

Werner Kullbach

# **Mengenberechnungen in der Chemie**

Grundlagen und Praxis

Verlag Chemie

Weinheim · Deerfield Beach, Florida · Basel · 1980

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Die wichtigsten Grundbegriffe</b>	<b>5</b>
2.1	Physikalische Größen und Gleichungen	5
2.1.1	Allgemeine Hinweise und Definitionen	5
2.1.2	Einige Gesichtspunkte zur Klassifizierung von Größen	13
2.1.3	Herkömmliche Aussagen unter Anwendung des Größenbegriffs	19
2.2	Die „Quantitätsgrößen“ Masse und Volumen	26
2.2.1	Stoffportion und Quantität	26
2.2.2	Die Masse als „Ergebnis einer Wägung“	30
2.2.3	Volumen und Volumeneinheiten	32
2.2.4	Einige Bemerkungen zu konkreten Quantitätsangaben	36
2.3	Einige „physikalische“ Intensitätsgrößen	39
2.3.1	Der Quotient aus Masse und Volumen: die Dichte	39
2.3.2	Temperatur und Druck als „Zustandsvariable“	45
2.4	Vorschläge zur Durchführung praktischer Berechnungen	58
2.4.1	Grundsätzliche Bemerkungen	58
2.4.2	Hinweise zur Beurteilung numerischer Ergebnisse	60
2.4.3	Beispiele für konkrete Lösungsmöglichkeiten	63
2.4.4	Erläuterungen zum Umgang mit dem Prozentbegriff	71
<b>3</b>	<b>Der Stoffmengen-Begriff im Rahmen einer Einführung in die Chemie</b>	<b>75</b>
3.1	Didaktische Vorbemerkungen	75
3.2	Der Teilchenbegriff im Zusammenhang mit chemischen Formeln	77
3.3	Die Teilchenanzahl als Quantitätsmaß	80
3.4	Der Stoffmengen-Begriff und das „Mol“ als Stoffmengen-Einheit	94
3.5	Einfache Stoffmengen-Relationen	100
3.6	Stoffmengen-Beziehungen mit additiver Verknüpfung	117
3.7	Die „Quantitätsgröße“ Stoffmenge im Vergleich mit Masse und Volumen	131

<b>4</b>	<b>Die praktische Lösung stöchiometrischer Grundprobleme . . .</b>	<b>139</b>
4.1	Molare Masse und molares Volumen als Hilfsgrößen zur Stoffmengen-Berechnung . . . . .	139
4.1.1	Begriffliche Grundlagen . . . . .	139
4.1.2	Die molare Masse chemischer Elemente und Verbindungen . . . . .	145
4.1.3	Das molare Volumen idealer Gase . . . . .	157
4.2	Quantitative Aussagen über die Zusammensetzung chemischer Verbindungen . . . . .	164
4.2.1	Allgemeines . . . . .	164
4.2.2	Massenangaben betreffend konkrete Verbindungs-Portionen . . . . .	165
4.2.3	Stöchiometrische Massenverhältnisse bzw. -anteile – Empirische Formel . . . . .	172
4.3	Die quantitative Beurteilung chemischer Reaktionen . . . . .	186
4.3.1	Beispiele für konkrete Umsatz-Berechnungen . . . . .	186
4.3.2	Auf Reaktionsumsätze bezogene Größenverhältnisse und ihre Anwendung . . . . .	199
4.4	Einige spezielle Aussagen in bezug auf ideale Gase . . . . .	216
4.5	Der historische Bezug stöchiometrischer Grundbegriffe . . . . .	226
4.5.1	Das „Begriffsproblem“ Stoffmenge und Mol . . . . .	226
4.5.2	Historische Entwicklung aus heutiger Sicht . . . . .	227
4.5.3	Vergleichende Bemerkungen zu „alten“ und „neuen“ Begriffen und Schreibweisen . . . . .	246
<b>5</b>	<b>Praktische Berechnungen im Zusammenhang mit Gehaltsangaben . . . . .</b>	<b>253</b>
5.1	Intensitätsgrößen, die die Zusammensetzung von Mischphasen beschreiben . . . . .	253
5.1.1	Übersicht . . . . .	253
5.1.2	Konkrete Aussagen unter Verwendung von „Anteils-Größen“ . . . . .	260
5.1.3	Volumenanteil und Volumenkonzentration . . . . .	270
5.1.4	Massenkonzentration im Vergleich mit Massenanteil . . . . .	275
5.1.5	Stoffmengen-Konzentration und Molalität . . . . .	278
5.1.6	Die „mittlere molare Masse“ als indirektes Gehaltsmaß . . . . .	284
5.2	Rechenbeispiele zur Herstellung oder Beurteilung konkreter Mischphasen . . . . .	287
5.2.1	Allgemeines . . . . .	287
5.2.2	Berechnungsbeispiele zu gebräuchlichen Lösungsportionen . . . . .	287
5.2.3	Umrechnung von Gehaltsangaben für vorgegebene Mischungsojekte . . . . .	299
5.2.4	Einige Besonderheiten für ideale Gasgemische . . . . .	317

5.3	Gehaltsangaben im Zusammenhang mit chemischen Reaktionen . . . . .	336
5.4	Veränderung von Mischphasen unter verschiedenartigen Einflüssen . . . . .	354
5.4.1	Allgemeine Aussagen und ihre Anwendung auf Mischvorgänge . . . . .	354
5.4.2	Veränderung von Mischphasen aufgrund physikalischer Vorgänge . . . . .	367
5.4.3	Veränderung von Mischphasen, in denen chemische Reaktionen stattfinden . . . . .	379
<b>6</b>	<b>Der Begriff „Äquivalent“ und seine praktische Bedeutung . . . . .</b>	<b>387</b>
6.1	Allgemeines . . . . .	387
6.2	Einige Berechnungsbeispiele zur Maßanalyse . . . . .	406
6.3	Abschließende Bemerkungen zu den Begriffen Val und Mol . . . . .	422
	<b>Literaturhinweise . . . . .</b>	<b>433</b>
	<b>Anhang 1:</b> Tabellarische Darstellung der grundlegenden Größen- gleichungen . . . . .	<b>437</b>
	<b>Anhang 2:</b> Verzeichnis der chemischen Elemente mit ihren Ord- nungszahlen ( $Z$ ) und relativen Atommassen ( $A_r$ ) . . . . .	<b>440</b>
	<b>Anhang 3:</b> Das molare Volumen idealer Gase (oder idealer Gasge- mische) in Abhängigkeit von Druck und Temperatur – Korrekturfaktoren für „reale Gase“ . . . . .	<b>443</b>
	<b>Anhang 4:</b> Ergebnisse der Übungsaufgaben . . . . .	<b>444</b>
	<b>Symbolverzeichnis . . . . .</b>	<b>453</b>
	<b>Register . . . . .</b>	<b>459</b>
	<b>Molare Masse natürlicher Elemente . . . . .</b>	<b>474</b>