

Chemie in der Praxis

Ralf Martens-Menzel

**Physikalische Chemie
in der Analytik**

Chemie in der Praxis

Herausgegeben von

Prof. Dr. Erwin Müller-Erlwein, Technische Fachhochschule Berlin
Prof. Dr. Wolfram Trowitzsch-Kienast, Technische Fachhochschule Berlin
Prof. Dr. Hartmut Widdecke, Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel

Die Reihe *Chemie in der Praxis* richtet sich an Studierende in praxisorientierten Studiengängen besonders an Fachhochschulen, aber auch im universitären Bereich. Ihnen sollen Begleittexte angeboten werden für solche Studienrichtungen, in denen die Kenntnis von und der Umgang mit chemischen Produkten, Denk- und Verfahrensweisen einen wichtigen Bestandteil bilden.

Darüber hinaus wendet sich die Reihe aber auch an Ingenieure und andere Fachkräfte, denen in ihrem Berufsbild immer wieder „chemische“ Frage- und Aufgabenstellungen unterschiedlichster Art begegnen. Ihnen bietet die Reihe Gelegenheit, fundamentales Chemie-Wissen sowohl aufzufrischen als auch neue und erweiterte Anwendungsmöglichkeiten kennen zu lernen.

Zielsetzung der Herausgeber bei der Zusammenstellung der einzelnen Titel ist, eine solide und angemessene Vermittlung von Basiswissen mit einem Höchstmaß an Aktualität in der Praxis zu verknüpfen. Hierzu wird bewusst auf eine umfangreiche Darstellung der theoretischen Grundlagen verzichtet, um statt dessen die für die Praxis relevanten Aspekte in einer verständlichen Weise darzulegen.

Ralf Martens-Menzel

Physikalische Chemie in der Analytik

Eine Einführung in die Grundlagen mit Anwendungsbeispielen



B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dr. Ralf Martens-Menzel

ist 1959 in Berlin geboren. An der Technischen Universität Berlin seit 1977 Chemiestudium, 1982 Diplom-Chemiker, 1988 Promotion zum Dr. rer. nat. über die Spurenanalytik in Reinstkupfer bei Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schulze. Nach zwei Jahren Industrietätigkeit Oberingenieur an der Technischen Universität Berlin im Fachgebiet Wasserreinhaltung von 1991 bis 1997. Seitdem freiberuflicher Chemiker in Forschung und Lehre. Seit 1991 nebenberuflicher Lehrbeauftragter, seit 2000 Gastprofessor für Anorganische und Analytische Chemie an der Technischen Fachhochschule Berlin.

1. Auflage Mai 2003

Alle Rechte vorbehalten

© B. G. Teubner / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2003

Der B. G. Teubner Verlag ist ein Unternehmen der Fachverlagsgruppe BertelsmannSpringer.
www.teubner.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Ulrike Weigel, www.CorporateDesignGroup.de

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

ISBN 978-3-519-00335-9 ISBN 978-3-322-96641-4 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-322-96641-4

Vorwort

Das vorliegende Buch richtet sich primär an Fachhochschüler chemisch ausgerichteter Studiengänge sowie an Chemiestudenten wissenschaftlicher Hochschulen. Es soll jedoch auch den mit chemischen Untersuchungen befassten Fachkräften als Unterstützung dienen, wenn diese mit physikalisch-chemischen Fragestellungen konfrontiert sind. Zur Lektüre dieses Buches sind Grundkenntnisse auf folgenden Gebieten von großem Vorteil: chemische Grundgesetze, Stöchiometrie, Gehaltsgrößen, Maßanalyse.

Es ist hier weder eine umfassende Behandlung der Physikalischen Chemie noch der Analytischen Chemie beabsichtigt gewesen. Vielmehr werden die Themen behandelt, die den Grenzbereich zwischen Analytischer und Physikalischer Chemie ausmachen. Es soll eine einfache und leicht verständliche Einführung sein, die nicht nur bei der Vorbereitung auf eine Lehrveranstaltung oder Prüfung dienlich ist, sondern auch dann, wenn bei Vorliegen konkreter im analytisch-chemischen Bereich auftretender Probleme Lösungen gesucht werden.

Im ersten Teil bis Kapitel 3 werden die zum Verständnis und zur Beurteilung analytisch-chemischer Verfahrensweisen notwendigen Grundlagen der Reaktionskinetik und der Thermodynamik ausführlich dargestellt. Die Gliederung erfolgt hierbei nach den verschiedenen Reaktions- und Verteilungsphänomenen. Es werden jeweils einige Anwendungen beschrieben und passende Beispiele mit Rechenaufgaben vorgestellt. Bei diesen Rechenübungen wird mit Näherungen umgegangen, die jedoch eine ausreichend präzise Kalkulation ermöglichen; unnötig komplizierte Rechenwege werden nicht behandelt.

Ab Kapitel 4 folgt ein Teil über elektroanalytische und physikalisch-chemische Analysenmethoden, jeweils mit Benennung der für die Praxis wichtigen Anwendungsmöglichkeiten. Die Besonderheiten der Methoden werden ebenso erklärt wie die jeweiligen methodisch bedingten Vor- und Nachteile, die sich in deren Anwendung ergeben. Informationen zu den für die einzelnen Methoden erhältlichen Analysengeräten sind hier nicht angegeben, können aber beispielsweise in der aktuellsten Form aus dem Internet erhalten werden.

Es folgt in Kapitel 6 eine Sammlung einiger thermodynamischer Größen für Reaktionen in wässriger Lösung: Löslichkeitsprodukte, Komplexbildungskonstanten, Säureexponenten sowie Standardpotentiale. Für thermodynamische Standardgrößen wie Enthalpie- und Entropiewerte wird auf die einschlägigen Tabellenwerke verwiesen.

In diesem Buch werden physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten häufig mit erklärenden Worten mathematisch hergeleitet und in zahlreichen Fällen mit Hilfe von Diagrammen veranschaulicht. Hierbei sind doppelt-logarithmische Hägg-Diagramme, Redoxdiagramme, Voltamperogramme (Voltammogramme) sowie Titrationskurven als Beispiele zu nennen.

Allen, die mir in der Zeit der Entstehung dieses Buches geholfen haben, danke ich sehr. Herrn Prof. Dr.-Ing. Erwin Müller-Erlwein danke ich für die wertvollen Anregungen. Dem Verlag danke ich für das gute Zusammenwirken.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Zielsetzungen von Physikalischer und Analytischer Chemie 9**
- 2 Beispiele zur Reaktionskinetik 14**
- 3 Thermodynamische Grundlagen 29**
 - 3.1 Das chemische Gleichgewicht und seine Abhängigkeiten 29
 - 3.2 Löslichkeit und Fällung 45
 - 3.3 Komplexbildung und –zerfall 52
 - 3.4 Säure-Base-Reaktionen 63
 - 3.5 Redoxreaktionen 87
 - 3.6 Verteilungsvorgänge 100
- 4 Beispiele zur Elektroanalytik 110**
 - 4.1 Elektroanalytische Bestimmungsmethoden 110
 - 4.2 Elektroanalytische Indikationsmethoden 130
- 5 Physikalisch-Chemische Analysenmethoden 141**
 - 5.1 Besonderheit der Physikalisch-Chemischen Analysenmethoden 141
 - 5.2 Kryoskopie 142
 - 5.3 Ebullioskopie 146
 - 5.4 Bestimmung des osmotischen Drucks 147

6	Tabellen	153
7	Naturkonstanten	158
8	Symbole	159
9	Literatur	163
10	Register	168