeiten	161
5.2.1	Umrechnung Massenanteil $w(X) \Leftrightarrow$ Stoffmengenkonzentration $c(X)$	161
5.2.2	Umrechnung Massenanteil $w(X) \Leftrightarrow$ Massenkonzentration $\beta(X)$	162
5.2.3	Umrechnung Massenanteil $w(X) \Leftrightarrow$ Volumenkonzentration $\sigma(X)$	164
5.2.4	Umrechnung Massenanteil $w(X) \Leftrightarrow$ Löslichkeit $L^*(X)$	164
Gemischte Aufgaben zu: 5.2 Umrechnen der Gehaltsgrößen	166	
5.3	Mischen, Verdünnen und Konzentrieren von Lösungen	170
Mischen und Verdünnen von Lösungen	170	
5.3.3	Volumenberechnung beim Mischen von Lösungen	172
5.3.4	Konzentrieren von Lösungen	172
Gemischte Aufgaben zu: Rechnen mit Mischphasen	176	
6	Berechnungen zum Verlauf chemischer Reaktionen	185
6.1	Die Reaktionsgeschwindigkeit	185
6.2	Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit	186
6.2.1	Einfluss der Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit	186
6.2.2	Grafische Ermittlung der Reaktionsordnung	187
6.2.3	Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit	190
Aufgaben zu 6.4 und 6.5 Massenwirkungsgesetz	192	
6.6	Verschiebung der Gleichgewichtslage	195
7	Rechnen mit Ionengleichgewichten	198
7.1	Protolysegleichgewichte	198
7.1.1	Protolysegleichgewicht des Wassers	198
7.1.2	Der pH-Wert	198
7.1.3	pH-Wert starker Säuren und Basen	200
7.1.4	Dissoziationsgrad α , Protolysegrad	202
7.1.5	Säure- und Basenkonstante	203
7.1.6	pH-Wert schwacher Säuren und Basen	205
7.1.7	pH-Wert mehrprotoniger Säuren	206
7.1.8	Das Ostwald'sche Verdünnungsgesetz	208
7.1.9	pH-Wert von Pufferlösungen	210
7.1.10	Lage von Protolysegleichgewichten	212
7.2	Löslichkeitsgleichgewichte	214
Gemischte Aufgaben zu: 7 Ionengleichgewichte	217	
8	Analytische Bestimmungen	226
8.1	Gravimetrie	226
8.1.1	Feuchtigkeits- und Trockengehaltsbestimmungen von Feststoffen	226
8.1.2	Bestimmung des Wassergehalts in Ölen	227
8.1.3	Glührückstandsbestimmungen	227
8.1.4	Thermogravimetrie	228
8.1.5	Gravimetrische Fällungsanalysen	230

8.2	Volumetrische Bestimmungen (Maßanalyse)	232	10	Qualitätssicherung in der Analytischen Chemie	315
8.2.1	Durchführung einer Maßanalyse	232	10.1	Validierung analytischer Verfahren	315
8.2.2	Maßanalyse mit aliquoten Teilen	232	10.1.2	Untersuchung der Richtigkeit von Messwerten	315
8.2.3	Gehaltsangaben von Maßlösungen	232	10.1.3	Untersuchung der Präzision von Messwerten	317
8.2.4	Herstellen von Maßlösungen	233	10.1.3.6	Prüfung von Messwertreihen auf Ausreißer	321
8.2.5	Titer von Maßlösungen	234	10.2	Qualitätsregelkarten in der Analytischen Chemie	324
8.2.6	Einstellen einer Maßlösung	235	10.2.1	Erfassung der Verteilung von Messwerten	324
8.2.7	Neutralisationstitrationen	235	10.3	Qualitätsregelkarten in der Produktionsüberwachung	325
8.2.7.1	Direkttitrationen	235	10.3.2	Regelgrenzen in Lage-Qualitäts- regelkarten	325
8.2.8	Bestimmung des Titers von Maßlösungen	238	10.3.3	Interpretation von Lage-Qualitäts- regelkarten	326
8.2.9	Rücktitrationen	239	10.3.4	Regelgrenzen in Streuungs-Qualitäts- regelkarten	326
8.2.10	Mehrstufige Neutralisationstitrationen . .	241	10.3 und 10.4	Erstellen und Führen von Qualitätsregelkarten	327
8.2.11	Indirekte Titration – Mehrfach- bestimmung	243	11	Berechnungen zur Elektrotechnik	334
8.2.12	Oleum-Bestimmungen	245	11.1	Grundbegriffe der Elektrotechnik	334
8.2.13	Redox-Titrationen (Oxidimetrie)	249	11.2	Elektrischer Widerstand und Leitwert eines Leiters	334
8.2.13.1	Manganometrische Titrationen	249	11.3	Ohm'sches Gesetz	335
8.2.13.2	Iodometrische Titrationen	250	11.4	Reihenschaltung von Widerständen	335
8.2.14	Fällungstitrationen	255	11.5	Parallelschaltung von Widerständen	336
8.2.15	Komplexometrische Titrationen	258	11.6	Gruppenschaltungen, Netzwerke	337
Gemischte Aufgaben zu: 8.2 Volumetrische Bestimmungen (Maßanalyse)		258	11.7	Wheatstone'sche Brückenschaltung	341
8.3	Maßanalytische Bestimmungen mit elektrochemischen Methoden	264	11.8	Thermische Widerstandsänderung, Widerstandsthermometer	341
8.3.1	Potentiometrische Neutralisations- titrationen	264	11.9	Thermospannung, Thermoelement	342
8.3.2	Leitfähigkeitstitrationen (Konduktometrie)	268	11.10	Widerstandsänderung eines Leiters durch Dehnung	342
8.4	Bestimmung von Abwasserkennwerten	272	11.11	Elektrische Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	343
8.4.1	Biochemischer Sauerstoffbedarf BSB	272	Gemischte Aufgaben zu: 11 Berechnungen zur Elektrotechnik		343
8.4.2	Chemischer Sauerstoffbedarf CSB	272	12	Elektrochemische Berechnungen	348
8.5	Bestimmung der Wasserhärte	273	12.1	Elektrolytische Stoffabscheidung	348
8.6	Bestimmung maßanalytischer Kennzahlen von Fetten	273	12.2	Leitfähigkeit von Elektrolyten	349
8.6.1	Säurezahl SZ	273	12.3	Elektrochemische Potentiale	350
8.6.2	Verseifungszahl VZ	274	13	Berechnungen zur Wärmelehre	355
8.6.3	Esterzahl EZ	275	13.1	Temperaturskalen	355
8.6.4	Hydroxylzahl OHZ	275	13.2	Verhalten der Stoffe bei Erwärmung	355
8.6.5	Iodzahl IZ	276	13.2.1	Thermische Längenänderung von Feststoffen	355
Gemischte Aufgaben zu: Maßanalytische Kennzahlen organischer Substanzen		278			
8.7	Optische Analyseverfahren	280			
8.7.1	UV/VIS-Spektroskopie	280			
8.7.1.3	Verdünnungsstrategien bei analytischen Bestimmungen	287			
8.7.2	Refraktometrie	290			
8.7.3	Polarimetrie	291			
8.8	Chromatografie	292			
9	Statistische Methoden in Biologie und analytischer Chemie	300			

13.2.2	Thermische Volumenänderung von Feststoffen	356	14.6	Bestimmung der Partikelgrößenverteilung von Schüttgütern	392
13.2.3	Thermische Volumenänderung von Flüssigkeiten	356	14.7	Auswertung einer Siebanalyse mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel®	401
13.2.4	Thermische Volumenänderung von Gasen	357	14.7.1	Rechnerische Auswertung der Siebanalyse mit Excel®	401
13.3	Wärmeinhalt von Stoffportionen	357	14.7.2	Erstellen von Diagrammen zur Siebanalyse mit Excel®	402
13.4	Aggregatzustandsänderungen	358	15	Trennen von Flüssigkeitsgemischen	406
13.4.1	Schmelzen, Erstarren	358	15.1	Destillieren	406
13.4.2	Verdampfen, Kondensieren	359	15.1.1 und 15.1.2	Dampfdruck von Flüssigkeiten und Siedeverhalten homogener Flüssigkeitsgemische	406
13.4.3	Zusammengesetzte thermische Vorgänge	359	15.1.3 bis 15.1.6	Siedediagramm, Gleichgewichtsdiagramm, einfache und fraktionierte Destillation	407
13.5	Temperaturänderung beim Mischen und Kalometrie	359	15.2	Wasserdampfdestillation	413
13.6	Temperaturänderung beim direkten Heizen und Kühlen	360	15.3	Rektifikation (Gegenstromdestillation)	415
13.7	Reaktionswärmen bei chemischen Reaktionen	362	15.4	Flüssig-Flüssig-Extraktion	420
13.8	Heiz- und Brennwert von Brennstoffen	364	16	Berechnungen mit Beschichtungsstoffen	422
13.9	Neutralisationsenthalpie	365	16.1	Gehaltsgrößen von Beschichtungsstoffen	422
13.10	Lösungsenthalpie	366	16.1.1	Massenanteile in Beschichtungsstoffen	422
13.11	Freie Reaktionenthalpie, Entropie	366	16.1.2	Pigmentvolumenkonzentration PVK in Beschichtungsstoffen	423
Gemischte Aufgaben zu: 13 Berechnungen zur Wärmelehre		369	16.1.3	Pigment-Bindemittel-Massenverhältnis	425
14	Bestimmung von Produkteigenschaften	375	16.1.4	Umrechnung von Rezepturen	425
14.1	Bestimmung der Dichte	375	Gemischte Aufgaben zu Gehaltsgrößen von Beschichtungsstoffen		426
14.1.1	Dichtebestimmung mit dem Pyknometer	375	16.2	Bestimmung der Kenngrößen von Beschichtungen	430
14.1.2	Dichtebestimmung mit Biegeschwinger-Messgeräten	376	16.3	Schichtdicke von Beschichtungen	431
14.1.3	Dichtemessung mit dem Aräometer	377	16.4	Verbrauch und Ergiebigkeit von Beschichtungsstoffen	433
14.1.4 und 14.1.5	Dichtebestimmung mit der hydrostatischen und Westphal'schen Waage	377	16.5	Maßanalytische Kennzahlen von Beschichtungsstoffen	435
14.2	Bestimmung technischer Dichten	378	16.5.1	Aminzahl, H-aktiv-Äquivalentmasse	435
14.3	Bestimmung der Viskosität	379	Aufgaben zu Isocyanatmassenanteil, Hydroxylzahl		436
14.3.2	Kugelfall-Viskosimeter nach Höppler	379	16.5.4	Epoxid-Äquivalentmasse, Epoxidwert	437
14.3.3 und 14.3.4	Auslauf-Viskosimeter und Rotations-Viskosimeter	380	16.6	Mischen von Zweikomponenten-Lacken (2 K-Lacke)	438
14.4	Bestimmung der Oberflächenspannung	382	16.6.1	2-Komponenten-Lacke mit Hydroxylgruppen und Isocyanatgruppen	438
14.5	Bestimmung der molaren Masse	383	16.6.2	2-Komponenten-Lacke mit Epoxid-Gruppen und aktivem Wasserstoff	439
14.5.1	Molare Masse aus den Gasgesetzen	383			
14.5.2	Molare Masse aus der Dampfdruckerniedrigung	384			
14.5.3	Molare Masse aus der Siedepunkterhöhung	385			
14.5.4	Molare Masse aus der Gefrierpunktterniedrigung	387			
14.5.5	Molare Masse aus dem osmotischen Druck	390			