

DAS PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE



Außenschale → K L M N O P Q

13 14 15 16 17 18
Hauptgruppen

1 2 → Gruppen-Bezeichnung nach IUPAC

Periode →

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I		VIII a										VII		VIII			
II		VIII a										VI		VII			
III		VIII a										V		VI			
IV		VIII a										IV		V			
V		VIII a										III		IV			
VI		VIII a										II		III			
VII		VIII a										I		II			
VIII		VIII a										I		II			
IX		VIII a										I		II			
X		VIII a										I		II			
XI		VIII a										I		II			
XII		VIII a										I		II			
XIII		VIII a										I		II			
XIV		VIII a										I		II			
XV		VIII a										I		II			
XVI		VIII a										I		II			
XVII		VIII a										I		II			
XVIII		VIII a										I		II			
XIX		VIII a										I		II			
XX		VIII a										I		II			
XXI		VIII a										I		II			
XXII		VIII a										I		II			
XXIII		VIII a										I		II			
XXIV		VIII a										I		II			
XXV		VIII a										I		II			
XXVI		VIII a										I		II			
XXVII		VIII a										I		II			
XXVIII		VIII a										I		II			
XXIX		VIII a										I		II			
XXX		VIII a										I		II			
XXXI		VIII a										I		II			
XXXII		VIII a										I		II			
XXXIII		VIII a										I		II			
XXXIV		VIII a										I		II			
XXXV		VIII a										I		II			
XXXVI		VIII a										I		II			
XXXVII		VIII a										I		II			
XXXVIII		VIII a										I		II			
XXXIX		VIII a										I		II			
XL		VIII a										I		II			
XLI		VIII a										I		II			
XLII		VIII a										I		II			
XLIII		VIII a										I		II			
XLIV		VIII a										I		II			
XLV		VIII a										I		II			
XLVI		VIII a										I		II			
XLVII		VIII a										I		II			
XLVIII		VIII a										I		II			
XLIX		VIII a										I		II			
L		VIII a										I		II			
LI		VIII a										I		II			
LII		VIII a										I		II			
LIII		VIII a										I		II			
LIV		VIII a										I		II			
LV		VIII a										I		II			
LVI		VIII a										I		II			
LVII		VIII a										I		II			
LVIII		VIII a										I		II			
LIX		VIII a										I		II			
LX		VIII a										I		II			
LXI		VIII a										I		II			
LXII		VIII a										I		II			
LXIII		VIII a										I		II			
LXIV		VIII a										I		II			
LXV		VIII a										I		II			
LXVI		VIII a										I		II			
LXVII		VIII a										I		II			
LXVIII		VIII a										I		II			
LXIX		VIII a										I		II			
LXX		VIII a										I		II			
LXXI		VIII a										I		II			
LXXII		VIII a										I		II			
LXXIII		VIII a										I		II			
LXXIV		VIII a										I		II			
LXXV		VIII a										I		II			
LXXVI		VIII a										I		II			
LXXVII		VIII a										I		II			
LXXVIII		VIII a										I		II			
LXXIX		VIII a										I		II			
LXXX		VIII a										I		II			
LXXXI		VIII a										I		II			
LXXXII		VIII a										I		II			
LXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXV		VIII a										I		II			
LXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXV		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXVIII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXX		VIII a										I		II			
LXXXXXXXXI		VIII a										I		II			
LXXXXXXXII		VIII a										I		II			
LXXXXXXXIII		VIII a										I					



Chemie

FOS Bayern

Jahrgangsstufe 11

Autoren:
Eva Fiedler
Hubert Wirth

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 80116

Autoren des Buches
„Chemie FOS Bayern – Jahrgangsstufe 11“

Eva Fiedler, Donauwörth
Hubert Wirth, Buchdorf

Lektorat:
Josef Dillinger, Hausen

Bilderstellung und -bearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

1. Auflage 2021, korrigierter Nachdruck 2022
Druck 5 4 3

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN: 978-3-7585-8011-6

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Layout und Satz: Daniela Schreuer, 78315 Radolfzell
Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, Radevormwald
unter Verwendung einer Grafik von © BillionPhotos.com – stock.adobe.com
Druck: Plump Druck und Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Vorwort

Der Inhalt dieses Buches setzt das kompetenzorientierte Modell des für die Fach- und Berufsober-schulen Bayern geltenden Lehrplans Plus passgenau um. Anhand der einzelnen Lernbereiche kön-nen die dort beschriebenen Kompetenzen erworben werden. Die gewonnenen Kenntnisse und Fähigkeiten bilden die Grundlagen, um bestimmte Vorgänge in der Natur oder bei technischen Pro-zessen zu verstehen. Für eine fortlaufende technische und gesellschaftliche Entwicklung sind die Er-kenntnisse der Chemie maßgeblich mitverantwortlich.

Das Buch ist speziell für den Chemieunterricht in der 11. Jahrgangsstufe an der Fachoberschule in Bay-ern konzipiert und richtet sich an alle Ausbildungsrichtungen, in denen dieses Fach unterrichtet wird:

- Agrarwirtschaft, Bio und Umwelttechnologie (ABU)
- Gesundheit (GH)
- Sozialwesen (S)
- Technik (T)

Wie der Fachlehrplan Chemie beginnt auch dieses Buch mit dem Lernbereich 1 „**Wie Chemiker den-ken und arbeiten**“. Die im LehrplanPlus allgemein formulierten Kompetenzerwartungen werden in den anderen Kapiteln immer wieder aufgegriffen und vertieft. Wie die anderen Lernbereiche ist die-ser für alle Ausbildungsrichtungen verbindlich, diese prozessbezogenen Kompetenzen sollen aber „quer zu den anderen“ unterrichtet werden. So sollte zu Beginn des Schuljahres im Rahmen der ver-bindlichen Sicherheitsunterweisung im Unterricht auf die Sicherheit beim Experimentieren einge-gangen werden. Die abgedruckte Betriebsanweisung ist auf den Arbeitsbereich Schule abgestimmt. Der Erwerb der übrigen dort beschriebenen Fähigkeiten erfolgt in den weiteren Lernfeldern.

Verpflichtend für alle Ausbildungsrichtungen sind dies:

- **Atombau des Periodensystems** (Kapitel 2)
- **Salze und Ionenbindung** (Kapitel 3)
- **Molekulare Stoffe und Elektronenpaarbindungen** (Kapitel 4)
- **Säure-Base-Reaktionen** (Kapitel 5)

Nur für Sozialwesen und Gesundheit: **Biomoleküle** (Kapitel 6)

Für die Ausbildungsrichtung Technik sowie Agrarwirtschaft, Bio und Umwelttechnologie ist neben dem Lernfeld **Stöchiometrie** (Kapitel 7) noch das **chemische Praktikum** verpflichtend. Die dort be-schriebenen Kompetenzen finden sich in den Kapiteln 1 bis 7 wieder, geeignete Experimente sind an entsprechender Stelle beschrieben. Auch dieses Lernfeld soll „quer“ unterrichtet werden, weshalb hierfür kein eigenes Kapitel vorgesehen ist.

Der Umfang der einzelnen Kapitel orientiert sich auch an der empfohlenen Stundenzahl. Vertiefende, nicht explizit im Lehrplan erwähnte und somit nicht verpflichtende Inhalte sind in einzelnen Kapiteln als „Exkurs“ gekennzeichnet.

Arbeiten mit dem Buch

Nach jedem Kapitel folgen die Verständnisfragen der Rubrik „Alles Verstanden?“. Deren Beantwor-tung zeigt, ob wichtige Inhalte verstanden wurden. Sie dienen als kurzer Schnelltest für den Leser.

Die Umsetzung der Inhalte erfolgt bei den „Aufgaben“ in den Kapiteln 2 bis 7 (Lernfelder 2 bis 6). Je nach Kompetenzerwartung sind die Aufgabenstellungen umfangreicher und komplexer!

Die Autoren nehmen Hinweise und Verbesserungsvorschläge dankbar an.

Inhaltsverzeichnis

1	Wie Chemiker arbeiten und denken	7
1.1	Sicherheit beim Experimentieren	7
1.1.1	Gefahrstoffkennzeichnung	7
1.1.2	Schutzausrüstung und Verhalten bei Unfällen	10
1.1.3	Entsorgung	11
1.1.4	Laborregeln und Betriebsanweisung	11
1.2	Experimente planen und durchführen	14
1.2.1	Laborgeräte	14
1.2.2	Der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg	17
1.2.3	Versuche protokollieren	18
1.2.4	Fachspezifische Informationen darstellen	20
1.3	Stoff- und Teilchenebene	21
1.3.1	Chemische Formeln	21
1.3.2	Reaktionsschema einer chemischer Reaktionen	22
1.3.3	Die Atommasse m , die Stoffmenge n , die molare Masse M	23
1.4	Arbeiten mit Modellen	25
2	Der Atombau und das Periodensystem der Elemente	27
2.1	Der Atomkern	27
2.2	Die Atomhülle	29
2.3	Das Schalenmodell	30
2.4	Das Energiestufenmodell	31
2.4.1	Ionisierung von Atomen	31
2.4.2	Das Energieniveau von Elektronen	32
2.5	Das Orbitalmodell	35
2.5.1	Die Hauptenergiestufe, Hauptquantenzahl	35
2.5.2	Die Nebenenergiestufe, Nebenquantenzahl	35
2.5.3	Räumliche Aufteilung (Magnetquantenzahl) und der Spin	37
2.5.4	Die Orbitale	38
2.5.5	Vergleich Energiestufenmodell – Orbitalmodell	40
2.5.6	Kästchenschreibweise beim Orbitalmodell	41
2.6	Das Periodensystem der Elemente (PSE)	42
2.6.1	Hauptgruppenelemente im PSE	42
2.6.2	Aufbau des PSE's anhand des Energiestufenmodells	44
2.6.3	Aufbau des PSE's anhand des Orbitalmodells	45
2.6.4	Die Elektronenkonfiguration von Atomen und Atom-Ionen	47
3	Ionenbindung und Salze	50
3.1	Die chemische Reaktion	50
3.1.1	Abgrenzung physikalischer Vorgang und chemische Reaktion	50
3.1.2	Die Reaktionsgleichung	52
3.1.3	Energieumsatz bei chemischen Reaktionen	54
3.2	Ionenbindung durch Elektronenübergang	57
3.2.1	Die Reaktion eines Metalls mit einem Nichtmetall	57
3.2.2	Salzsynthese aus den Elementen	60

3.2.3	Aufstellen von Verhältnisformeln.....	62
3.2.4	Benennung von Salzen.....	64
3.3	Die Redoxreaktion	66
3.3.1	Das Donator-Akzeptor-Prinzip.....	66
3.3.2	Die Oxidationszahl (Exkurs).....	68
3.3.3	Die Elektrolyse.....	70
3.4	Anziehungskräfte der Ionen, das Ionengitter	72
3.4.1	Bildung von Ionengittern.....	73
3.4.2	Räumliche Struktur der Ionenbindung (Exkurs).....	75
3.4.3	Energiebilanz bei der Bildung eines Ionengitters (Exkurs).....	76
4	Elektronenpaarbindung	77
4.1	Bildung von Molekülen	77
4.2	Die Valenzstrichformel	80
4.2.1	Die Einfachbindung.....	80
4.2.2	Die Mehrfachbindung.....	82
4.2.3	Ermitteln der Valenzstrichformel.....	83
4.3	Nomenklatur	86
4.3.1	Anorganische Moleküle.....	86
4.3.2	Alkane.....	87
4.3.3	Alkene und Alkine.....	92
4.3.4	Alkohole.....	96
4.4	Räumliche Bau von Molekülen	99
4.4.1	Das Elektronenpaarabstoßungsmodell.....	99
4.4.2	Mehrfachbindungen im EPA-Modell.....	101
4.5	Polare Bindung und Dipol	102
4.5.1	Elektronegativität.....	102
4.5.2	Polare Bindung.....	104
4.5.3	Polares Molekül.....	105
4.5.4	Van-der-Waals-Kräfte (London-Kräfte).....	108
4.6	Eigenschaften von molekularen Stoffen	109
4.6.1	Siedetemperatur.....	110
4.6.2	Löslichkeit.....	112
4.6.3	Viskosität.....	116
4.6.4	Schmierstoffe (Ausbildungsrichtung Technik).....	117
5	Säuren und Basen	119
5.1	Saure und basische Lösungen	119
5.1.1	Wichtige Säuren.....	120
5.1.2	Eigenschaften von sauren Lösungen.....	127
5.1.3	Basische Lösungen.....	130
5.2	Säure-Base-Indikatoren und der pH-Wert	133
5.2.1	Indikatoren zum Anzeigen saurer oder basischer Lösungen.....	133
5.2.2	Der pH-Wert.....	136
5.2.3	Den pH-Wert bestimmen.....	139
5.2.4	pH-Wert Berechnung (Exkurs).....	141

5.3	Säure-Base-Konzept nach Brönsted	143
5.3.1	Die Protolyse	143
5.3.2	Das Säure-Base-Gleichgewicht (Ausbildungsrichtung T/ABU)	148
5.4	Die Neutralisation	150
6	Biomoleküle (Ausbildungsrichtung S/GH)	155
6.1	Kohlenhydrate	155
6.1.1	Monosaccharide (Einfachzucker)	156
6.1.2	Disaccharide (Zweifachzucker)	158
6.1.3	Polysaccharide (Vielfachzucker)	159
6.1.4	Nachweisreaktionen	161
6.2	Proteine	164
6.2.1	Bausteine der Proteine – Aminosäuren	164
6.2.2	Peptidbindung	165
6.2.3	Räumlicher Bau von Proteinen	166
6.2.4	Nachweisreaktionen von Proteinen	167
6.2.5	Denaturierung	171
6.3	Fette	173
6.3.1	Bau und Eigenschaften von Fetten	174
6.3.2	Fette in Nahrungsmitteln	177
6.3.3	Verseifung	178
7	Stöchiometrie (Ausbildungsrichtung T/ABU)	182
7.1	Stöchiometrische Größen	182
7.1.1	Die absolute Atommasse m	182
7.1.2	Die Stoffmenge n , das Mol	184
7.1.3	Die molare Masse M	185
7.1.4	Das molare Volumen	187
7.2	Stöchiometrische Berechnungen	190
7.2.1	Der Massenanteil	190
7.2.2	Stoffmengenverhältnisse	191
7.2.3	Die Stoffmengenkonzentration (Exkurs)	197
	Anhang	198
	H- und P-Sätze (Auswahl Stand 1. Februar 2018)	198
	Sachwortverzeichnis	200
	Bildquellen	203

1 Wie Chemiker arbeiten und denken

Die Chemie beschäftigt sich mit dem Aufbau, den Eigenschaften und der Umwandlung von Stoffen. Wie in jeder Naturwissenschaft gibt es auch in der Chemie bestimmte Arbeitstechniken und Herangehensweisen an eine Problemstellung. Diese finden sich in jedem Teilbereich und in allen Kapiteln wieder.

Nach der Bearbeitung dieses Kapitels

- kennen Sie die möglichen Gefahren von Chemikalien und wie mit ihnen sicher umgegangen wird.
- können Sie die Arbeitstechniken bei den experimentellen Untersuchungen von alltäglichen und technischen Phänomenen umsetzen und die gewonnenen Daten sach-, adressaten-, und situationsgerecht veranschaulichen.
- können Sie an Beispielen den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg beschreiben und bewerten.
- können Sie modellhaft Bindungsverhältnisse und Wechselwirkungen einfacher Moleküle veranschaulichen und somit die Reaktivität und die entsprechenden Stoffeigenschaften erklären. Dabei unterscheiden Sie zwischen der Stoff- und Teilchenebene und nutzen die Fach- und Alltagssprache korrekt.
- nutzen Sie die Symbol- und Formelsprache zur Beschreibung des Aufbaus von Stoffen aus Atomen, Molekülen und Ionen sowie zur Beschreibung von chemischen Reaktionen. Dazu stellen Sie die Teil- und Gesamtgleichungen auf, um eine chemische Reaktionen zu beschreiben.
- kennen Sie den Einfluss von Reaktionsbedingungen auf eine chemische Reaktion.

1.1 Sicherheit beim Experimentieren

Nach der Bearbeitung dieses Abschnitts

- kennen Sie die Bedeutung der Gefahrstoffkennzeichnung und sind mit den wichtigsten Laborregeln vertraut gemacht worden.
- sind Sie in der Lage, Maßnahmen zum sicheren Umgang mit Chemikalien umzusetzen.
- wissen Sie, wie Chemikalien umweltgerecht entsorgt werden.

1.1.1 Gefahrstoffkennzeichnung

Viele Chemikalien sind giftig (toxisch) und verursachen gesundheitliche Schäden, wenn sie durch Einatmen, Verschlucken oder über die Haut in den menschlichen Körper gelangen. Sie können die Gesundheit beeinträchtigen, Krebs verursachen und bis zum Tode führen. Manchmal genügt ein Hautkontakt oder gar ein Spritzer in das Auge, um irreparable Schäden am Gewebe zu verursachen. Sind Chemikalien z. B. brennbar oder explosiv, so können auch hier Gefahren für die Gesundheit entstehen.

Im Schullabor ist das Arbeiten mit Chemikalien oft nicht zu vermeiden. Deshalb ist ein sachgemäßer Umgang mit diesen Gefahrenstoffen unerlässlich.

Für jeden Gefahrenstoff liegt vom Hersteller ein Sicherheitsdatenblatt vor, auf dem mögliche Gefahren und Sicherheitshinweise vermerkt sind. Jedes Gebinde und jeder Behälter mit einem Gefahrenstoff ist mit einem Etikett versehen, welches auf Gefährdungen hinweist (Bild 1).



Bild 1: Gefahrenstoffbehälter

Die Gefahrenstoffe werden nach der CLP-Verordnung (Classification, Labelling and Packaging) klassifiziert. Diese übernimmt das Global Harmonisierte System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien (GHS).

Die geltenden Rechtsverordnungen (z. B. CLP-Verordnung EG 1272/2008, Arbeitsschutzgesetz, Technische Regeln Gefahrstoffe, DIN-Normen) werden in der Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) reflektiert, diese ist in Bayern für die Schulen verbindlich. Die aktuelle Version kann auf der Homepage des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus herunter geladen werden: <https://www.km.bayern.de/lehrer/unterricht-und-schulleben/sicherheit.html>

Einen ersten Eindruck über die Gefährlichkeit einer Chemikalie zeigen die Gefahrenpiktogramme nach CLP-Verordnung (Tabelle 1). Die weltweit einheitlichen Symbole zeigen die Gefahren, welche von einem Stoff ausgehen. Sie müssen auf allen Gebinden deutlich angebracht sein, in dem Chemikalien enthalten sind. Geht von der Chemikalie eine schwerwiegende Gefahr aus, weist zudem noch das Signalwort „Gefahr“ darauf hin. Das Signalwort „Achtung“ wird bei Stoffen mit einer geringeren Gefährdungskategorie verwendet.

Tabelle 1: Gefahrenpiktogramme nach CLP					
Gefahrenpiktogramm	Symbol, Kodierung	Bezeichnung der Gefahrenklasse	Gefahrenpiktogramm	Symbol, Kodierung	Bezeichnung der Gefahrenklasse
Physikalische Gefahren			Gesundheitsgefahren		
	Explodierende Bombe GHS01	explosive Stoffe/ Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoff		Totenkopf mit Knochen GHS06	akute Toxizität, Kat. 1, 2, 3
	Flamme GHS02	<ul style="list-style-type: none"> • entzündbare Stoffe • Stoffe, die bei Kontakt mit Wasser entzündbare Gase entwickeln • pyrophore Stoffe (Gefahr der Selbstentzündung) 		Ausrufezeichen GHS07	<ul style="list-style-type: none"> • akute Toxizität, Kat. 4 • Augenreizung, Hautreizung • Sensibilisierung der Haut • Spezifische Zielorgan-Toxizität, Kat. 3: Atemwegsreizung • Verursachung von Schläfrigkeit und Benommenheit
	Flamme über Kreis GHS03	<ul style="list-style-type: none"> • oxidierend wirkende Stoffe • brandfördernde Stoffe, können Brände verstärken oder Brand oder Explosionen verursachen 		Gesundheitsgefahr GHS08	<ul style="list-style-type: none"> • C – krebserzeugend • M – mutagen • R – reproduktionstoxisch • Sensibilisierung der Atemwege • Spezifische Zielorgan-Toxizität, Kat. 1, 2 • Aspirationsgefahr
	Gasflasche GHS04	Gase unter Druck		Ätzwirkung GHS05	<ul style="list-style-type: none"> • hautätzend, Kat. 1 • schwere Augenschädigung
	Ätzwirkung GHS05	auf Metalle korrosiv wirkend, Kat. 1	Umweltgefahren		
				Umwelt GHS09	gewässergefährdend
Kat.: Gefahrenkategorie					

Auf allen Gebinden und Behälter von Chemikalien sind Etiketten oder Aufkleber aufgebracht. Darauf sind folgende Information angeben:

- Produktname
- **Gefahrenpiktogramme** nach GHS
- Das Signalwort „**Gefahr!**“ oder „**Achtung!**“
- Gefahrenhinweise (**H-Sätze**)
- Sicherheitshinweise (**P-Sätze**)
- Hersteller bzw. Lieferant

Die Gefahren- und Sicherheitshinweise sind standardisierte Textbausteine. Das GHS verwendet dafür ein Kodierungssystem (Bild 1). So bedeutet zum Beispiel: H241 „Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen.“ Der Buchstabe „H“ steht für einen **Gefahrenhinweis** (Hazard Statement), die Gefahrenklasse „2“ für eine physikalische Gefahr. Die fortlaufende Nummer ist der 41. Hinweis dieser Gefahrengruppe und bedeutet hier: „Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen“. So geben die H-Sätze eine genaue Beschreibung der Gefahren. Ein Stoff, der beispielsweise „Giftig bei Verschlucken“ ist, wird mit H301 gekennzeichnet.

Die P-Sätze hingegen nennen Sicherheitshinweise, welche beim Umgang zu beachten sind. Bei einem Stoff, der bei Erwärmung einen Brand oder eine Explosion verursachen kann, ist es ratsam, diesen von anderen brennbaren Materialien fernzuhalten (P220).

Die H- und P-Sätze können auch kombiniert werden, was durch ein „+“ gekennzeichnet ist. So steht die Kombination von H301 + H311 + H331 für: „Giftig bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.“ P308 + P311 gibt die Empfehlung: „Bei Exposition oder falls betroffen: Giftinformationszentrum, Arzt oder ... anrufen.“ Wenn es der Platz zulässt, ist auf dem Etikett die Bedeutung der H- und P-Sätze angegeben (Bild 2). Im Anhang dieses Buches finden sich die weitere H- und P-Sätze.

Chemikalien können durch Einatmen, Verschlucken oder auch über die Haut in den Körper gelangen! Ist jemand einer chemischen Substanz ausgesetzt, so wird dies als **Exposition** bezeichnet.

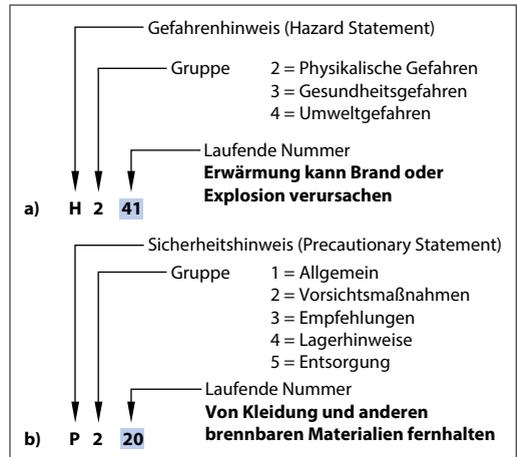


Bild 1: Kodierung nach GHS bei

- a) Gefahrenhinweisen
b) Sicherheitshinweisen

Methanol (CH₃OH)
Molmasse: 42,04 g/mol 1,0 l

	H225: Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
	H301 + H311 + H331: Giftig bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
	H370: Schädigt die Organe (Auge).
	P210: Von Hitze, Funken, offener Flamme, heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.
	P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung tragen.
	P308 + P311: Bei Exposition oder falls betroffen: GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.

GEFAHR!
P240, P302 + P352, P304 + P340, P403 + P233

Hersteller: XXX

Bild 2: Etikett von Methanol