



Katherina Standhartinger

CHEMIE

FÜR AHNUNG?LOSE

8. AUFLAGE



HIRZEL

Katherina Standhartinger
Chemie für Ahnungslose



FÜR AHNUNG?LOSE

In dieser Reihe sind bisher erschienen:

Yára Detert, **Mathematik** für Ahnungslose

Yára Detert / Christa Söhl, **Statistik** und Wahrscheinlichkeitsrechnung für Ahnungslose

Werner Junker, **Physik** für Ahnungslose

Michael Haugk / Lothar Fritsche, **Quantenmechanik** für Ahnungslose

Katherina Standhartinger, **Chemie** für Ahnungslose

Katherina Standhartinger, **Organische Chemie** für Ahnungslose

Antje Galuschka, **Biochemie** für Ahnungslose

Christa Söhl, **Biologie** für Ahnungslose

Michaela Aubele, **Genetik** für Ahnungslose

Heinz-E. Klockhaus, **Buchführung** für Ahnungslose

Heinz-E. Klockhaus, **BWL** für Ahnungslose

Katherina Standhartinger

CHEMIE

für Ahnungslose

Eine Einstiegshilfe für Studierende

8. Auflage

von Katherina Standhartinger, Memmingen

Mit 17 Abbildungen und 30 Tabellen



S. Hirzel Verlag

Katherina Standhartinger
Dickenreiser Weg 48
87700 Memmingen
kstandhartinger@web.de

Katherina Standhartinger wurde 1959 im bayerisch-schwäbischen Memmingen geboren. Dort schloss sie im Jahr 1978 die Schulzeit mit dem Abitur ab. Nach dem Lehramtstudium für Biologie und Chemie an der Ludwig-Maximilian-Universität in München und dem staatlichen Vorbereitungsdienst für das Lehramt am Gymnasium beendete sie ihre Ausbildung im Jahr 1988. Sie unterrichtete seitdem in München, Kaufbeuren, Füssen und Memmingen. Während einer Familienpause verfasste sie die „Chemie für Ahnungslose“.



Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

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

8., korrigierte Auflage 2015

ISBN 978-3-7776-2414-3 (Print)

ISBN 978-3-7776-2514-0 (E-Book, PDF)

Ein Markenzeichen kann warenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

Jede Verwertung des Werkes außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Übersetzung, Nachdruck, Mikroverfilmung oder vergleichbare Verfahren sowie für die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen.

© 2015 S. Hirzel Verlag, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart
www.hirzel.de

Printed in Germany

Satz: Claudia Wild, Konstanz

Druck: Druckerei Kohlhammer, Stuttgart

Umschlaggestaltung: deblik, Berlin

Umschlagabbildung: © koya979/fotolia

Vorwort

Wie bitte? Eine Chemieprüfung muss ich machen? Von Chemie hatte ich doch schon in der Schule keine Ahnung!

Immer wieder mischt sich mit diesem Aufschrei ein besonderes Entsetzen in die Unsicherheit, die die meisten Studienanfänger ohnehin schon empfinden, wenn sie im Anschluss an den gewohnten schulischen Ablauf oder nach einer Phase der Berufstätigkeit ein Universitäts- oder Fachhochschulstudium aufnehmen: Denn tatsächlich verlangen die meisten naturwissenschaftlich oder technisch ausgerichteten Studienfächer im Verlauf des Studienganges eine oder gar mehrere schriftliche Prüfungen in Chemie.

Studenten, die *Chemie im Nebenfach* belegen müssen, können in der Regel verhältnismäßig wenig Engagement für dieses Fach aufbringen, da die vorrangigen Hauptfächer die meiste Energie während des Semesters beanspruchen: Die Vorbereitungen auf die Chemieprüfung müssen oft innerhalb einer sehr engen Zeitspanne erfolgen, wobei sich dann „Alt-lücken“ aus der Schulzeit ganz besonders schmerzlich bemerkbar machen.

Doch auch Studenten der *Chemie im Hauptfach* sind oft mit dem Tempo der Wissensvermittlung stark gefordert und wünschen sich ein überschaubares Nachschlagewerk für ganz grundlegendes Wissen.

Das vorliegende Buch behandelt die fachlichen Grundlagen der Chemie, wie sie von einer Universität oder Fachhochschule als selbstverständliches, in jeder weiterführenden Schule obligatorisch erworbenes Wissen vorausgesetzt werden. Es richtet sich demnach an alle Studierenden oder Schüler, die entweder das chemische Basiswissen mit möglichst geringem zeitlichem Aufwand erarbeiten oder gezielt einzelne grundlegende Details nachschlagen wollen.

Es ist das Hauptanliegen des Buches, verständliche Erklärungen anzubieten, andererseits wurde ganz bewusst eine möglichst knappe Art der Darstellung gewählt, um zeitliche Engpässe zu berücksichtigen. Wichtige und in der chemischen Praxis häufig gebrauchte Verbindungen wurden mit Namen und Formel in die Erklärungen einbezogen, um stoffliche Bezüge zu schaffen. Vom Schulbuch unterscheidet sich dieses Buch dadurch, dass die chemischen Zusammenhänge nicht über den Versuch geschlossen, sondern als solche ohne Umschweife präsentiert und erklärt werden.

Zu den obligatorisch in den Prüfungen abgefragten Anwendungen des Wissens zur Stöchiometrie, zu den Säure-Base- sowie den Redoxreaktionen finden sich ausgewählte Übungsaufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades. Die ausführlichen Lösungen sollen das Einüben einer korrekten schriftlichen Formulierung chemischer Sachverhalte unterstützen.

Chemisches Vorwissen ist für die Arbeit mit dem Buch von großem Nutzen, jedoch nicht unabdingbare Voraussetzung – es soll auch dem echten Neuling den Einstieg ermöglichen.

Die große Nachfrage, Beweis für die Notwendigkeit, dieses Buch zu verfassen und zu verlegen, machte eine Neuauflage erforderlich.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Einführung	1
2 Übersicht über die Aggregatzustände	1
3 Stoffe, Gemische, Reinstoffe, Elemente	2
4 Die Einteilung der Reinstoffe – einige wichtige Begriffe	2
5 Elemente und ihre Symbole	3
5.1 Die ersten zwanzig Elemente (<i>Ordnungszahl 1–20</i>)	3
5.2 Weitere wichtige Elemente	4
6 Der Bau des Atoms	5
6.1 Das Kern-Hülle-Modell	5
6.2 Bestandteile von Atomkern und Elektronenhülle	5
6.3 Der Bau des Atomkerns bei den einzelnen Elementen	6
6.3.1 Protonen	6
6.3.2 Neutronen und Isotope	7
6.3.3 Schreibweise	7
7 Das Schalenmodell der Atomhülle	8
7.1 Die Besetzung der Energiestufen mit Elektronen	9
7.2 Die Verwendung des Periodensystems der Elemente	9
8 Grundlagen des Orbitalmodells	12
8.1 Energiestufen und Energieniveaus	12
8.2 Atomhüllen mit mehreren Elektronen	12
8.2.1 Die Nebenquantenzahl l	13
8.2.2 Elektronenanzahl auf den Unterniveaus	14
8.2.3 Die magnetische Quantenzahl m	14
8.2.4 Die Spinquantenzahl s	15
8.2.5 Zusammenfassung	16
8.3 Atomorbitale	16
8.3.1 Atomorbitale und Kästchenschreibweise	16
8.3.2 Die Reihenfolge der Orbitalbesetzung	17
8.3.3 Die Elektronenkonfiguration in der Kästchenschreibweise	18
8.3.4 Die Elektronenkonfiguration in der Kurzschreibweise	20
9 Ionen	21
9.1 Die Ionisierungsenergie	21
9.2 Die Elektronenaffinität	21
9.3 Die Ionisierung des Aluminium-Atoms	22
9.4 Schreibweise	22
9.5 Zusammenfassung und wichtige Fachbegriffe	23
10 Das Reaktionsschema	23
11 Das Gesetz von der Erhaltung der Masse	24

12 Chemische Gleichungen	24
12.1 Ihre Aufgabe in der Chemie	24
12.2 Die Formeln chemischer Verbindungen – der Molekülbegriff	25
12.3 Das „Aufstellen“ von chemischen Gleichungen	26
12.4 Übungen	27
13 Energiebeteiligung bei chemischen Reaktionen	29
13.1 Beispiele	29
13.1.1 Die Knallgasreaktion	29
13.1.2 Die Zerlegung von Wasser mittels Gleichstrom	30
13.2 Die exotherme Reaktion	30
13.3 Die endotherme Reaktion	30
13.4 Die Reaktionsenthalpie ΔH_R	31
14 Die atomare Masseneinheit u	32
15 Die Masse von Molekülen	32
16 Das Mol	33
17 Die Avogadro- oder Loschmidt'sche Zahl	34
18 Stoffmengen und Stoffportionen	34
19 Das molare Volumen	35
20 Die verschiedenen Aussagen chemischer Gleichungen	36
21 Gebräuchliche stöchiometrische Größen und Formeln	37
22 Dezimale Vielfache und Teile von Einheiten	38
23 Stöchiometrische Berechnungen und Übungen	38
23.1 Tipps zur systematischen Vorgehensweise	39
23.2 Beispiele für immer wiederkehrende stöchiometrische Berechnungen	40
24 Die Elementgruppen des „verkürzten“ Periodensystems	44
24.1 Die Hauptgruppen	44
24.2 Kurzcharakteristik der Hauptgruppen	44
25 Die Bindungswertigkeit	46
25.1 Definition der stöchiometrischen Wertigkeit	47
25.2 Praktische Anwendung	48
26 Edelgaskonfiguration und Oktettregel	49
26.1 Die Elektronenkonfiguration der Edelgase	49
26.2 Das Elektronenoktett	50
26.3 Die Valenzelektronen	51
26.4 Ausblick auf die Vorgänge in den Elektronenhüllen während chemischer Reaktionen	51
26.4.1 Alkalimetalle	52
26.4.2 Erdalkalimetalle	52
26.4.3 Halogene	52
27 Salze	53
27.1 Bedeutung der Salze	53
27.2 Leitfähigkeit von Salzlösungen	54

27.2.1	Leitfähigkeitsprüfer	55
27.2.2	Folgerungen aus der Leitfähigkeit einer Salzlösung oder -schmelze	55
27.3	Bindungsverhältnisse und räumliche Strukturen in Salzen	56
27.3.1	Die Ionenbindung	56
27.3.2	Das Ionengitter	56
27.4	Chemische Formeln für Salze	57
27.5	Wichtige Salze in der anorganischen Chemie	58
27.5.1	Salze der Hauptgruppenelemente aus einatomigen Ionen	58
27.5.2	Salze mit wechselnden Wertigkeiten	58
27.5.3	Salze mit mehratomigen Ionen	59
27.6	Eigenschaften von Ionenverbindungen	60
28	Die Atombindung	61
28.1	Die Valenzstrichformel	61
28.1.1	LEWIS-Formeln der Elemente Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Fluor	61
28.1.2	Nicht bindende Elektronenpaare	62
28.2	Bindungsverhältnisse und PSE am Beispiel der zweiten Periode	62
28.3	Beispiele	63
28.4	Zusammenfassung	64
29	Diamant und Graphit – Modifikationen des Kohlenstoffs	65
29.1	Atomgitter	65
29.2	Modifikationen eines Elementes	65
29.3	Diamant und Graphit im Vergleich	65
30	Die Elektronegativität	66
30.1	Elektronegativitäten und PSE	67
30.2	Elektronegativität und Reaktivität	68
31	Die polare Atombindung	69
31.1	Die Bindung im Chlorwasserstoffmolekül	69
31.2	Die Bindungen im Wassermolekül	69
31.3	Die Bindungen im Ammoniakmolekül	70
31.4	Moleküle mit polaren Bindungen ohne Dipoleigenschaften	70
32	Der räumliche Bau von Molekülen	70
32.1	Regeln zur Ermittlung des Molekülbaus	70
32.2	Molekülbeispiele mit vier Elektronenpaaren	71
32.3	Übersicht über geometrische Formen in Molekülen	72
33	Wechselwirkungen zwischen Stoffteilchen	72
33.1	Van-der-Waals-Kräfte	73
33.1.1	Van-der-Waals-Kräfte am Beispiel der Halogene	73
33.2	Wasserstoffbrückenbindungen	74
33.3	Dipol-Dipol-Wechselwirkungen	74
33.4	Lösungsvorgänge und Lösungsmittel	75
33.4.1	Wasser als Lösungsmittel für Salze	75
33.4.2	Unpolare Lösungsmittel	76
33.4.3	Zusammenfassung und Fachausdrücke	76

34	Massenanteil und Volumenanteil	77
35	Die Stoffmengenkonzentration	78
36	Das Aufspalten von Atombindungen	78
36.1	Homolyse	79
36.1.1	Der Reaktionsmechanismus der Chlorwasserstoffherstellung	79
36.1.2	Zusammenfassung und Fachbegriffe	80
36.2	Heterolyse	80
36.2.1	Reaktion zwischen Chlorwasserstoff und Wasser	80
36.2.2	Zusammenfassung und Fachbegriffe	81
37	Protonenübergänge	81
37.1	Grundlegendes zu Säuren und Basen	82
37.2	Die Säure-Base-Reaktion	83
37.2.1	Beispiele	83
37.3	Ampholyte	84
37.3.1	Wasser – Ampholyt und Lösungsmittel	84
37.3.2	Andere Ampholyte	85
37.4	Die Stärke von Säuren und Basen	86
37.5	Saure und alkalische Lösungen	87
37.6	Der Neutralpunkt einer Lösung	87
37.7	Der pH-Wert	88
37.8	Zusammenhänge zwischen der Oxoniumionenkonzentration $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ und der Hydroxidionenkonzentration $c(\text{OH}^-)$	89
37.9	Indikatoren	90
37.10	Die Neutralisationsreaktion	91
37.10.1	Die Bedeutung der H_3O^+ - und OH^- -Ionen	91
37.10.2	Salzbildung durch Neutralisation	91
37.11	Die Säure-Base-Titration	92
37.12	Die Berechnungen zur Säure-Base-Titration	93
37.12.1	Grundlegende Betrachtungen	93
37.12.2	Aufgaben	94
37.12.3	Lösungen	94
38	Elektronenübergänge	97
38.1	Die Bedeutungsentwicklung der Begriffe Oxidation und Reduktion	98
38.2	Einige typische Redoxreaktionen	99
38.3	Formaler Umgang mit Redoxvorgängen	100
38.3.1	Grundsätzliches	100
38.3.2	Oxidationszahlen	100
38.3.3	Übungen zur Ermittlung von Oxidationszahlen	102
38.3.4	Oxidationszahlen in sauerstoffhaltigen Salzen	103
38.3.5	Die Erstellung von Redoxgleichungen	104
38.3.6	Das „Aufstellen von Redoxgleichungen“ an Beispielen	105
	Weiterführende Literatur	110
	Sachregister	111

1 Einführung

Zunächst stellt sich die Frage:

Was ist eigentlich Chemie? Die übliche Antwort lautet: „Chemie ist, wenn es stinkt und kracht!“

Man kann also bei einer chemischen Reaktion mit den Sinnen Veränderungen wahrnehmen. Zunächst bleibt jedoch verborgen, was genau geschieht. Dieses zu erforschen ist das Aufgabengebiet der Chemie.

Die Chemie ist eine exakte Naturwissenschaft, d. h. die Fragestellungen werden durch Experimente und Messungen gelöst.

Der Forschungsgegenstand ist der Stoff und seine Veränderungen bei chemischen Vorgängen:

- Die Chemie ist die Lehre von den Stoffen und den Stoffänderungen.
- Soweit sich die Physik mit den Stoffen befasst, untersucht sie Zustände und Zustandsänderungen.

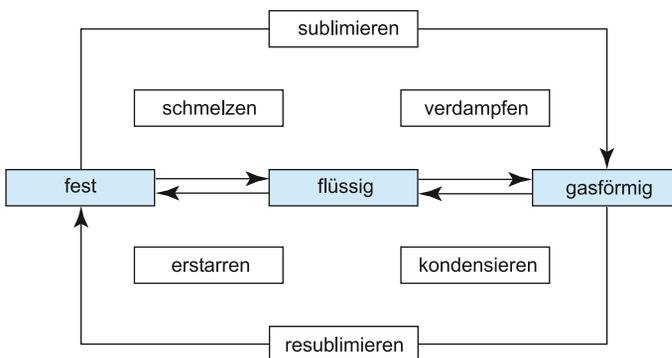
2 Übersicht über die Aggregatzustände

Stoffe können in drei Aggregatzuständen vorkommen: *fest, flüssig, gasförmig*.

Die Begriffe *Schmelzen, Erstarren, Verdampfen, Kondensieren, Sublimieren* und *Resublimieren* bezeichnen die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen.

Beispielsweise versteht man unter einer **Sublimation** den Übergang *fest – gasförmig*, wie es z. B. beim Trocknen gefrorener Straßen möglich ist.

Der Vorgang in der umgekehrten Richtung ist die **Resublimation** und geschieht bei der Bildung von Raureif.



• **Abb. 2.1:** Die Aggregatzustände und ihre Übergänge

Der Übergang *fest → flüssig → gasförmig* erfolgt unter *Energiezufuhr*.

Der Übergang *gasförmig → flüssig → fest* geschieht unter *Entzug von Energie*.

Es gelten folgende Abkürzungen: (g) = gasförmig, (l) = flüssig, engl. liquid, (s) = fest, engl. solid

3 Stoffe, Gemische, Reinstoffe, Elemente

Früher glaubte man, die verschiedenen „Stoffe“, wie auch ihre Eigenschaften, seien das Ergebnis unterschiedlicher Mischungen von Feuer, Wasser, Erde und Luft.

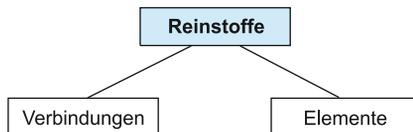
Heute ordnet man die Stoffe aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung ein:

■ **Tab. 3.1:** Einteilung der Stoffe

Stoff	bezeichnet jegliche Art von Materie
(Stoff-)Gemisch	kann durch verschiedene physikalische bzw. chemische Maßnahmen in seine Bestandteile (Reinstoffe) zerlegt werden
Reinstoffe	sind chemische Verbindungen bzw. Elemente
Verbindungen	bestehen aus zwei oder mehreren chemischen Elementen, die über chemische Bindungen verknüpft sind
Elemente	sind mit den gängigen chemischen Methoden nicht weiter zerlegbar

4 Die Einteilung der Reinstoffe – einige wichtige Begriffe

- **Reinstoffe** sind chemisch reine Substanzen, d. h. sie sind nicht mit anderen Stoffen vermischt.
Sie besitzen bei gleichbleibenden äußeren Bedingungen (*Druck, Temperatur*) immer die gleichen Eigenschaften, wie *Siedepunkt, Schmelzpunkt, Dichte* usw. (siehe ► Periodensystem in der vorderen Umschlagklappe).
- Sowohl chemische *Verbindungen* als auch chemische *Elemente* sind Reinstoffe.



○ **Abb. 4.1:** Was sind Reinstoffe?

- Reinstoffe, die *Verbindungen* sind, können durch spezielle chemische Maßnahmen *noch weiter zerlegt werden*.
Durch diese Zerlegungen entstehen im Endeffekt die an einer Verbindung beteiligten Elemente.
- Reinstoffe, die bereits *Elemente* sind, können *nicht weiter zerlegt werden*.