

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Mathematische Grundlagen, praktisches Rechnen</b>	<b>7</b>			
<b>1.1</b>	<b>Zahlenarten</b>	<b>7</b>			
<b>1.3</b>	<b>Grundrechnungsarten</b>	<b>7</b>			
1.3.1	Addieren und Subtrahieren	7	2.5.1	Datenauswertung mit Tabellenkalkulationsprogrammen	47
1.3.2	Multiplizieren	7	2.5.2	Grafische Aufbereitung von Versuchs- und Prozessdaten, Diagrammarten	49
1.3.3	Dividieren	8	2.5.3	Computergestützte Auswertung von Messreihen durch Regression	50
<b>1.4</b>	<b>Berechnen zusammengesetzter Ausdrücke</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>Ausgewählte physikalische Berechnungen</b>	<b>65</b>
<b>1.5</b>	<b>Bruchrechnen</b>	<b>9</b>	<b>3.1</b>	<b>Größen, Zeichen, Einheiten, Umrechnungen</b>	<b>65</b>
1.5.1	Zusammenfassen	9	<b>3.2</b>	<b>Berechnung von Längen, Flächen, Oberflächen und Volumina</b>	<b>67</b>
<b>1.6</b>	<b>Rechnen mit Potenzen</b>	<b>12</b>	3.2.1	Längenberechnung	67
<b>1.7</b>	<b>Wurzeln</b>	<b>13</b>	3.2.2	Umfangs- und Flächenberechnung	67
1.7.1	Rechnen mit Wurzeln	13	3.2.3	Oberflächen- und Volumenberechnung	68
<b>1.8</b>	<b>Rechnen mit Logarithmen</b>	<b>14</b>	<b>3.3</b>	<b>Berechnung von Masse, Volumen und Dichte</b>	<b>69</b>
1.8.2	Berechnen dekadischer Logarithmen	14	<b>3.4</b>	<b>Bewegungsvorgänge</b>	<b>74</b>
1.8.3	Berechnen natürlicher Logarithmen	14	<b>3.5</b>	<b>Strömungsvorgänge</b>	<b>76</b>
1.8.4	Logarithmengesetze	14	<b>3.6</b>	<b>Kräfte</b>	<b>77</b>
1.8.5	Logarithmieren bei der pH-Wert-Berechnung	15	<b>3.7</b>	<b>Arbeit</b>	<b>78</b>
<b>1.9</b>	<b>Lösen von Gleichungen</b>	<b>15</b>	<b>3.8</b>	<b>Leistung</b>	<b>79</b>
1.9.1	Lineare Bestimmungsgleichungen	15	<b>3.9</b>	<b>Energie</b>	<b>79</b>
1.9.2	Quadratische Bestimmungsgleichungen	16	<b>3.10</b>	<b>Wirkungsgrad</b>	<b>80</b>
1.9.3	Wurzelgleichungen	19	<b>3.11</b>	<b>Druck und Druckarten</b>	<b>81</b>
1.9.4	Exponentialgleichungen	20	<b>3.12</b>	<b>Druck in Flüssigkeiten</b>	<b>81</b>
1.9.5	Umstellen von Größengleichungen	21	<b>3.13</b>	<b>Auftriebskraft</b>	<b>83</b>
<b>1.10</b>	<b>Rechnen mit Winkeln und Winkelfunktionen</b>	<b>22</b>	<b>3.14</b>	<b>Gaskinetik</b>	<b>84</b>
<b>1.11</b>	<b>Berechnung mit dem Dreisatz</b>	<b>23</b>	<b>3.15</b>	<b>Druck in Gasen</b>	<b>84</b>
<b>1.12</b>	<b>Berechnung mit Proportionen</b>	<b>23</b>	<b>3.16</b>	<b>Sättigungsdampfdruck, Partialdruck</b>	<b>85</b>
<b>1.13</b>	<b>Rechnen mit Anteilen</b>	<b>24</b>	<b>3.17</b>	<b>Luftfeuchtigkeit</b>	<b>85</b>
<b>2</b>	<b>Auswertung von Messwerten und Prozessdaten</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>Stöchiometrische Berechnungen</b>	<b>91</b>
<b>2.1</b>	<b>Messtechnik in der Chemie</b>	<b>36</b>	<b>4.2</b>	<b>Chemische Elemente</b>	<b>91</b>
2.1.1	Grundbegriffe der Messtechnik, Messunsicherheit, Messgenauigkeit	36	<b>4.3</b>	<b>Kernreaktionen</b>	<b>91</b>
<b>2.2</b>	<b>Rechnen mit Messwerten</b>	<b>36</b>	<b>4.4</b>	<b>Symbole und Ziffern in chemischen Formeln</b>	<b>92</b>
<b>2.3</b>	<b>Auswertung von Messwertreihen</b>	<b>37</b>	<b>4.5</b>	<b>Quantitäten von Stoffportionen</b>	<b>93</b>
<b>2.4</b>	<b>Darstellung von Messergebnissen</b>	<b>38</b>	<b>4.6</b>	<b>Zusammensetzung von Verbindungen und Elementen</b>	<b>96</b>
2.4.1	Messwerte in Wertetabellen	38	<b>4.7</b>	<b>Elementar- und Molekülformel</b>	<b>101</b>
2.4.2	Grafische Darstellung von Messwerten	39	<b>4.8</b>	<b>Gase und Gasgesetze</b>	<b>109</b>
2.4.3	Arbeiten mit Diagrammen in der Chemie	40	4.8.1	Gase bei Normbedingungen	109
2.4.4	Interpretation von Graphen	42	4.8.2	Gase bei beliebigen Drücken und Temperaturen	111
2.4.5	Linearisieren einer Kurve	43	<b>4.9</b>	<b>Rechnen mit Reaktionsgleichungen</b>	<b>113</b>
2.4.6	Verwendung grafischer Papiere	44	4.9.1	Reaktionsgleichungen	113
<b>2.5</b>	<b>Versuchs- und Prozessdatenauswertung mit Computern</b>	<b>47</b>			

4.9.2	Aufstellen von Reaktionsgleichungen . . . . .	113	6.2.3	Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	188
4.9.3	Oxidationszahlen . . . . .	115	6.6	<b>Verschiebung der Gleichgewichtslage</b> . . . . .	193
4.9.4	Aufstellen von Redox-Gleichungen . . . . .	115	7	<b>Rechnen mit Ionengleichgewichten</b> . . . . .	195
4.10	<b>Umsatzberechnung</b> . . . . .	120	7.1	<b>Protolysegleichgewichte</b> . . . . .	195
4.10.1	Umsatzberechnung bei reinen Stoffen . . . . .	120	7.1.1	Protolysegleichgewicht des Wassers . . . . .	195
4.10.2	Umsatzberechnung bei verunreinigten oder gelösten Stoffen . . . . .	123	7.1.2	Der pH-Wert . . . . .	195
4.10.3	Umsatzberechnung bei Gasreaktionen . . . . .	129	7.1.3	pH-Wert starker Säuren und Basen . . . . .	196
4.10.4	Umsatzberechnung unter Berücksichtigung der Ausbeute . . . . .	132	7.1.4	Dissoziationsgrad $\alpha$ , Protolysegrad . . . . .	198
5	<b>Rechnen mit Mischphasen</b> . . . . .	144	7.1.5	Säure- und Basenkonstante. . . . .	200
5.1	<b>Gehaltsgrößen von Mischphasen</b> . . . . .	144	7.1.6	pH-Wert schwacher Säuren und Basen . . . . .	201
5.1.1	Massenanteil $w$ . . . . .	144	7.1.7	pH-Wert mehrprotoniger Säuren. . . . .	202
5.1.2	Volumenanteil $\varphi$ . . . . .	146	7.1.8	Das Ostwald'sche Verdünnungsgesetz . . . . .	204
5.1.3	Stoffmengenanteil $\chi$ . . . . .	147	7.1.9	pH-Wert von Pufferlösungen . . . . .	205
5.1.4	Umrechnung der verschiedenen Anteile . . . . .	151	7.1.10	Lage von Protolysegleichgewichten . . . . .	208
5.1.5	Massenkonzentration $\beta$ . . . . .	154	7.2	<b>Löslichkeitsgleichgewichte</b> . . . . .	209
5.1.6	Volumenkonzentration $\sigma$ . . . . .	154	8	<b>Analytische Bestimmungen</b> . . . . .	220
5.1.7	Stoffmengenkonzentration $c$ , Äquivalentkonzentration $c(1/z^*X)$ . . . . .	155	8.1	<b>Gravimetrie.</b> . . . . .	220
5.1.8	Umrechnen der verschiedenen Konzentrationen . . . . .	156	8.1.1	Feuchtigkeits- und Trockengehaltsbestimmungen von Feststoffen. . . . .	220
5.1.9	Löslichkeit $L^*$ . . . . .	159	8.1.2	Bestimmung des Wassergehalts in Ölen . . . . .	221
5.2	<b>Umrechnen von Anteilen</b> $\Leftrightarrow$ <b>Konzentrationen</b> $\Leftrightarrow$ <b>Löslichkeiten</b> . . . . .	161	8.1.3	Glührückstandsbestimmungen. . . . .	221
5.2.1	Umrechnung Massenanteil $w(X)$ $\Leftrightarrow$ Stoffmengenkonzentration $c(X)$ . . . . .	161	8.1.4	Thermogravimetrie . . . . .	223
5.2.2	Umrechnung Massenanteil $w(X)$ $\Leftrightarrow$ Massenkonzentration $\beta(X)$ . . . . .	162	8.1.5	Gravimetrische Fällungsanalysen . . . . .	224
5.2.3	Umrechnung Massenanteil $w(X)$ $\Leftrightarrow$ Volumenkonzentration $\sigma(X)$ . . . . .	163	8.2	<b>Volumetrie (Maßanalyse).</b> . . . . .	226
5.2.4	Umrechnung Massenanteil $w(X)$ $\Leftrightarrow$ Löslichkeit $L^*(X)$ . . . . .	164	8.2.2	Maßlösungen. . . . .	226
5.3	<b>Mischen, Verdünnen und Konzentrieren von Lösungen</b> . . . . .	169	8.2.2.1	Gehaltsangaben von Maßlösungen . . . . .	226
5.3.1	Mischen von Lösungen . . . . .	169	8.2.2.2	Herstellen von Maßlösungen . . . . .	227
5.3.2	Verdünnen von Lösungen. . . . .	169	8.2.2.3	Titer von Maßlösungen . . . . .	229
5.3.3	Mischen von Lösungs-Volumina . . . . .	171	8.2.2.4	Einstellen einer Maßlösung. . . . .	229
5.3.4	Konzentrieren von Lösungen . . . . .	172	8.2.3	Berechnung von Maßanalysen – Neutralisationstitrationen. . . . .	230
6	<b>Berechnungen zum Verlauf chemischer Reaktionen</b> . . . . .	183	8.2.3.1	Neutralisationstitrationen, Direkttitrationen . . . . .	230
6.1	<b>Die Reaktionsgeschwindigkeit.</b> . . . . .	183	8.2.3.2	Bestimmung des Titers von Maßlösungen. . . . .	233
6.2	<b>Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</b> . . . . .	184	8.2.3.3	Rücktitrationen. . . . .	234
6.2.1	Einfluss der Konzentration auf die Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	184	8.2.3.4	Mehrstufige Neutralisationstitrationen . . . . .	236
6.2.2	Grafische Ermittlung der Reaktionsordnung . . . . .	185	8.2.3.5	Indirekte Titration . . . . .	238
			8.2.3.6	Oleum-Bestimmungen . . . . .	240
			8.2.4	Redox-Titrationen (Oxidimetrie) . . . . .	244
			8.2.4.1	Manganometrische Titrationen . . . . .	244
			8.2.4.2	Iodometrische Titrationen . . . . .	245
			8.2.4.4	Bestimmung des CSB-Wertes . . . . .	249
			8.2.5	Fällungstitrationen. . . . .	249
			8.2.6	Komplexometrische Titrationen . . . . .	252

<b>8.3</b>	<b>Maßanalytische Kennzahlen organischer Substanzen.</b>	259	<b>11.5</b>	<b>Reihenschaltung von Widerständen</b>	339
8.3.1	Säurezahl SZ	259	<b>11.6</b>	<b>Parallelschaltung von Widerständen</b>	340
8.3.2	Verseifungszahl VZ	259	<b>11.7</b>	<b>Messbereichserweiterung von Strom- und Spannungsmessgeräten.</b>	341
8.3.3	Esterzahl EZ	260	<b>11.8</b>	<b>Gruppenschaltungen, Netzwerke</b>	342
8.3.4	Hydroxylzahl OHZ	261	<b>11.9</b>	<b>Wheatstone'sche Brückenschaltungen</b>	344
8.3.5	Iodzahl IZ	262	<b>11.10</b>	<b>Elektrische Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad</b>	344
<b>8.4</b>	<b>Maßanalytische Bestimmungen mit elektrochemischen Methoden</b>	265	<b>12</b>	<b>Elektrochemische Berechnungen</b>	349
8.4.1	Potentiometrische Neutralisationstitionen.	265	<b>12.1</b>	<b>Elektrolytische Stoffabscheidung</b>	349
8.4.2	Leitfähigkeitstitionen (Konduktometrie)	269	<b>12.2</b>	<b>Leitfähigkeit von Elektrolyten</b>	351
<b>8.5</b>	<b>Optische Analyseverfahren.</b>	274	<b>12.3</b>	<b>Elektrochemische Potentiale.</b>	353
8.5.1	UV/VIS-Spektroskopie.	274	<b>13</b>	<b>Berechnungen zur Wärmelehre</b>	358
8.5.2	Refraktometrie	279	<b>13.1</b>	<b>Temperaturskalen</b>	358
8.5.3	Polarimetrie	281	<b>13.2</b>	<b>Verhalten der Stoffe bei Erwärmung</b>	358
<b>8.6</b>	<b>Chromatografie</b>	282	13.2.1	Thermische Längenänderung von Feststoffen.	358
<b>8.7</b>	<b>Partikelgrößenanalyse, Siebanalyse</b>	289	13.2.2	Thermische Volumenänderung von Feststoffen.	358
8.7.3	Auswertung einer Siebanalyse mit einem Tabellenkalkulationsprogramm	296	13.2.3	Thermische Volumenänderung von Flüssigkeiten	359
<b>9</b>	<b>Statistische Methoden in Biologie und Analytischer Chemie</b>	301	13.2.4	Thermische Volumenänderung von Gasen	360
<b>10</b>	<b>Qualitätssicherung in der Analytischen Chemie</b>	322	<b>13.3</b>	<b>Wärmeinhalt von Stoffportionen</b>	360
<b>10.1</b>	<b>Validierung analytischer Verfahren</b>	322	<b>13.4</b>	<b>Aggregatzustandsänderungen.</b>	361
10.1.2	Untersuchung der Richtigkeit von Messwerten	322	13.4.1	Schmelzen, Erstarren	361
10.1.3	Untersuchung der Präzision von Messwerten	324	13.4.2	Verdampfen, Kondensieren.	361
10.1.4	Prüfung von Messwertreihen auf Ausreißer.	326	<b>13.5</b>	<b>Temperaturänderung beim Mischen</b>	362
<b>10.2</b>	<b>Qualitätsregelkarten in der Analytischen Chemie</b>	329	<b>13.6</b>	<b>Reaktionswärmen bei chemischen Reaktionen</b>	365
10.2.2	Regelgrenzen in Lage-Qualitätsregelkarten	329	13.6.1	Reaktionsenergie, Reaktionsenthalpie.	365
10.2.3	Bewertung von Lage-Qualitätsregelkarten	330	13.6.2	Heiz- und Brennwert.	366
10.2.4	Regelgrenzen in Streuungs-Qualitätsregelkarten	330	13.6.3	Neutralisationsenthalpie	366
10.2.6	Erstellen und Führen von Qualitätsregelkarten.	331	13.6.4	Lösungsenthalpie	367
<b>11</b>	<b>Berechnungen zur Elektrotechnik</b>	338	13.6.5	Freie Reaktionsenthalpie, Entropie.	367
<b>11.1</b>	<b>Grundbegriffe der Elektrotechnik</b>	338	<b>14</b>	<b>Physikalisch-chemische Bestimmungen</b>	375
<b>11.2</b>	<b>Elektrischer Widerstand eines Leiters</b>	338	<b>14.1</b>	<b>Dichtebestimmungen</b>	375
<b>11.3</b>	<b>Temperaturabhängigkeit des Widerstands</b>	339	14.1.1	Dichtebestimmung mit dem Pyknometer.	375
<b>11.4</b>	<b>Ohm'sches Gesetz.</b>	339	14.1.4	Dichtebestimmung nach dem Tauchkörper-Verfahren	377
			14.1.5	Dichtebestimmung mit dem Aräometer.	377
			14.1.6	Dichtebestimmung nach der Schwebemethode	377
			14.1.7	Bestimmung der Röntgendichte	377
			14.1.8	Bestimmung der Schütt- und Rütteldichte.	377

14.1.9	Dichtebestimmung nach der Schwingungsmethode . . . . .	378
<b>14.2</b>	<b>Bestimmung der Viskosität . . . . .</b>	<b>379</b>
14.2.1	Kugelfall-Viskosimeter nach Höppler . . . . .	379
<b>14.3</b>	<b>Bestimmung der Oberflächenspannung . . . . .</b>	<b>382</b>
<b>14.4</b>	<b>Bestimmung der molaren Masse . . . . .</b>	<b>383</b>
14.4.1	Molare Masse aus den Gasgesetzen. . . . .	383
14.4.2	Molare Masse aus der Dampfdruckerniedrigung. . . . .	384
14.4.3	Molare Masse aus der Siedepunkterhöhung . . . . .	385
14.4.4	Molare Masse aus der Gefrierpunkterniedrigung. . . . .	387
14.4.5	Molare Masse aus dem osmotischen Druck . . . . .	389
<b>15</b>	<b>Trennen von Flüssigkeitsgemischen . . . . .</b>	<b>391</b>
<b>15.1</b>	<b>Destillieren . . . . .</b>	<b>391</b>
15.1.1	Dampfdruck von Flüssigkeiten . . . . .	391
15.1.2	Siedeverhalten homogener Flüssigkeitsgemische . . . . .	391
15.1.3	Siedediagramm . . . . .	392
15.1.4	Gleichgewichtsdiagramm. . . . .	392
15.1.5	Durchführen einer Destillation . . . . .	392
15.1.6	Zeitlicher Verlauf einer Destillation . . . . .	392
<b>15.2</b>	<b>Wasserdampfdestillation. . . . .</b>	<b>397</b>
<b>15.3</b>	<b>Rektifikation (Gegenstromdestillation). . . . .</b>	<b>399</b>
<b>15.4</b>	<b>Flüssig-Flüssig-Extraktion . . . . .</b>	<b>404</b>

<b>16</b>	<b>Berechnungen mit Beschichtungsstoffen . . . . .</b>	<b>406</b>
<b>16.1</b>	<b>Gehaltsgrößen von Beschichtungsstoffen . . . . .</b>	<b>406</b>
16.1.1	Massenanteile in Beschichtungsstoffen. . . . .	406
16.1.2	Volumenanteile in Beschichtungsstoffen . . . . .	407
16.1.3	Pigment-Bindemittel-Massenverhältnis. . . . .	408
16.1.4	Umrechnung von Rezepturen. . . . .	409
<b>16.2</b>	<b>Bestimmung der Kenngrößen von Beschichtungen. . . . .</b>	<b>413</b>
<b>16.3</b>	<b>Schichtdicke von Beschichtungen. . . . .</b>	<b>414</b>
<b>16.4</b>	<b>Verbrauch und Ergiebigkeit von Beschichtungsstoffen . . . . .</b>	<b>416</b>
<b>16.5</b>	<b>Maßanalytische Kennzahlen von Beschichtungsstoffen . . . . .</b>	<b>417</b>
16.5.1	Aminzahl, H-aktiv-Äquivalentmasse. . . . .	417
16.5.2	Epoxid-Äquivalentmasse, Epoxidwert. . . . .	420
<b>16.6</b>	<b>Mischen von Zweikomponenten-Lacken (2K-Lacke) . . . . .</b>	<b>420</b>
16.6.1	2-Komponenten-Lacke mit Hydroxylgruppen und Isocyanatgruppen . . . . .	420
16.6.2	2-Komponenten-Lacke mit Epoxid-Gruppen und aktivem Wasserstoff. . . . .	421