

# Inhaltsverzeichnis

<b>Teil 1</b>	<b>Einige Grundbegriffe</b>	1
1.1	Was sind und weshalb braucht man Größen in den Naturwissenschaften?	1
1.1.1	Quantifizieren – ein Merkmal der Naturwissenschaften	1
1.1.2	Was sagt das Experiment? – Zur Entwicklung von Größengleichungen über experimentell ermittelte Größenwerte	3
1.1.3	Beispiele für das Rechnen mit Größengleichungen	15
1.2	Wichtige Größen aus den Bereichen der Chemie und Physik	22
1.2.1	Zu den Begriffen «extensive» und «intensive» Größenarten	22
1.2.2	Grundgrößenarten, Einheiten, Dimensionen	23
1.2.2.1	Basisgrößenarten	24
1.2.2.2	Einheiten	25
1.2.2.3	Dimensionen	30
1.2.3	Abgeleitete Größenarten	31
1.2.3.1	Fläche, Volumen	31
1.2.3.2	Dichte	32
1.2.3.3	Geschwindigkeit	32
1.2.3.4	Beschleunigung	33
1.2.3.5	Kraft	33
1.2.3.6	Druck	34
1.2.3.7	Energie, Arbeit	35
1.2.3.8	Leistung (Energiestrom)	38
1.2.3.9	Wirkung	38
1.2.4	Zur experimentellen Ermittlung einiger physikalischer Größen	39
1.2.4.1	Volumenbestimmung	40
1.2.4.2	Massenbestimmung	41
1.2.4.3	Dichtebestimmung	42
1.2.4.4	Druckbestimmung	44
1.2.4.5	Temperaturmessung	49
	Übungsaufgaben	52
<b>Teil 2</b>	<b>Zu den Größen, die besonders in der Chemie gebraucht werden</b>	53
2.1	Stöchiometrische Gesetze im Lichte der modernen Größenlehre	53
2.1.1	Zu den Begriffen Stoffportion, Menge, Anzahl	53
2.1.2	Einige wichtige experimentelle Befunde, die zur Atomtheorie führten	54
2.1.3	Daltonsche Atomtheorie	56
2.1.4	Empirische Formel	59
2.2	Grundlagen für stöchiometrische Berechnungen	62
2.2.1	Reaktionsschema	62
2.2.2	«Atommassen in Gramm»	63

2.2.3	Teilchenmengen (Stoffmengen)	64
2.2.4	Formelkonstanten (Teilchenmengenbezogene Massen)	66
2.2.5	Berechnung von Formelkonstanten	68
2.2.6	Teilchen, auf die in der Stöchiometrie häufig Bezug genommen wird	69
2.2.7	Zum Bezug von Stoffnamen und empirischen Formeln	70
2.2.8	Aufstellung eines Reaktionsschemas mit Hilfe von Oxidationszahlen	71
2.2.9	Äquivalente	73
<b>2.3</b>	<b>Beispiele zu den erläuterten stöchiometrischen Beziehungen</b>	<b>74</b>
2.3.1	Berechnung von Teilchenmengen, Formelkonstanten und Massen	75
2.3.2	Berechnung von Formeln und Reaktionsschemata	76
2.3.3	Berechnungen an vorgegebenen Reaktionsschemata	76
<b>2.4</b>	<b>Zu den Begriffen «Atommasse», «Molekülmasse», «Grammatom» und «Molmasse»</b>	<b>78</b>
	Übungsaufgaben	80
<b>2.5</b>	<b>Rechnen mit Anteilen, Konzentrationen und Molalitäten</b>	<b>83</b>
2.5.1	Zu den Begriffen Anteil, Konzentration und Molalität	83
2.5.2	Anwendungsbeispiele für Massenanteile	87
2.5.2.1	Anwendung bei der Herstellung von Mischungen aus Reinstoffen	87
2.5.2.2	Anwendung bei der Massenbestimmung mit Hilfe chemischer Reaktionen	88
2.5.2.3	Anwendung beim Verdünnen von Lösungen	88
2.5.2.4	Anwendung beim Vermischen von Lösungen mit verschiedenem Massenanteil	89
2.5.2.5	Bestimmung des Massenanteils eines Elementes in einer Verbindung	91
2.5.2.6	Bestimmung der empirischen Formel einer Verbindung	92
2.5.3	Anwendungsbeispiel für Volumenanteile	94
2.5.4	Anwendungsbeispiele für Massenkonzentrationen	96
2.5.4.1	Berechnung der Massenkonzentration einer Lösung	96
2.5.4.2	Anwendung bei der Herstellung von Lösungen	96
2.5.4.3	Anwendung bei der Massenbestimmung mit Hilfe chemischer Reaktionen	96
2.5.4.4	Berechnung der Massenkonzentration an verschiedenen Stoffen in einer Lösung	97
2.5.5	Anwendungsbeispiel für Volumenkonzentrationen	97
2.5.6	Anwendungsbeispiele für Teilchenmengenkonzentrationen	98
2.5.6.1	Anwendung bei der Herstellung von Lösungen	99
2.5.6.2	Anwendung bei der Massen- und Konzentrationsbestimmung mit Hilfe chemischer Reaktionen	99
2.5.6.3	Anwendung beim Verdünnen von Lösungen	100
2.5.6.4	Berechnungen mit «Normallösungen»	101
2.5.7	Umrechnung von Anteilen in Konzentrationen und umgekehrt	104
2.5.7.1	Umrechnung von Massenanteilen in Massenkonzentrationen	104
2.5.7.2	Umrechnung von Massenanteilen in Volumenkonzentrationen	104
2.5.7.3	Umrechnung von Massenkonzentrationen in Teilchenmengenkonzentrationen	105
2.5.7.4	Umrechnung von Massenanteilen in Äquivalentmengenkonzentrationen	105
	Übungsaufgaben	106
<b>2.6</b>	<b>Größen, die die Auswirkung einer chemischen Reaktion beschreiben</b>	<b>107</b>
2.6.1	Das Massenwirkungsgesetz	107
2.6.2	Berechnung der Ausbeute bei einer chemischen Reaktion	110

2.6.3	Berechnung von pH-Werten . . . . .	110
2.6.3.1	Berechnung von pH-Werten ohne Berücksichtigung von Massenwirkungskonstanten . . . . .	110
2.6.3.2	Berechnung von pH-Werten unter Berücksichtigung von Massenwirkungskonstanten . . . . .	113
	Übungsaufgaben . . . . .	115

### **Teil 3 Zur experimentellen Ermittlung einiger stöchiometrischer Größen . . . . . 116**

<b>3.1</b>	<b>Bestimmung von Massen- und Volumenverhältnissen bei chemischen Reaktionen . . . . .</b>	<b>116</b>
3.1.1	Zum Gesetz von der Erhaltung der Masse . . . . .	116
3.1.2	Zum Gesetz der konstanten Massen- und Volumenverhältnisse . . . . .	117
3.1.2.1	Bestimmung der Dichte von Gasen . . . . .	117
3.1.2.2	Analyse und Synthese von Wasser . . . . .	118
3.1.2.3	Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff . . . . .	120
3.1.3	Zum Gesetz der vielfachen Massenverhältnisse . . . . .	123
<b>3.2</b>	<b>Zur Bestimmung von Teilchenmengen, Formelkonstanten und Massen mit Hilfe der Gasgesetze . . . . .</b>	<b>124</b>
3.2.1	Die Zustandsgleichung idealer Gase («allgemeine Gasgleichung») . . . . .	124
3.2.1.1	Abhängigkeit des Volumens von der Temperatur . . . . .	124
3.2.1.2	Abhängigkeit des Volumens vom Druck . . . . .	126
3.2.1.3	Abhängigkeit des Volumens von der Teilchenmenge . . . . .	126
3.2.1.4	Zusammenfassung der «Gasgesetze» . . . . .	127
3.2.1.5	Zur Anwendung der erläuterten «Gasgesetze» . . . . .	129
	Übungsaufgaben . . . . .	130
3.2.2	Zum Dampfdruck des Wassers . . . . .	131
3.2.3	Zur Bestimmung der Formelkonstanten einer leicht verdampfenden Flüssigkeit nach dem Prinzip der Luftverdrängung . . . . .	133
3.2.4	Zur Bestimmung der Formelkonstanten von Metallen, die sich von Protonen oxidieren lassen . . . . .	134
3.2.5	Zur Bestimmung der Formelkonstanten von Gasen mit Hilfe der Ausströmungsgeschwindigkeit . . . . .	136
3.2.6	Zur Bestimmung der Formelkonstanten eines Gases mit Hilfe der Diffusionsgeschwindigkeit . . . . .	137
<b>3.3</b>	<b>Zur Bestimmung der Formelkonstanten mit Hilfe der Gefrierpunktserniedrigung . . . . .</b>	<b>139</b>
<b>3.4</b>	<b>Zur experimentellen Bestimmung von Massen über chemische Reaktionen . . . . .</b>	<b>140</b>
3.4.1	Zum Prinzip der quantitativen Analyse . . . . .	140
3.4.2	Gravimetrie . . . . .	140
3.4.3	Volumetrie . . . . .	141
3.4.3.1	Neutralisationsanalysen . . . . .	141
3.4.3.2	Redoxanalysen . . . . .	142
3.4.3.3	Beispiel für eine Rücktitration . . . . .	143

<b>Teil 4</b>	<b>Versuchsbeschreibungen</b>	145
Versuch 1	Ableitung einer Größengleichung	145
Versuch 2	Das Gesetz von Boyle-Mariotte	146
Versuch 3	Barometermodell	147
Versuch 4	Das Gesetz von Gay-Lussac	148
Versuch 5	Das Gesetz von der Erhaltung der Masse	149
Versuch 6	Bestimmung der Dichte von Gasen	150
Versuch 7	Elektrolyse des Wassers	150
Versuch 8	Wassersynthese	151
Versuch 9	Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff	152
Versuch 10	Das Gesetz der vielfachen Massenverhältnisse	153
Versuch 11	Die Abhängigkeit des Volumens einer Gasportion von der Teilchenmenge	153
Versuch 12	Herstellung einer Lösung mit bestimmtem Massenanteil	154
Versuch 13	Bestimmung des Volumenanteils der Luft an Sauerstoff	155
Versuch 14	Herstellung einer Lösung mit bestimmter Massenkonzentration	156
Versuch 15	Herstellung einer «Normallösung» aus einer Lösung, deren Dichte und Massenanteil bekannt ist	157
Versuch 16	Bestimmung der Formelkonstanten einer leicht verdampfenden Flüssigkeit (nach Malewski)	158
Versuch 17	Bestimmung der Formelkonstanten von Metallen, die sich von Protonen oxidieren lassen	159
Versuch 18	Bestimmung der Formelkonstanten von Gasen mit Hilfe der Auströmungsgeschwindigkeit	160
Versuch 19	Bestimmung der Formelkonstanten bzw. der mittleren Geschwindigkeit eines Gases mit Hilfe der Diffusionsgeschwindigkeit	161
Versuch 20	Bestimmung einer Formelkonstanten mit Hilfe der Gefrierpunktniedrigung	162
Versuch 21	Gravimetrische Analyse	163
Versuch 22	Neutralisationsanalyse	164
Versuch 23	Manganometrische Bestimmung der Masse einer Oxalsäureportion	164
Versuch 24	Iodometrische Bestimmung der Masse einer Schwefeldioxidportion	165
<b>Anhang</b>		167
<b>A 1</b>	<b>Zu den mathematischen Grundlagen</b>	167
A 1.1	Rechnen mit Potenzen	167
A 1.1.1	Zum Begriff Potenz	167
A 1.1.2	Beispiel für das Rechnen mit Potenzen	167
A 1.1.3	Erweiterung des Potenzbegriffes	168
A 1.1.4	Umwandlung von Zahlen in Zehnerpotenzen	168
A 1.1.5	Überschlagsrechnen	169
A 1.2	Rechnen mit Logarithmen	169
A 1.2.1	Zum Begriff Logarithmus	169
A 1.2.2	Dekadische Logarithmen	171
A 1.2.3	Gebrauch einer Logarithmentafel	172
A 1.2.4	Anwendung von Logarithmen	173
A 1.2.5	Natürliche Logarithmen	175
A 1.3	Funktionsgleichung ersten Grades und ihre graphische Darstellung	176

A 1.3.1	Zum Begriff Funktion . . . . .	176
A 1.3.2	Direkte Proportionalität . . . . .	178
A 1.3.3	Reziproke Proportionalität . . . . .	179
A 1.3.4	Koordinatentransformation . . . . .	180
A 1.4	Lösung von Gleichungen zweiten Grades mit einer Unbekannten . . . . .	182
A 1.5	Verknüpfung mehrerer Größengleichungen zu einer neuen . . . . .	182
A 1.6	Fehlerbetrachtung, Ausgleichsrechnung . . . . .	184
<b>A 2</b>	<b>Lösungen der Übungsaufgaben</b> . . . . .	<b>188</b>
	Literaturverzeichnis . . . . .	191
<b>A 3</b>	<b>Größen, Einheiten, Größengleichungen und Tabellen</b> . . . . .	<b>192</b>
A 3.1	Auswahl einiger Größen mit Einheiten und Größengleichungen . . . . .	192
A 3.2	Werte für konstante Größen . . . . .	196
A 3.3	Griechisches Alphabet . . . . .	196
A 3.4	Tabellen . . . . .	196
A 3.4.1	Umrechnungsfaktoren für Einheiten . . . . .	196
A 3.4.2	Barometrische Korrektur $k$ . . . . .	197
A 3.4.3	Sättigungsdampfdruck des Wassers in Abhängigkeit von der Temperatur . . . . .	198
A 3.5	Formelkonstanten der Elemente . . . . .	199