

Springer-Lehrbuch

Chemie-Basiswissen

- Kompakt, übersichtlich, lernfreundlich für ein erfolgreiches Studium
- Geeignet für Bachelor- und Masterstudiengänge

Allgemeine Chemie

Chemie-Basiswissen I

Latscha, Hans Peter, Klein, Helmut Alfons, Mutz, Martin

10., vollst. überarb. Aufl., 2011, 306 S., 139 Abb., Geb.

ISBN: 978-3-642-17522-0

Organische Chemie

Chemie-Basiswissen II

Latscha, Hans Peter, Kazmaier, Uli, Klein, Helmut Alfons

6., vollst. überarb. Aufl., 2008, XXVI, 620 S., 91 Abb., Geb.

ISBN: 978-3-540-77106-7

Analytische Chemie

Chemie-Basiswissen III

Latscha, Hans Peter, Linti, Gerald W., Klein, Helmut Alfons

4., vollst. überarb. Aufl., 2004, XV, 513 S., 177 Abb., 100 in Farbe, Geb.

ISBN: 978-3-540-40291-6

Chemie der Elemente

Chemie-Basiswissen IV

Latscha, Hans Peter, Mutz, Martin

1. Aufl., 2011, XIII, 284 S., 83 Abb., Geb.

ISBN: 978-3-642-16914-4

Hans Peter Latscha · Martin Mutz

Chemie der Elemente

Chemie-Basiswissen IV

 Springer

Prof. Dr. Hans Peter Latscha
Ladenburger Str. 80
69120 Heidelberg
Deutschland

Dr. Martin Mutz
Braustr. 44
68309 Mannheim
Deutschland
Mutz.Martin@gmx.net

ISSN 0937-7433

ISBN 978-3-642-16914-4

e-ISBN 978-3-642-16915-1

DOI 10.1007/978-3-642-16915-1

Springer Heidelberg Dordrecht London New York

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

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

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.

Einbandentwurf: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Vorwort

Aufgrund der Einführung eines einheitlichen europäischen Hochschulwesens bis zum Jahr 2010 („Bologna-Prozess“) kam es zur Umstrukturierung der Lehrpläne weg vom Vordiplom/Diplomstudiengang hin zum Bachelor (B.Sc.)/Masterstudiengang (M.Sc.). Es macht deshalb Sinn, unser erfolgreiches Konzept des Basiswissens zu erweitern und den Stoff neu aufzuteilen. Das bisherige „Basiswissen I – Anorganische Chemie“ wird zum „Basiswissen I – Allgemeine Chemie“ und „Basiswissen IV – Chemie der Elemente“.

Dieser Band befasst sich mit der anorganischen Chemie (Stoffchemie), mit den Elementen und wichtigen Verbindungen. Wir sind davon überzeugt, dass vertiefte Kenntnisse in der „Stoffchemie“ eine gute Grundlage für das Verständnis der Chemie insgesamt bilden.

„Basiswissen IV – Chemie der Elemente“ soll vor allem eine Hilfe bei der Erarbeitung chemischer Grundkenntnisse sein für:

Chemiestudenten an Universitäten und Fachhochschulen,
Studenten der Ingenieurwissenschaften,
Lehramtskandidaten,
Geowissenschaftler und
Physiker.

In Aufbau, Stoffauswahl und Umfang haben wir versucht, den Wünschen dieser Zielgruppen weitgehend gerecht zu werden.

Die gute Aufnahme, die unsere Bücher beim Leser finden, haben uns ermutigt, auch für diesen Band das bewährte Basiswissen-Konzept grundsätzlich beizubehalten.

Der Inhalt wurde gegenüber „Basiswissen I – Anorganische Chemie“ überarbeitet und korrigiert. Es wurden Ergänzungen und Verbesserungen im Detail vorgenommen. Erstmals wurde die *Geschichte der Elemente* in knapper Form berücksichtigt. Es soll damit beispielhaft gezeigt werden, dass unsere chemischen Kenntnisse nicht „vom Himmel gefallen“ sind.

Heidelberg, im Januar 2011

H. P. LATSCHA
M. MUTZ

Inhaltsverzeichnis

Einführung.....	1
1 Chemische Elemente	1
1.1 Verbreitung der Elemente.....	2
2 Aufbau der Atome	2
2.1 Atomkern.....	3
2.1.1 Kernregeln.....	5
2.1.2 Atommasse.....	5
2.1.3 Massendefekt	6
2.1.4 Isotopieeffekte.....	6
2.1.5 Trennung von Isotopen	7
2.1.6 Radioaktive Strahlung.....	7
2.1.7 Radioaktive Zerfallsreihen	8
2.2 Elektronenhülle	8
2.3 Atommodell von <i>Niels Bohr</i> (1913)	9
2.3.1 <i>Bohrsches</i> Modell vom Wasserstoffatom.....	9
2.3.2 Atomspektren (Absorptions- und Emissionsspektroskopie)	11
2.3.3 Verbesserungen des <i>Bohrschen</i> Modells.....	12
2.3.4 Elektronenspin.....	13
2.4 <i>Pauli-Prinzip, Pauli-Verbot</i>	14
2.5 <i>Hundsche</i> Regel.....	14
3 Periodensystem der Elemente.....	16
3.1 Einteilung der Elemente	
auf Grund ähnlicher Elektronenkonfiguration.....	22
3.1.1 Edelgase	22
3.1.2 Hauptgruppenelemente	
(„repräsentative“ Elemente, s- und p-Block-Elemente).....	22
3.1.3 Übergangselemente bzw. Nebengruppenelemente.....	24
3.2 Valenzelektronenzahl und Oxidationsstufen	25
3.3 Periodizität einiger Eigenschaften	25
3.3.1 Atom- und Ionenradien	26
3.3.2 Elektronenaffinität (EA).....	26
3.3.3 Ionisierungspotential / Ionisierungsenergie.....	27
3.3.4 Elektronegativität	28
3.3.5 Metallischer und nichtmetallischer Charakter der Elemente.....	29

Hauptgruppenelemente.....	31
Wasserstoff (H)	31
Stellung von Wasserstoff im Periodensystem der Elemente (PSE).....	31
Reaktionen und Verwendung von Wasserstoff	34
Wasserstoff-Verbindungen.....	34
I. Hauptgruppe – Alkalimetalle (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)	37
Lithium (Li).....	39
Lithium-Verbindungen	41
Natrium (Na)	42
Natrium-Verbindungen.....	43
Kalium (K)	46
Kalium-Verbindungen.....	47
Rubidium (Rb) und Cäsium (Cs).....	48
Francium (Fr)	49
II. Hauptgruppe – Erdalkalimetalle (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)	51
Beryllium (Be).....	53
Beryllium-Verbindungen.....	53
Magnesium (Mg).....	54
Magnesium-Verbindungen	55
Calcium (Ca)	57
Calcium-Verbindungen	57
Mörtel	60
Strontium (Sr).....	61
Barium (Ba).....	61
Barium-Verbindungen.....	62
Radium (Ra)	62
III. Hauptgruppe – Borgruppe (B, Al, Ga, In, Tl).....	65
Bor (B).....	67
Bor-Verbindungen	67
Borwasserstoffe, Borane.....	67
Carborane	69
Borhalogenide.....	70
Borsauerstoff-Verbindungen	71
Borstickstoff-Verbindungen	73
Aluminium (Al).....	74
Aluminium-Verbindungen.....	76
Gallium (Ga), Indium (In) und Thallium (Tl)	78
IV. Hauptgruppe – Kohlenstoffgruppe (C, Si, Ge, Sn, Pb)	79
Kohlenstoff (C).....	79
Graphit-Verbindungen.....	83
Kohlenstoff-Verbindungen.....	85
Isosterie	87
Boudouard-Gleichgewicht.....	88

Carbide	89
Silicium (Si)	89
Silicium-Verbindungen	90
Kieselsäuren	92
Germanium (Ge).....	96
Zinn (Sn).....	97
Zinn-Verbindungen	98
Zinn(II)-Verbindungen	98
Zinn(IV)-Verbindungen.....	99
Blei (Pb)	99
Blei-Verbindungen	100
Blei(II)-Verbindungen	100
Blei(IV)-Verbindungen	101
Inert-pair-Effekt.....	102
V. Hauptgruppe – Stickstoffgruppe (N, P, As, Sb, Bi).....	103
Stickstoff (N).....	103
Stickstoff-Verbindungen	106
Stickstoff-Halogen-Verbindungen.....	116
Phosphor (P).....	116
Phosphor-Verbindungen	118
Phosphor-Sauerstoff-Verbindungen	119
Phosphorsäuren.....	119
Phosphor-Halogen-Verbindungen	123
Pseudorotation (Berry-Mechanismus).....	123
Phosphor-Stickstoff-Verbindungen	124
Arsen (As)	125
Arsen-Verbindungen	127
Arsen-Sauerstoff-Verbindungen.....	127
Arsen-Halogen-Verbindungen.....	127
Arsen-Schwefel-Verbindungen	128
Antimon (Sb).....	128
Antimon-Verbindungen.....	129
Bismut (Bi) (früher Wismut).....	130
Bismut-Verbindungen	131
Ausnahmen von der Doppelbindungsregel.....	132
VI. Hauptgruppe – Chalkogene (O, S, Se, Te, Po).....	133
Sauerstoff (O).....	133
Sauerstoff-Verbindungen.....	137
Oxide	140
Schwefel (S).....	141
Schwefel-Verbindungen	143
Schwefel-Halogen-Verbindungen	143
Schwefelchloride und Schwefelbromide	144
Schwefeloxidhalogenide SOX ₂ (X = F, Cl, Br).....	145

Schwefeloxide und Schwefelsäuren	146
Schwefel-Stickstoff-Verbindungen	151
Selen (Se)	152
Selen-Verbindungen	153
Tellur (Te)	153
Tellur-Verbindungen	154
Polonium (Po).....	154
VII. Hauptgruppe – Halogene (F, Cl, Br, I, At).....	157
Fluor	159
Fluor-Verbindungen	160
Fluor-Sauerstoff-Verbindungen.....	161
Chlor (Cl)	162
Chlor-Verbindungen.....	162
Sauerstoffsäuren von Chlor	164
Oxide des Chlors	166
Brom (Br).....	167
Brom-Verbindungen.....	168
Iod (I).....	169
Iod-Verbindungen.....	171
Iodoxide.....	172
Astat (At).....	172
Bindungsenthalpie und Acidität	173
Salzcharakter der Halogenide	173
Photographischer Prozess (Schwarz-Weiß-Photographie)	173
Interhalogenverbindungen	174
Pseudohalogene — Pseudohalogenide	175
VIII. Hauptgruppe – Edelgase (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).....	179
Edelgas-Verbindungen	181
Edelgas-Halogenide.....	181
Xenon-Oxide	182
„Physikalische Verbindungen“	183
Beschreibung der Bindung in Edelgasverbindungen	183
Allgemeine Verfahren zur Reindarstellung von Metallen (Übersicht).....	185
I. Reduktion der <i>Oxide</i> zu den Metallen	185
II. <i>Elektrolytische</i> Verfahren	186
III. Spezielle Verfahren	186
Nebengruppenelemente	187
Oxidationszahlen	191
Qualitativer Vergleich der Standardpotenziale von einigen Metallen in verschiedenen Oxidationsstufen	191
Qualitativer Vergleich der Atom- und Ionenradien der Nebengruppenelemente	192
Atomradien.....	192

Lanthanoiden-Kontraktion.....	193
Ionenradien.....	193
I. Nebengruppe – Kupfer-Gruppe (Cu, Ag, Au).....	195
Übersicht.....	195
Kupfer (Cu).....	196
Kupfer-Verbindungen.....	197
Silber (Ag).....	199
Silber-Verbindungen.....	200
Gold (Au).....	201
II. Nebengruppe – Zink-Gruppe (Zn, Cd, Hg).....	203
Übersicht.....	203
Zink (Zn).....	204
Zink-Verbindungen.....	204
Cadmium (Cd).....	205
Cadmium-Verbindungen.....	206
Quecksilber (Hg).....	207
Quecksilber-Verbindungen.....	207
III. Nebengruppe – Scandiumgruppe (Sc, Y, La, Ac).....	209
Übersicht.....	209
Scandium (Sc).....	209
Yttrium (Y).....	210
Lanthan (La).....	210
Actinium (Ac).....	211
IV. Nebengruppe – Titan-Gruppe (Ti, Zr, Hf).....	213
Übersicht.....	213
Titan (Ti).....	213
Titan-Verbindungen.....	214
Zirconium (Zr) und Hafnium (Hf).....	216
V. Nebengruppe – Vanadium-Gruppe (V, Nb, Ta).....	219
Übersicht.....	219
Vanadium (V) (früher Vanadin).....	219
Vanadium-Verbindungen.....	220
Niob (Nb) und Tantal (Ta).....	223
Niob- und Tantal-Verbindungen.....	224
VI. Nebengruppe – Chrom-Gruppe (Cr, Mo, W).....	225
Übersicht.....	225
Chrom (Cr).....	225
Chrom-Verbindungen.....	226
Molybdän (Mo).....	229
Molybdän-Verbindungen.....	230
Wolfram (W).....	231
Transportreaktionen.....	232

Wolfram-Verbindungen.....	232
Wolframate, Polysäuren	232
VII. Nebengruppe – Mangan-Gruppe (Mn, Tc, Re).....	235
Übersicht	235
Mangan (Mn).....	235
Mangan-Verbindungen	236
Technetium (Tc).....	238
Technetium-Verbindungen	238
Rhenium (Re)	238
Rhenium-Verbindungen	239
Rhenium-Halogenide.....	239
VIII. Nebengruppe – Eisen-Platin-Gruppe	
(Fe, Co, Ni – Ru, Rh, Pd – Os, Ir, Pt).....	241
Eisenmetalle (Fe, Co, Ni)	242
Eisen (Fe)	242
Eisen-Verbindungen	245
Eisen(II)-Verbindungen.....	245
Eisen(III)-Verbindungen.....	246
Cobalt (Co) und Nickel (Ni).....	249
Cobalt-Verbindungen	249
Nickel-Verbindungen	251
Platinmetalle (Ru, Rh, Pd – Os, Ir, Pt).....	252
Verbindungen der Platinmetalle	253
Ruthenium und Osmium.....	253
Rhodium und Iridium	253
Palladium und Platin	253
Lanthanoide, Ln.....	255
Übersicht	255
Lanthanoiden-Verbindungen	256
Actinoide, An	257
Übersicht	257
Actinoiden-Verbindungen	258
Anhang	259
Edelsteine	259
Düngemittel	260
Handelsdünger aus <i>natürlichen</i> Vorkommen	260
Kunstdünger	261
Mineraldünger	261
Stickstoffdünger	261
Phosphatdünger	262
Kaliumdünger	262
Mehrstoffdünger.....	263

Literaturauswahl und Quellennachweis.....	265
1. Große Lehrbücher.....	265
2. Kleine Lehrbücher.....	265
3. Darstellungen der allgemeinen Chemie.....	266
4. Monographien über Teilgebiete.....	266
5. Nachschlagewerke und Übersichtsartikel.....	267
Abbildungsnachweis	269
Sachverzeichnis	271