

DUDEN

BASISWISSEN
SCHULE



CHEMIE

Abitur

Duden

BASISWISSEN SCHULE

CHEMIE

ABITUR

5., überarbeitete und aktualisierte Auflage

Dudenverlag
Berlin

Herausgeber

Prof. Dr. Erhard Kemnitz, Dr. Rüdiger Simon

Autoren

Arno Fishedick, Dr. Lutz Grubert, Dr. Annett Hartmann, Dr. Horst Hennig,
Dr. Bernd Kaiser, Dr. Günter Kauschka, Prof. Dr. Erhard Kemnitz,
Frank Liebner, Ute Lilienthal, Prof. Dr. Andreas Link, Dr. Gabriele Mederow,
Prof. Dr. Sabine Müller, Dr. Cordula Riederer, Dr. Ullrich Riederer,
Dr. Sven Scheurell, Dr. Martin Schönherr †, Dr. Rüdiger Simon, Dr. Hartmut Vogt

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Das Wort **Duden** und der Reihentitel **Basiswissen Schule** sind für den Verlag
Bibliographisches Institut GmbH als Marke geschützt.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in
irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht
für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung
elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für die Inhalte der im Buch genannten URLs, deren Verknüpfungen
zu anderen Internetangeboten und Änderungen der Internetadresse übernimmt
der Verlag keine Verantwortung und macht sich diese Inhalte nicht zu eigen.
Ein Anspruch auf Nennung besteht nicht.

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

© Duden 2020

D C B A

Bibliographisches Institut GmbH, Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

**Redaktionelle Leitung
Redaktion**

David Harvie
Claudia Fahlbusch, Dr. Angelika Fallert-Müller,
Michael Venhoff

Herstellung

Uwe Pahnke

Layout

Britta Scharffenberg

Umschlaggestaltung

Büroecco, Augsburg

Satz

LemmeDESIGN, Berlin

Druck und Bindung

mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Printed in Germany

ISBN 978-3-411-04595-2



PEFC zertifiziert

Dieses Produkt stammt aus nachhaltig
bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten
Quellen.

www.pefc.de

Inhaltsverzeichnis

1	Die Chemie – eine Naturwissenschaft	7	
1.1	Die Chemie im Kanon der Naturwissenschaften	8	
1.2	Denk- und Arbeitsweisen in der Chemie	11	
1.2.1	Begriffe und Größen	11	
1.2.2	Gesetze, Modelle und Theorien in der Chemie	14	
1.2.3	Erkenntnisgewinn in der Chemie	16	
1.2.4	Vorbereitung, Durchführung und Auswertung chemischer Experimente	22	
1.3	Stöchiometrie	27	
1.3.1	Molare und Zusammensetzungsgrößen	27	
1.3.2	Berechnungen zu chemischen Reaktionen	31	
2	Kernchemie und Entstehung der Elemente	33	
2.1	Kernchemie	34	
2.1.1	Kernbausteine – Nukleonen	34	
2.1.2	Stabilität von Atomkernen und Kernreaktionen	35	
2.2	Entstehung der Elemente	44	
2.2.1	Kernsynthese der Elemente	44	
2.2.2	Häufigkeit der Elemente	46	■ Überblick 48
3	Atombau und Periodensystem	49	
3.1	Atombau	50	
3.1.1	Historische Entwicklung des Atommodells	50	
3.1.2	Das Atommodell nach Bohr und Sommerfeld	52	
3.1.3	Das moderne quantenmechanische Atommodell	55	■ Überblick 63
3.2	Das Periodensystem der Elemente	64	
3.2.1	Historie	64	
3.2.2	Ordnungsprinzip im Periodensystem	65	
3.2.3	Periodizität der Eigenschaften	67	■ Überblick 76
4	Chemische Bindung	77	
4.1	Hauptbindungsarten	78	
4.1.1	Überblick	78	
4.1.2	Atombindung	79	
4.1.3	Ionenbindung	96	
4.1.4	Metallbindung	102	
4.2	Besondere Wechselwirkungen zwischen Molekülen	105	
4.2.1	Van-der-Waals-Kräfte	105	
4.2.2	Wasserstoffbrückenbindungen	106	■ Überblick 108
5	Grundzüge der physikalischen Chemie	109	
5.1	Chemische Thermodynamik	110	
5.1.1	Energie und Energieerhaltung	110	
5.1.2	Der erste Hauptsatz der Thermodynamik	114	
5.1.3	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	119	
5.1.4	Die freie Enthalpie	123	■ Überblick 127
5.2	Chemische Kinetik	128	
5.2.1	Zeitlicher Ablauf chemischer Reaktionen	128	
5.2.2	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	134	

	5.2.3	Mechanismus chemischer Reaktionen	137
■ Überblick 143	5.2.4	Katalysatoren und Katalyse	140
	5.3	Elektrochemische Prozesse	144
	5.3.1	Elektrische Leitung und Elektrolyte	144
	5.3.2	Elektroden und Elektrodenpotenziale	145
■ Überblick 166	5.3.3	Elektrochemische Zellen und Zellspannung	151
	5.3.4	Elektrolytische Prozesse	162
	6	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	167
	6.1	Das chemische Gleichgewicht	168
	6.1.1	Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen	168
	6.1.2	Einstellung des chemischen Gleichgewichts	169
	6.1.3	Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtskonstante	170
	6.2	Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts	174
	6.2.1	Einfluss der Temperatur und des Drucks	174
	6.2.2	Einfluss weiterer Reaktionsbedingungen	176
	6.3	Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes	178
■ Überblick 182	6.3.1	Gleichgewichtsreaktionen in der Industrie	178
	6.3.2	Löslichkeitsgleichgewichte von Salzen	179
	7	Protonen- und Elektronenübertragungsreaktionen	183
	7.1	Säuren und Basen	184
	7.1.1	Säure-Base-Theorie nach Brönsted	184
	7.1.2	Säure-Base-Gleichgewichte	186
	7.1.3	Amphoterie	197
	7.1.4	Neutralisationsreaktionen	198
■ Überblick 207	7.1.5	Säure-Base-Theorie nach Lewis	204
	7.1.6	Säuren und Basen im Alltag	205
	7.2	Redoxreaktionen	208
	7.2.1	Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen	208
	7.2.2	Oxidationszahlen	210
	7.2.3	Entwickeln von Redoxgleichungen	212
■ Überblick 218	7.2.4	Standardredoxpotenziale und Redoxgleichgewichte	213
	7.2.5	Anwendungen von Redoxreaktionen	216
	8	Grundzüge der anorganischen Chemie	219
	8.1	Hauptgruppenelemente und Verbindungen	220
■ Überblick 232	8.1.1	Vorkommen und Darstellung der Elemente	220
	8.1.2	Verbindungen der Hauptgruppenelemente	224
	8.2	Chemie der Nebengruppenelemente	233
	8.2.1	Vorkommen und Darstellung der d-Block-Elemente	233
	8.2.2	Eigenschaften und Verwendung von d-Block-Elementen	236
■ Überblick 245	8.2.3	Nanotechnologie	243
	8.3	Komplexchemie	246
	8.3.1	Aufbau und Nomenklatur von Komplexen	246
	8.3.2	Struktur und Eigenschaften von Komplexverbindungen	248
	8.3.3	Stabilität von Komplexverbindungen	252
	8.3.4	Darstellung und Bedeutung von Komplexen	254
■ Überblick 258	8.3.5	Komplexometrie	257

9	Strukturen und Reaktionen organischer Verbindungen	259	
9.1	Allgemeine Grundlagen der organischen Chemie	260	
9.1.1	Namen, Formeln und Strukturen	260	
9.1.2	Elektronische Effekte in organischen Verbindungen	262	■ Überblick 264
9.1.3	Isomerie organischer Verbindungen	265	
9.1.4	Reagenzien, Substrate, Reaktionen	271	
9.1.5	Reaktionstypen in der organischen Chemie	273	■ Überblick 288
9.2	Aliphatische Kohlenwasserstoffe	289	
9.2.1	Nomenklatur aliphatischer Kohlenwasserstoffe	289	
9.2.2	Gesättigte kettenförmige Kohlenwasserstoffe	292	
9.2.3	Ungesättigte kettenförmige Kohlenwasserstoffe	295	
9.3	Aromatische Kohlenwasserstoffe	298	
9.3.1	Der aromatische Zustand	298	
9.3.2	Substituierte Benzene	302	
9.3.3	Biologische Aktivität aromatischer Verbindungen	304	■ Überblick 306
9.4	Organische Verbindungen mit funktionellen Gruppen	307	
9.4.1	Funktionelle Gruppen	307	
9.4.2	Halogenalkane	308	
9.4.3	Amine	310	
9.4.4	Alkohole und Phenole	312	
9.4.5	Ether	318	
9.4.6	Carbonylverbindungen	319	
9.4.7	Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	322	■ Überblick 328
9.5	Naturstoffe	329	
9.5.1	Kohlenhydrate	329	
9.5.2	Fette	337	
9.5.3	Aminosäuren, Peptide und Proteine	340	■ Überblick 350
9.6	Chemie in Biosystemen	351	
9.6.1	Stoffwechsel und Biokatalyse	351	
9.6.2	Autotrophe Assimilation – Fotosynthese	355	
9.6.3	Heterotrophe Assimilation	357	
9.6.4	Dissimilation – Atmung	359	
9.6.5	Dissimilation – Gärung	362	
9.6.6	Nucleinsäuren	366	■ Überblick 368
10	Ausgewählte Anwendungen in der Chemie	369	
10.1	Werkstoffe	370	
10.1.1	Aufbau und Bildung synthetischer organischer Polymere	370	
10.1.2	Struktur und Eigenschaften von Kunststoffen	380	
10.1.3	Verarbeitung von Kunststoffen	384	
10.1.4	Maßgeschneiderte synthetische Polymere	385	
10.1.5	Verwertung von Kunststoffen	389	■ Überblick 393
10.1.6	Metallische Werkstoffe	394	
10.1.7	Silicone, Silicate und Gläser	398	
10.2	Farbstoffe	403	
10.2.1	Grundlagen der Farbigkeit	403	
10.2.2	Natürliche Farbstoffe	406	
10.2.3	Synthetische Farbstoffe	407	
10.2.4	Färbeverfahren	408	
10.3	Tenside und Waschmittel	410	
10.3.1	Tenside als grenzflächenaktive Stoffe	410	

■ Überblick 417	10.3.2 Anwendungen von Tensiden	412
	10.3.3 Waschmittel	414
	10.4 Arzneimittel	418
	10.4.1 Entwicklung von Arzneimitteln	418
	10.4.2 Wirkungsweise von Arzneistoffen	419
	10.4.3 Arzneistoffsynthese.	422
	10.5 Ausgewählte chemisch-technische Verfahren	423
	10.5.1 Technische Herstellung von Ammoniak.	423
	10.5.2 Technische Herstellung von Salpetersäure.	426
	10.5.3 Technische Herstellung von Schwefelsäure	428
	10.5.4 Technische Herstellung von Chlor und Natronlauge – Chloralkali-Elektrolyse nach dem Membranverfahren	430
	10.5.5 Aluminiumgewinnung durch Schmelzflusselektrolyse	432
■ Überblick 440	10.5.6 Erdölverarbeitung – Gewinnung von Treibstoffen und Rohstoffen für die chemische Industrie.	434
	10.6 Umweltbezogene Chemie	441
	10.6.1 Der Kreislauf des Kohlenstoffs	441
	10.6.2 Der Kreislauf des Stickstoffs	443
	10.6.3 Belastungen der Atmosphäre.	444
	10.6.4 Belastungen der Gewässer	450
	10.6.5 Belastungen des Bodens	454
■ Überblick 456	11 Analyseverfahren	457
	11.1 Klassische Analyseverfahren	458
	11.1.1 Qualitative anorganische Analyse	458
	11.1.2 Analyse organischer Verbindungen	462
	11.2 Instrumentelle Analyseverfahren	466
	11.2.1 Elektrochemische Analysemethoden	466
	11.2.2 Chromatografische Analysemethoden	472
	11.2.3 Spektroskopische Analysemethoden	477
■ Überblick 482	A Anhang	483
	PSE	484
	Register	485
	Bildquellenverzeichnis	496

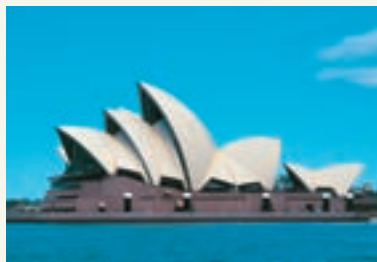
Die Chemie – eine Naturwissenschaft

1



1.1 Die Chemie im Kanon der Naturwissenschaften

Bereits ein flüchtiger Blick auf unsere Umgebung zeigt uns die alltägliche Gegenwart chemischer Prozesse und Strukturen: Fast alle Gegenstände, die uns umgeben, sind in ihrer Entstehung an chemische Vorgänge geknüpft, seien es metallische Objekte, Kunststoffe, Farben oder ganze Bauwerke. Müssen wir nach Medikamenten greifen, so ist deren Herstellung und Wirkungsweise an chemische Strukturen und Reaktionen gebunden (↗ S.419 ff.). Nutzen wir ein Transportmittel, so wird hier in den meisten Fällen chemische Energie in mechanische umgewandelt. Treibstoffe müssen in chemischen Prozessen synthetisiert und in Motoren effektiv verbrannt werden. Die entstandenen Abgase werden zu einer chemischen Belastung unserer Umwelt.



Auch unser Planet Erde ist in seiner heutigen Erscheinungsform das Ergebnis des Zusammenwirkens physikalischer, chemischer und biologischer Prozesse. Eine wesentliche Grundlage für die Entstehung der Erde war die kosmologische Entwicklung der chemischen Elemente durch kernchemische Reaktionen (↗ S.44 ff.). Wir befinden uns hier in einem Grenzgebiet, das von der Kosmologie, der **Physik** und der **Chemie** beschrieben wird.

Die chemischen Elemente mit ihrer Eigenschaft, Verbindungen einzugehen, bilden die Grundlage chemischer Vorgänge. Solche Vorgänge der Stoffumwandlung, bei denen chemische Bindungen (↗ S.78 ff.) zwischen Teilchen gelöst und neu gebildet werden, bezeichnet man als chemische Reaktionen.

► Bereits beim Erkalten der Erdoberfläche fanden unzählige **chemische Reaktionen** statt, die u. a. zu verschiedenen Gesteinen, Oxiden, Salzen, Wasser und zur Ausbildung einer Gashölle führten.

Einige im Urozean gelöste Substanzen wurden mithilfe der Sonnenenergie, von Gewitterentladungen und anderen natürlichen Energieformen zu komplexeren chemischen Strukturen umgewandelt, die schließlich die Fähigkeit zur Selbstreproduktion erlangten. Aus den anfangs primitiven Lebensformen entwickelten sich höhere – bis schließlich zum Menschen. Die Entstehung und Entwicklung des Lebens ist an biochemische Prozesse wie die Bildung von Aminosäuren und Kohlenhydraten (↗ S.329 ff.), die Speicherung der Erbinformation in der DNA oder die Herausbildung der Photosynthese (↗ S.355) gebunden.