

Teubner Studienbücher Chemie

G. Fellenberg

Chemie der Umweltbelastung

Teubner Studienbücher Chemie

Herausgegeben von

Prof. Dr. rer. nat. Christoph Elschenbroich, Marburg

Prof. Dr. rer. nat. Friedrich Hensel, Marburg

Prof. Dr. phil. Henning Hopf, Braunschweig

Die Studienbücher der Reihe Chemie sollen in Form einzelner Bausteine grundlegende und weiterführende Themen aus allen Gebieten der Chemie umfassen. Sie streben nicht die Breite eines Lehrbuchs oder einer umfangreichen Monographie an, sondern sollen den Studenten der Chemie – aber auch den bereits im Berufsleben stehenden Chemiker – kompetent in aktuelle und sich in rascher Entwicklung befindende Gebiete der Chemie einführen. Die Bücher sind zum Gebrauch neben der Vorlesung, aber auch – da sie häufig auf Vorlesungsmanuskripten beruhen – anstelle von Vorlesungen geeignet. Es wird angestrebt, im Laufe der Zeit alle Bereiche der Chemie in derartigen Lehrbüchern vorzustellen. Die Reihe richtet sich auch an Studenten anderer Naturwissenschaften, die an einer exemplarischen Darstellung der Chemie interessiert sind.

Chemie der Umweltbelastung

Von Prof. Dr. rer. nat. Günter Fellenberg
Technische Universität Braunschweig

3., überarbeitete und erweiterte Auflage



B. G. Teubner Stuttgart 1997

Prof. Dr. rer. nat. Günter Fellenberg

Geboren 1936 in Hamburg. Studium der Fächer Biologie, Chemie und Geographie für das Höhere Lehramt an der Universität Erlangen. 1962 Promotion über pflanzliche Gewebekulturen. 1962 wiss. Mitarbeiter am MPI für Pflanzengenetik, Rosenhof/Ladenburg. 1963 wiss. Assistent am Botanischen Institut der TU Hannover. 1968 Habilitation mit einer Arbeit über Restitutionsprozesse an Keimlingen. Im selben Jahr Dozentur am Botanischen Institut der TU Braunschweig.

Seit 1975 werden Lehrveranstaltungen über Fragen der Umweltbelastung für Hörer aller Fakultäten abgehalten.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Fellenberg, Günter:

Chemie der Umweltbelastung / von Günter Fellenberg. – 3., überarb. und erw. Aufl. – Stuttgart : Teubner, 1997

(Teubner-Studienbücher : Chemie)

ISBN-13: 978-3-519-23510-1

e-ISBN-13: 978-3-322-80164-7

DOI: 10.1007/978-3-322-80164-7

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

© B. G. Teubner, Stuttgart 1997

Vorwort

Während der vergangenen Jahre zeigte sich, daß anthropogene Emissionen nicht nur auf direktem Wege Schäden verursachen, sondern daß oftmals zunächst eine Reihe von Reaktionen in der Umwelt ablaufen, die einen freigesetzten Stoff erst zum Schadstoff werden lassen. Bereits vor Jahrzehnten stellte man fest, daß beispielsweise im oxidierend wirkenden Smog vom Los Angeles Typ bestimmte Bestandteile der Kraftfahrzeugabgase photochemisch zu Ozon und höhermolekularen Kohlenwasserstoffen umgewandelt werden. Dazu gehören nicht nur Umsetzungen, aus denen toxisch wirkende Substanzen hervorgehen. Viele Reaktionsabläufe führen auch zum Abbau oder zur Entgiftung von Umweltschadstoffen. Schließlich nutzt man die Reaktionsfähigkeit verschiedener Schadstoffe für technische Reinigungsverfahren aus. Somit kommt den chemischen Aspekten von Umweltschadstoffen inzwischen besondere Bedeutung zu.

Bei der Betrachtung der Reaktionen von Umweltschadstoffen stellt man fest, daß viele der beobachteten Reaktionen enzymatisch gesteuert werden. So ist die Chemie der Umweltbelastung eng verknüpft mit der Biochemie der Umweltbelastung. Obwohl in diesem Buch biochemische Probleme der Umweltbelastung nur vereinzelt angeschnitten werden, sollte man nicht übersehen, daß der Stoffwechsel von Mensch, Tier und Pflanze wichtige Reaktionsmilieus für freigesetzte Umweltschadstoffe darstellen.

An Einzelbeispielen wird darauf hingewiesen, daß chemische Vorgänge freigesetzter Schadstoffe auch mit Klimafaktoren, Bodenbeschaffenheit, Nahrungsmittelherstellung und Radioaktivität in Beziehung stehen. Solche Hinweise sollen daran erinnern, daß ein so komplexes Gebiet wie das der Umweltbelastungen nicht alleine aus einem Blickwinkel betrachtet werden sollte, um einseitig ausgerichtete Schlußfolgerungen zu vermeiden.

Trotz der Vielschichtigkeit der Umweltproblematik wurde versucht, das dargestellte Gebiet übersichtlich zu gliedern und möglichst nur wichtige oder exemplarische Prozesse herauszugreifen, um sie in einfacher und lernbarer Form wiederzugeben.

Die Anregung, ein Buch über "Chemie der Umweltbelastung" zu schreiben, gab mir Herr Prof. Dr. H. Hopf, Mitherausgeber dieser Lehrbuchreihe und er übernahm gleichzeitig die mühevollen Aufgabe, das Ma-

nuskript durchzuarbeiten. Für den Anstoß zu der fesselnden Arbeit und für seine bereitwillige Hilfeleistung während der Erstellung des Manuskripts bin ich Herrn Hopf außerordentlich dankbar. Vervollständigt wurde das angenehme Arbeitsklima durch viele freundlich-geduldige Hilfestellungen von Herrn Dr. P. Spuhler vom Verlag B. G. Teubner.

Braunschweig, Sommer 1990

G. Fellenberg

Vorwort zur dritten Auflage

Allen Lesern, die mit Zuspruch oder Kritik Interesse an den ersten beiden Auflagen dieses Buches bekundet haben, möchte ich vielmals für ihre Anregungen danken und versuchen, diese so weit wie möglich bei der Neuauflage zu berücksichtigen. Entsprechend eines mehrfach geäußerten Wunsches wird der Text in ein gefälligeres Schriftbild gebracht. Bei dieser Gelegenheit wurden einige neuere Daten in den Text eingearbeitet und mißverständliche Formulierungen an verschiedenen Stellen verbessert.

Zu danken habe ich vor allem Herrn Prof. Dr. W. Grahn, Braunschweig und Herrn D. Barth, Sommerhausen für Hinweise auf Fehler sowie Herrn Prof. Dr. H. Hopf für die Durchsicht des Manuskripts. Dem Verlag B. G. Teubner gilt mein Dank für sein Entgegenkommen, das Buch in einer neuen Aufmachung erscheinen zu lassen.

Braunschweig, 1996

G. Fellenberg

Inhaltsverzeichnis

1	Was sind Umweltbelastungen?	13
1.1	Die natürliche Veränderlichkeit der Umwelt	13
1.2	Vergleich anthropogener und natürlicher Umweltveränderungen	15
1.3	Bewertung von Umweltbelastungsfaktoren	17
2	Veränderungen der Atmosphäre	18
2.1	Stäube und Aerosole	18
2.1.1	Definition	18
2.1.2	Ursprung und Verweildauer in der Atmosphäre	19
2.1.3	Verhalten in der Atmosphäre	23
2.1.3.1	Einfluß auf Strahlungsbilanz und Wärmehaushalt der Atmosphäre	23
2.1.3.2	Chemische Reaktionen in Troposphäre und Stratosphäre	24
2.1.3.3	Bedeutung für Korrosionsvorgänge an Metallen und Steinen	27
2.1.3.4	Beeinträchtigung der Gesundheit des Menschen	27
2.1.3.4.1	Hemmung der Vitamin D-Bildung	28
2.1.3.4.2	Silikose und Asbestose	29
2.1.3.4.3	Wirkungen von Metallstäuben	30
2.1.3.4.4	Stäube und Allergiebildung	32
2.1.3.5	Stäube und die Photosynthese der Pflanzen	35
2.1.4	Technische Entstaubungsverfahren	36
2.1.5	Staubfilterung mit Hilfe von Pflanzen	41
2.2	Gase	43
2.2.1	Emission, Transmission, Immission	43
2.2.2	Grenzkonzentrationen für Abgase	47
2.2.3	Kohlenmonoxid	51
2.2.3.1	Herkünfte	51
2.2.3.2	Toxizität	52

2.2.3.3	Bindung und Entgiftung von Kohlenmonoxid in der Natur	54
2.2.4	Kohlendioxid	55
2.2.4.1	Chemisches und biochemisches Gleichgewicht von Kohlendioxid in der Atmosphäre	56
2.2.4.2	Das Verhalten von Kohlendioxid in der Atmosphäre	57
2.2.5	Schwefeldioxid	62
2.2.5.1	Natürliche und anthropogene Quellen	62
2.2.5.2	Verhalten in der Atmosphäre	62
2.2.5.3	Reaktionen in der Atmosphäre und Bildung von reduzierendem Smog	65
2.2.5.4	Zerstörung von Metallen, Mauerwerk und Gläsern	67
2.2.5.5	Physiologische Wirkung auf Menschen und Tiere	71
2.2.5.6	Physiologische Wirkungen auf Pflanzen	73
2.2.6	Stickoxide	74
2.2.6.1	Natürliche und anthropogene Quellen	74
2.2.6.2	Oxidation und chemische Umsetzungen während der Transmission	77
2.2.6.3	Photochemische Bildung von oxidierend wirkendem Smog	78
2.2.6.4	Tages- und Jahresgang des photochemisch gebildeten Ozons	79
2.2.6.5	Wirkung von Stickoxiden und Ozon auf den Menschen	83
2.2.6.6	Biochemische Effekte bei Pflanzen	85
2.2.7	Das Problem des Waldsterbens	89
2.2.8	Technische Verfahren zur Emissionsminderung	93
2.2.9	FCKW, Lachgas und das stratosphärische Ozon	102
2.2.9.1	Herkunft von FCKW und Lachgas	103
2.2.9.2	Photochemische Reaktionen in der Stratosphäre und das polare Ozonloch	104
3	Beeinträchtigung von Grund- und Oberflächenwasser	108
3.1	Bewertungsmaßstäbe für die Wasserbelastung	110
3.2	Organische Rückstände	115

3.2.1	Mikrobiell abbaubare Stoffe und Eutrophierung des Wassers	116
3.2.2	Harnstoff- und Ammoniakbildung im Wasser	117
3.2.3	Nicht oder schwer abbaubare Stoffe	118
3.2.4	Bedeutung von Tensiden	125
3.3	Anorganische Rückstände	127
3.3.1	Ionen aus Tausalzen und Düngemitteln	127
3.3.2	Schwermetalle	130
3.3.3	Säureeintrag und Fischsterben	140
3.4	Reinigungsverfahren	141
3.4.1	Biologische Reinigungsverfahren	142
3.4.2	Spezielle Abwasserreinigungsverfahren	149
3.4.3	Reinigungsverfahren bei der Trinkwassergewinnung	152
4	Bodenbelastung	156
4.1	Aufbau und Zusammensetzung des Bodens	156
4.2	Bodenverdichtung	157
4.3	Bodenveränderungen durch bestimmte Formen der Bodennutzung	159
4.4	Anthropogene Schadstoffeinträge	161
4.4.1	Säureeintrag und dessen bodenchemische Konsequenzen	161
4.4.2	Eintrag von Schwermetallen und deren Verfügbarkeit für Pflanzen	163
4.4.3	Eintrag von Pestiziden und deren Verhalten	166
4.4.4	Schadstoffeintrag mit Klärschlamm	168
4.4.5	Bedeutung von Tausalzen für die Bodenstruktur	170
4.5	Böden als Bestandteil von Landschaften und Lebensräumen	171
5	Allgemein verbreitete Stoffe (Ubiquisten)	173

6	Nahrungs- und Genußmittel	192
6.1	Schadstoffbelastung bei der Nahrungsmittelerzeugung	192
6.2	Aufbereitung von Nahrungs- und Genußmitteln	198
6.3	Konservierungsmittel und Verpackungen	201
6.4	Mycotoxine, Phytoplanktontoxine und Bakterientoxine	205
6.5	Natürlich vorkommende Toxine in pflanzlichen Nahrungsmitteln	215
7	Gebrauchsartikel	220
7.1	Schädlingsbekämpfungsmittel	221
7.1.1	Chemische Klassifizierung	221
7.1.2	Beispiele für abiotischen und biotischen Abbau	223
7.1.3	Toxizität	226
7.1.4	Ermittlung von Grenzkonzentrationen	228
7.2	Putz-, Wasch- und Reinigungsmittel	231
7.3	Chemische Reinigung, Farben, Lacke	234
7.4	Kosmetika und Körperpflegemittel	235
8	Radioaktivität	237
8.1	Was ist Radioaktivität?	237
8.2	Physikalische und biologische Halbwertszeit von Radionukliden	240
8.3	Strahleninduzierte Reaktionen im Gewebe	242
8.4	Das Problem der Grenzwertabschätzung	249
8.5	Quellen künstlicher Radioaktivität in der Umwelt	250
8.6	Kernwaffen und der nukleare Winter	255
9	Ausblick	257
	Glossar	259

Literatur	263
Sachregister	266