

# Sicherer Umgang mit Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen an Schulen

Leitfaden für Verantwortliche an den Schweizer Schulen der Sekundarstufen I und II





# **Sicherer Umgang mit Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen an Schulen**

Leitfaden für Verantwortliche an den Schweizer Schulen der Sekundarstufen I und II

## Impressum

<b>Herausgeber</b>	chemsuisse – Kantonale Fachstellen für Chemikalien
<b>Projektteam</b>	Harold Bouchex-Bellomie (BAFU), Daniela Garulli (TG), Nadine Grisel (BAG), Werner Heggli (LU), Jürg Leu (BE), Agnès Novotny (VD), Stéphanie Samartin (BE), Jürg Sinniger (ZH), Gabi Weber (ZH), François Zosso (GE)
<b>in Zusammenarbeit mit</b>	Susanne Biebinger (BS); Urs Bienz, Gymnasium Kirschgarten (BS); Heribert Bürgy (BAG); Christophe Eckard, Kantonsschule Zürich Nord (ZH); Thomas Flury (BAG); Annemarie Harwig (BAG); Urs Näf (ZH); Claudia Ruprecht (ZH); Thomas Seilnacht, Seilnacht Verlag & Atelier, Bern; Nicolas Stritt (BAG); Raphaël Stroude (BAG)
<b>Gestaltung</b>	Peter Nadler, SLS Nadler, Uster
<b>Druck</b>	SWISSXPRINT AG, Bahnhofstrasse 11, 8580 Amriswil
<b>Zitierung</b>	chemsuisse, 2019: Sicherer Umgang mit Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen an Schulen. Leitfaden für Verantwortliche an den Schweizer Schulen der Sekundarstufen I und II, Bern
<b>Bezug</b>	Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch. Bezug unter <a href="http://www.chemsuisse.ch">www.chemsuisse.ch</a>
<b>Bildnachweis</b>	Umschlag: shutterstock; Seiten X, 28, 78: Kantonales Labor Zürich; Seiten 4, 46: iStock; Seiten 34, 42, 90: Thomas Seilnacht, Seilnacht Verlag & Atelier, Bern
<b>Links</b>	Die Verweise auf Internetseiten wurden im Dezember 2018 zum letzten Mal überprüft.
<b>Unterstützung</b>	Bundesamt für Gesundheit BAG Bundesamt für Umwelt BAFU Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
<b>Haftungsausschluss</b>	Die Informationen in diesem Leitfaden wurden zum Zeitpunkt seiner Erstellung sorgfältig erarbeitet. Dennoch kann von den beteiligten Personen, den Autorinnen und Autoren sowie den Institutionen, denen sie angehören, unabhängig vom Rechtsgrund, keine Haftung für daraus direkt oder indirekt entstehende Schäden jeglicher Art übernommen werden.

Wo in den Texten nur die männliche Form verwendet wird, ist immer auch das weibliche Geschlecht angesprochen.

# Vorwort

## Ziel dieses Leitfadens

Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen sind in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern an den Schulen der Sekundarstufen I und II unentbehrliche Unterrichtsmittel. Durch sie erleben die Schülerinnen und Schüler chemische, biologische und physikalische Phänomene mit all ihren Sinnen. Die Beobachtungen, die sie bei Demonstrations- oder Schülerversuchen machen, sind der erste Schritt zum Verständnis – zum «Begreifen» – der naturwissenschaftlichen Gesetzmässigkeiten und deren Anwendungen in der Technik.

Der Nachteil von Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen ist, dass sie Menschen, Einrichtungen und Umwelt gefährden können. Es ist deshalb wichtig zu wissen, welche Gefahren von diesen Unterrichtsmitteln ausgehen, wie man korrekt mit ihnen umgeht und welche Vorkehrungen für Notfälle zu treffen sind. Dann bietet ihr Einsatz auch die Gelegenheit, mit den Schülerinnen und Schülern über Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz zu sprechen und sie auf einen sicheren und verantwortungsbewussten Umgang mit Gefahrenquellen vorzubereiten.

Die Lehrerinnen und Lehrer sind durch ihre fachliche und pädagogische Ausbildung gut darauf vorbereitet, allen Aspekten der Sicherheit im Unterricht Rechnung zu tragen. Sie kennen die Massnahmen, um sich selbst, andere und die Umwelt zu schützen. Trotzdem können im Zusammenhang mit Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen Fragen auftauchen, z. B. wie die Verantwortlichkeiten innerhalb der Schule zu regeln sind, was beim Einrichten der Räumlichkeiten berücksichtigt werden muss oder welche Stoffe besonders gefährlich oder gar verboten sind.

Der vorliegende Leitfaden zeigt, wie sich die Schule organisieren kann und was es für einen sicheren Umgang mit Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen zu beachten gilt. Er richtet sich an alle, die direkt oder indirekt mit der Sicherheit in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern betraut sind. Direkt verantwortlich sind in erster Linie die Lehrkräfte, die Versuche demonstrieren und Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren beaufsichtigen. Beschäftigt eine Schule Assistentinnen und Assistenten, so kommt auch ihnen eine wichtige Rolle zu. Oft sind sie es, die für den Einkauf, die Aufbewahrung und die Entsorgung von gefährlichen Stoffen zuständig sind. Zu den Adressaten dieses Leitfadens gehören ebenfalls die Schulbehörden und die von ihnen eingesetzten Schulleitungen, die letztlich für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz an der Schule verantwortlich sind.

Dieser Leitfaden wurde auf Initiative der chemsuisse erarbeitet. Die Autorinnen und Autoren hoffen, mit ihm ein Hilfsmittel geschaffen zu haben, das Unsicherheiten bezüglich des richtigen Umgangs mit gefährlichen Unterrichtsmitteln beseitigt und zu Sicherheit in Unterricht und Schulhaus beiträgt. Nur wenn alle, die in einer Schule arbeiten, sich ihrer Verantwortung bewusst werden und entsprechend instruiert sind, können sie ihre Vorbildfunktion wahrnehmen und sich selbst, die Mitarbeitenden, ihre Schülerinnen und Schüler sowie die Umwelt vor Gefahren schützen.

## Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden gliedert sich in sechs Kapitel und einen Anhang. Jedes der Kapitel ist eine eigenständige Einheit. Diese Gliederung erlaubt den Leserinnen und Lesern, jeweils nur das Kapitel zu studieren, das sie direkt betrifft:

**Kapitel 1** des Leitfadens beschreibt, wem in einer Schule welche Rolle zukommt, wenn es um die Arbeitssicherheit sowie den Gesundheits- und Umweltschutz geht, und wie die Verantwortlichkeiten geregelt werden können. Dieses

1

2

3

4

5

6

A

Kapitel richtet sich sowohl an die Vertreterinnen und Vertreter von Schulleitungen und -behörden als auch an die Lehrerinnen und Lehrer.

**Kapitel 2** ist dem Umgang mit Chemikalien im Unterricht gewidmet. Dabei werden alle Stationen im «Lebenszyklus» von Chemikalien an einer Schule behandelt, vom Einkauf über die Verwendung bis hin zur Entsorgung. Zum korrekten Umgang mit Chemikalien gehört auch, für Notfälle gerüstet zu sein und die Massnahmen zu kennen, die ergriffen werden müssen, wenn ein solcher eintritt. Dieses Kapitel wird v. a. Lehrerinnen und Lehrer, die in Naturwissenschaften und Technik unterrichten, sowie Assistentinnen und Assistenten interessieren.

**Kapitel 3** führt aus, was es im Umgang mit Mikroorganismen zu beachten gilt. Es richtet sich vornehmlich an die Biologielehrerinnen und -lehrer.

**Kapitel 4** behandelt den Umgang mit Strahlenquellen, nämlich radioaktiven Stoffen und Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung. Sowohl Chemie- als auch Physiklehrerinnen und -lehrer finden hier für sie wichtige Informationen.

**Kapitel 5** beschreibt den korrekten Umgang mit Tierpräparaten. Gefahr geht v. a. von älteren Tierpräparaten aus, die meist das äusserst giftige Insektizid Arsenitoxid enthalten. Dieses Kapitel richtet sich an Lehrerinnen und Lehrer in den Unterrichtsfächern Biologie, Zeichnen und Gestalten sowie an die Kuratorinnen und Kuratoren von Schausammlungen.

**Kapitel 6** stellt die wichtigsten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien, auf die der vorliegende Leitfaden Bezug nimmt, kurz dar.

Im **Anhang** befinden sich Kopiervorlagen, Checklisten, weitergehende Informationen zur Kennzeichnung von Chemikalien usw.

## Dank

Bei der Erarbeitung des vorliegenden Leitfadens konnte das Projektteam auf zwei bewährte Leitfäden des Kantons Zürich zurückgreifen. Der erste richtete sich an die Mittel- und Berufsfachschulen, der zweite an die Volksschulen. Der Leitfaden für die Mittel- und Berufsfachschulen entstand im Auftrag des Bereichs «Prävention und Sicherheit» im Mittelschul- und Berufsbildungsamt des Kantons Zürich, während derjenige für die Volksschulen vom Kantonalen Labor Zürich herausgegeben wurde. Die beiden Leitfäden waren das Resultat einer intensiven Zusammenarbeit zwischen Vertreterinnen und Vertreter der beiden Schulämter, Lehrpersonen und Mitarbeitenden von kantonalen Zürcher Fachstellen. Zu diesen zählte v. a. das Kantonale Labor Zürich, das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL sowie das Amt für Wirtschaft und Arbeit.

Den beiden Schulämtern des Kantons Zürich sei gedankt für ihre Bereitschaft, ihre Leitfäden als Vorlage für einen nationalen Leitfaden zur Verfügung zu stellen. Für die Überarbeitung der Zürcher Leitfäden konnten unzählige Autorinnen und Autoren gewonnen werden. Sie arbeiten in kantonalen Ämtern, Bundesämtern, Schulen oder privaten Büros. Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Dank gebührt auch den Leiterinnen und Leitern der kantonalen Fachstellen für Chemikalien, die ihren Mitarbeitenden ermöglichten, ihre Zeit dem Leitfaden zu widmen, sowie den drei Bundesämtern BAG, BAFU und SECO, die Übersetzung, Layout und Druck finanzierten.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Ziel dieses Leitfadens	III
Aufbau des Leitfadens	III
Dank	IV
Abkürzungsverzeichnis	VIII
<b>1. Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz an Schulen</b>	<b>1</b>
1.1. Grundsätze	1
1.2. Aufgaben und Zuständigkeiten	2
1.3. Voraussetzungen	2
<b>2. Sicherer Umgang mit Chemikalien</b>	<b>5</b>
2.1. Voraussetzungen für den sicheren Umgang mit Chemikalien	5
2.1.1. Regelung der Zuständigkeiten	5
2.1.2. Gefahren- und Sicherheitsinformationen	5
2.1.3. Verbotene und problematische Stoffe	7
2.1.4. Einrichtung und Ausrüstung von Sammlung, Vorbereitungs- und Unterrichtsräumen	8
2.1.5. Instruktions- und Informationsmaterial	10
2.2. Einkauf von Chemikalien	10
2.3. Aufbewahrung von Chemikalien	11
<b>2.3.1. Zugänglichkeit der Chemikalien</b>	<b>11</b>
2.3.2. Verpackung und Kennzeichnung von Chemikalien	11
2.3.3. Organisation der Chemikaliensammlung	13
2.3.4. Entrümpelung der Chemikaliensammlung	15
2.3.5. Aufbewahrung von Gasen	16
2.4. Experimentieren mit Chemikalien	16
2.4.1. Grundsätze	16
2.4.2. Information der Schülerinnen und Schüler	17
2.4.3. Schutz des Körpers	18
2.5. Sammlung und Entsorgung von Chemikalienabfällen	19
2.5.1. Grundsätze	19
2.5.2. Sammlung von Chemikalienabfällen	19
2.5.3. Entsorgung und Transport von Chemikalienabfällen	21
2.6. Notfälle mit Chemikalien	22
2.6.1. Grundsätze	22
2.6.2. Allgemeines zum Vorgehen in Notfällen mit Chemikalien	23
2.6.3. Vorgehen im Brandfall	24
2.6.4. Erste Hilfe bei Notfällen mit Chemikalien	24
2.6.5. Unbeabsichtigte Freisetzung gefährlicher Chemikalien	25
2.6.6. Erforderliche Mittel bei Notfällen	26
<b>3. Sicherer Umgang mit Mikroorganismen</b>	<b>29</b>
3.1. Rechtliche Vorgaben	29
3.2. Risiken durch Mikroorganismen an Schulen	29
3.3. Organisatorische Voraussetzungen	30
3.4. Sicherheitsmassnahmen	31
3.4.1. Sicherheitsmassnahmen für Tätigkeiten der Klasse 1	31

3.4.2.	Besondere Bestimmungen für die Tätigkeiten der Klasse 2	31
3.4.3.	Entsorgung von biologischem Material	32
3.4.4.	Kontamination und Unfälle mit Mikroorganismen	33
<b>4.</b>	<b>Umgang mit Strahlenquellen</b>	<b>35</b>
4.1.	Allgemeines zum Strahlenschutz	35
4.2.	Besondere Bestimmungen zum Strahlenschutz	36
4.2.1.	Gesetzlicher Rahmen	36
4.2.2.	Bewilligungspflicht	37
4.2.3.	Sachverständige Person	37
4.3.	Umgang mit Strahlenquellen	38
4.3.1.	Grundregeln	38
4.3.2.	Messung der Radioaktivität und Strahlendosis	38
4.3.3.	Aufbewahrung und Handhabung von Strahlenquellen	39
4.4.	Verhalten bei Unfällen	41
4.5.	Entsorgung radioaktiver Abfälle	41
<b>5.</b>	<b>Hinweise zum Umgang mit Tierpräparaten</b>	<b>43</b>
5.1.	Allgemeines	43
5.2.	Aufbewahrung von Tierpräparaten in Schulsammlungen und Präsentation im Unterricht	43
5.3.	Entsorgung von Tierpräparaten	44
5.4.	Empfehlung	45
<b>6.</b>	<b>Rechtlicher Bezug</b>	<b>47</b>
6.1.	Chemikalien- und Umweltschutzgesetzgebung	47
6.2.	Arbeitnehmerschutz	48
6.2.1.	Grundlegende Gesetzgebung	48
6.2.2.	Mutter- und Jugendarbeitsschutz	49
6.2.3.	EKAS-Richtlinien	50
6.2.4.	Feuerpolizeiliche Vorschriften	50
6.2.5.	Arbeitnehmer- und Umweltschutz beim Umgang mit Organismen	51
6.2.6.	Strahlenschutz	51
6.3.	Verkehr	52
6.4.	Bezugsquellen für die Gesetzestexte	52



<b>Anhänge</b>	53
Verzeichnis der Anhänge	53
<b>A Verhaltensregeln im Chemie- und Biologielabor</b>	54
<b>B Druckgasflaschen</b>	55
Umgang mit Druckgasflaschen	55
Bedienung der Gasflaschen	56
Verhalten im Gefahrfall	56
Farbkennzeichnung von Gasen	57
<b>C Chemikalienkennzeichnung nach GHS</b>	58
Prinzip des GHS	58
Liste der Gefahrenhinweise, H-Sätze (Hazard Statements)	59
Liste der Sicherheitshinweise, P-Sätze (Precautionary Statements)	62
Die neun Gefahrenpiktogramme und ihre Bedeutung	66
<b>D Das Sicherheitsdatenblatt</b>	68
<b>E Verbotene und problematische Stoffe und Stoffgruppen</b>	70
<b>F Klassierung häufig verwendeter Lösungen nach GHS</b>	74
<b>G Checkliste Chemikalien für Schulen – Selbstkontrolle</b>	79
I. Checkliste	79
II. Massnahmen Chemikalien	80
<b>H Checkliste Biosicherheit an Schulen – Selbstkontrolle</b>	81
I. Checkliste	81
II. Massnahmen Biosicherheit	82
<b>I Checkliste Strahlenquellen für Schulen – Selbstkontrolle</b>	83
I. Checkliste	83
II. Massnahmen Strahlenquellen	84
<b>J Checkliste für Lehrpersonen – Chemische Versuche</b>	85
Checkliste	85
Bemerkungen	86
<b>K Risikobewertung – Versuche mit Mikroorganismen</b>	87
Checkliste	
Bemerkungen	88
<b>L Checkliste für Lehrpersonen – Versuche mit Strahlenquellen</b>	89
Checkliste	89
Bemerkungen	89
<b>M Chemikalienliste</b>	91

## Abkürzungsverzeichnis

Die allgemein gebräuchlichen Abkürzungen (wie z. B. EU, Kantonsnamen, m<sup>2</sup> oder usw.) werden als bekannt vorausgesetzt.

Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
Anh.	Anhang
ArG	Bundesgesetz vom 13. März 1964 über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz; SR 822.11)
ArGV 5	Verordnung 5 zum Arbeitsgesetz vom 28. September 2007 (Jugendarbeitsschutzverordnung; SR 822.115)
Art.	Artikel
ASA	Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit
ATP	Anpassung an den technischen Fortschritt (engl: adaptation to technical progress)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BetmVV-EDI	Verordnung des EDI vom 30. Mai 2011 über die Verzeichnisse der Betäubungsmittel, psychotropen Stoffe, Vorläuferstoffe und Hilfschemikalien (Betäubungsmittelverzeichnisverordnung; SR 812.121.11)
BSO	Biosicherheitsverantwortliche(r) (Biosafety Officer)
Bst.	Buchstabe
bzw.	beziehungsweise
ChemG	Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz; SR 813.1)
ChemRRV	Verordnung vom 18. Mai 2005 zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung; SR 814.81)
ChemV	Verordnung vom 5. Juni 2015 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung; SR 813.11)
EDI	Eidgenössisches Departement des Inneren
EKAS	Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit
ESV	Verordnung vom 9. Mai 2012 über den Umgang mit Organismen in geschlossenen Systemen (Einschliessungsverordnung; SR 814.912)
EVD	Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement
FrSV	Verordnung vom 10. September 2008 über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung; SR 814.911)
GGBV	Verordnung vom 15. Juni 2001 über Gefahrgutbeauftragte für die Beförderung gefährlicher Güter auf Strasse, Schiene und Gewässern (Gefahrgutbeauftragtenverordnung; SR 741.622)
GHS	Globally Harmonized System [for the Classification and Labelling of Chemicals] (dt: Weltweit einheitliches System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien)
GSchG	Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz; SR 814.20)
GSchV	Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201)
GTG	Bundesgesetz vom 21. März 2003 über die Gentechnik im Ausserhumanbereich (Gentechnikgesetz; SR 814.91)

HMG	Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz; SR 812.21)
H-Satz	Gefahrenhinweis (engl: hazard statement)
inkl.	inklusive
Kap.	Kapitel
LA	Bewilligungsgrenze (franz: limite d'autorisation)
LL	Befreiungsgrenze (franz: limite de libération)
MAK	Maximale Arbeitsplatz-Konzentration
NORM	Naturally Occurring Radioactive Materials (dt: natürlich vorkommende radioaktive Materialien)
P-Satz	Sicherheitshinweis (engl: precautionary statement)
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (dt: Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe)
resp.	respektive
s.	siehe
SAMV	Verordnung vom 25. August 1999 über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SR 832.321)
SBFI	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
SDR	Verordnung vom 29. November 2002 über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SR 741.621)
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
Sek	Sekundarstufe
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
StSG	Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (SR 814.50)
StSV	Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017 (SR 814.501)
Suva	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
UraM	Verordnung des EDI vom 26. April 2017 über den Umgang mit radioaktivem Material (SR 814.554)
USG	Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz; SR 814.01)
u. U.	unter Umständen
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVG	Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (SR 832.20)
v. a.	vor allem
VeVA	Verordnung vom 22. Juni 2005 über den Verkehr mit Abfällen (SR 814.610)
VNPS	Verband Naturwissenschaftliche Präparation Schweiz
VUV	Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung; SR 832.30)
VVEA	Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung; SR 814.600)
WBF	Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung
XRF	Röntgenfluoreszenzspektrometrie (engl: X-Ray Fluorescence Spectroscopy)
z. T.	zum Teil

1

2

3

4

5

6

A



# 1. Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz an Schulen

## 1.1. Grundsätze

**Schulen gelten als Betriebe.** Der Arbeitgeber einer Schule ist somit verpflichtet, zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die

- ▶ nach der Erfahrung notwendig,
- ▶ nach dem Stand der Technik anwendbar und
- ▶ den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.<sup>1</sup>

Der Schutz der Arbeitnehmenden vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen, die mit dem Arbeitsplatz verbunden sind, ist im Arbeitsgesetz (ArG) und seinen Verordnungen geregelt. Die Richtlinie über den Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit (ASA-Richtlinie) der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) fasst die komplexen gesetzlichen Bestimmungen zusammen und zeigt, was getan werden muss, um sie zu erfüllen.

**Arbeitgeber** einer Schule ist der jeweilige Schulträger. Bei öffentlichen Schulen ist dies entweder der Kanton oder die (Schul)Gemeinde. Für die Umsetzung der gesetzlichen Bestimmungen sind die vom Schulträger eingesetzten Schulleiterinnen und -leiter sowie die Mitarbeitenden entsprechend ihren Pflichtenheften zuständig.

**Arbeitnehmende.** Die Arbeitnehmenden sind verpflichtet, die Weisungen des Arbeitgebers bezüglich der Arbeitssicherheit zu befolgen und die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln zu berücksichtigen. Insbesondere müssen sie die persönliche Schutzausrüstung benutzen und dürfen die Wirksamkeit der Schutzeinrichtungen nicht beeinträchtigen. Für den Schutz jugendlicher Arbeitnehmender (z. B. Schülerinnen und Schüler, die in den Ferien gegen Bezahlung das Schulhaus reinigen helfen) gelten die Vorschriften der Jugendarbeitsschutzverordnung, die der besonderen Verletzlichkeit des jugendlichen Organismus Rechnung tragen. Der Schutz angestellter werdender und stillender Mütter ist in der Mutterschutzverordnung geregelt.

**Schülerinnen und Schüler** sind keine Arbeitnehmende, auch nicht in einem weiteren Sinne. Sie sind demnach weder durch das Arbeitsgesetz noch die Jugendarbeitsschutz- oder Mutterschutzverordnung geschützt. Die Schulen resp. die von ihnen beschäftigten Lehrpersonen haben aber Schülerinnen und Schülern gegenüber eine Obhutspflicht: Sie sind verantwortlich für die körperliche und geistige Unversehrtheit der ihnen anvertrauten Kinder und Jugendlichen. Bei einem allfälligen Unfall oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Schülerinnen und Schüler, die durch gefährliche Unterrichtsmittel verursacht wurden, kommen haftungs- und strafrechtliche Bestimmungen zum Tragen. Die Schule resp. die Lehrperson wird darzulegen haben, dass sie alles Mögliche gemacht hat, um das Vorkommnis nicht eintreten zu lassen. Von den Lehrpersonen wird also ein hohes Mass an Vorsicht verlangt, wenn es um den Einsatz von Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen im Unterricht geht. Neben der Obhutspflicht haben Schulen und Lehrkräfte auch eine Aufsichtspflicht: Sie haben dafür zu sorgen, dass die ihnen anvertrauten Kinder und Jugendlichen selbst keinen Schaden anrichten.

**Umwelt.** Zum Schutz der Umwelt müssen Schulen im Umgang mit gefährlichen Materialien die einschlägigen Bestimmungen des Umweltrechts und weiterer spezifischer Rechtserlasse zu Chemikalien, Mikroorganismen und radioaktiven Stoffen berücksichtigen.

<sup>1</sup> Art. 6 Abs. 1 ArG

## 1.2. Aufgaben und Zuständigkeiten

**Sicherheitskonzept.** Für alle Massnahmen, mit denen die Sicherheit in einem Betrieb gewährleistet werden soll, müssen Beschriebe erstellt sowie die Zuständigkeiten und Kompetenzen festgehalten werden. Dies geschieht in der Regel in Form eines Sicherheitskonzepts. Im Zusammenhang mit gefährlichen Materialien sind an einer Schule insbesondere folgende Punkte zu regeln:

- ▶ Gibt es unterschiedliche Zuständigkeiten für verschiedene Bereiche (naturwissenschaftlicher Unterricht und Werken, Reinigung, Betrieb des Schwimmbads, Unterhalt von Grünflächen und Verkehrswegen)?
- ▶ Welche Aufgaben haben die Personen, die für einen bestimmten Bereich zuständig sind?
- ▶ Welches sind die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der Personen, die mit den gefährlichen Materialien umgehen (Lehrkräfte, Mitarbeitende des Hausdienstes, Schülerinnen und Schüler)?

**Sicherheitsbeauftragte(r).** Üblicherweise delegiert der Arbeitgeber die Erstellung und Umsetzung eines Sicherheitskonzepts an eine Sicherheitsbeauftragte oder einen Sicherheitsbeauftragten. Für einzelne Bereiche, z. B. für den Umgang mit gefährlichen Materialien und Stoffen, können weitere Personen hinzugezogen werden, die über das entsprechende Fachwissen verfügen. Kantone, Gemeinden und Schulen haben hier die Möglichkeit, die Verantwortlichkeiten im Detail gemäss ihren Möglichkeiten und Bedürfnissen zu regeln.

**Umsetzung des Sicherheitskonzepts.** Bei der Umsetzung des Sicherheitskonzepts sind die Mitglieder der Schulleitung, die Lehrkräfte, die Mitarbeitenden des Hausdienstes sowie Schülerinnen und Schüler mit einzubeziehen. Sie müssen über ihre Pflichten informiert und in der Art und Weise, wie die Massnahmen umgesetzt werden sollen, instruiert werden.

**Chemikalien-Ansprechperson.** Schulen, in denen mit Chemikalien umgegangen wird, müssen eine Chemikalien-Ansprechperson bezeichnen.<sup>2</sup> Sie ist die Kontaktperson für die kantonalen Fachstellen für Chemikalien oder andere Fachstellen und soll über die betriebsinternen Zuständigkeiten im Bereich Chemikalien Auskunft erteilen können. Ausserdem soll sie die Kompetenz haben, eine Weisung der Behörden umzusetzen oder die zuständige interne Stelle mit deren Umsetzung zu beauftragen. Als Chemikalien-Ansprechperson kommt in erster Linie die verantwortliche Person für die Chemikaliensammlung oder die Schulleiterin resp. der Schulleiter infrage.

**Biosicherheits-Verantwortliche(r).** Werden an einer Schule Versuche mit krankheitserregenden oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen durchgeführt, muss ein(e) Biosicherheitsbeauftragte(r) (Biosafety Officer, BSO) ernannt werden. Der BSO ist die betriebsinterne Ansprechperson sowie die Kontaktperson für die Behörden.

**Strahlenschutz-Sachverständige(r).** In jeder Schule, die bewilligungspflichtige Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen durchführt oder Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung betreibt, muss von der Schulleiterin oder dem Schulleiter eine Person als Strahlenschutz-Sachverständige(r) bezeichnet und mit den nötigen Kompetenzen ausgestattet werden.

## 1.3. Voraussetzungen

**Fachkenntnis.** Die mit Sicherheitsaufgaben beauftragten Personen müssen über ausreichende Fachkenntnisse in ihrem jeweiligen Bereich verfügen; dabei sind auch die gesetzlichen Vorgaben für die einzelnen Bereiche zu beachten. Für den unmittelbaren Umgang mit Chemikalien, Mikroorganismen und Strahlenquellen im Unterricht ist grundsätzlich die jeweilige Lehrperson verantwortlich. Es ist ihre Aufgabe, die angemessenen Sicherheitsmassnahmen zu ergreifen, um sich und andere vor Schäden zu schützen.

<sup>2</sup> Art. 25 Abs. 2 ChemG

**Fachbewilligungen.** Bei bestimmten Tätigkeiten verlangt das Gesetz, dass die ausführende Person über eine spezielle Fachbewilligung verfügt.<sup>3</sup> In einer Schule gilt dies v. a. für

- ▶ die Desinfektion von Badewasser;
- ▶ die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln beim Unterhalt der Umgebung.

Die Schule muss sicherstellen, dass diese Arbeiten durch eine Inhaberin oder einen Inhaber eines Fachbewilligungsausweises oder zumindest unter deren Anleitung ausgeführt werden.

**Lagerung grösserer Mengen an Chemikalien.** Werden in einem Schulhaus für die Wasseraufbereitung in einem Schwimmbad, den Unterhalt der Grünflächen oder die Reinigung grössere Mengen an Chemikalien gelagert, müssen die aktuellen rechtlichen Bestimmungen und der aktuelle Stand der Sicherheitstechnik berücksichtigt werden. Der Leitfaden «Lagerung gefährlicher Stoffe»<sup>4</sup> gibt einen umfassenden Überblick über die wichtigsten Aspekte bei der Lagerung gefährlicher Stoffe. Zu berücksichtigende Vorschriften oder Bewilligungen müssen mit den zuständigen Behörden geklärt werden.

<sup>3</sup> Art. 7 Abs. 1 ChemRRV

<sup>4</sup> [www.kvu.ch/de/arbeitsgruppen?id=151](http://www.kvu.ch/de/arbeitsgruppen?id=151)





## 2. Sicherer Umgang mit Chemikalien

### 2.1. Voraussetzungen für den sicheren Umgang mit Chemikalien

#### 2.1.1. Regelung der Zuständigkeiten

Die detaillierten Regelungen, wie der Umgang mit Chemikalien organisiert werden soll, ergeben sich üblicherweise aus dem Sicherheitskonzept. Folgende Rechte und Pflichten sollten dort festgehalten werden:

- ▶ Wer ist als Chemikalien-Ansprechperson bezeichnet?
- ▶ Wer ist berechtigt, Chemikalien einzukaufen?
- ▶ Von wem wird die Chemikaliensammlung organisiert und betreut? Wer führt und aktualisiert die Chemikalienliste?
- ▶ Wer hat Zugang zu welchen Chemikalien?
- ▶ Wer sorgt für die Entsorgung alter Chemikalien und Chemikalienreste?
- ▶ Wer informiert und schult neue Lehrpersonen sowie neue Assistentinnen und Assistenten im Bereich Chemikaliensicherheit?
- ▶ Wer informiert und schult die neuen Mitarbeitenden des Hausdienstes im Bereich Chemikaliensicherheit?  
Wie ist die Reinigung der Zimmer für naturwissenschaftlichen Unterricht und Werken, der Vorbereitungsräume und der naturwissenschaftlichen Sammlungen organisiert?
- ▶ Wie werden die Schülerinnen und Schüler auf den Umgang mit Chemikalien vorbereitet?
- ▶ Wer sorgt für die benötigten Schutzmassnahmen?
- ▶ Wer ist zuständig für die Mittel, die für Notfälle mit Chemikalien bereitstehen müssen?

#### 2.1.2. Gefahren- und Sicherheitsinformationen

**Etikette und Sicherheitsdatenblatt** liefern wichtige Informationen über die (gefährlichen) Eigenschaften eines Stoffs und die zu treffenden Massnahmen für dessen sichere Lagerung und Handhabung. Ausserdem findet man dort Angaben zur Ersten Hilfe bei Notfällen mit dem betreffenden Stoff und Hinweise für dessen Entsorgung. Alle Verwenderinnen und Verwender von Chemikalien, insbesondere aber Lehrpersonen, sind verpflichtet, die Informationen der Hersteller auf der Etikette und im Sicherheitsdatenblatt zu beachten.

**GHS-Etikette.** Chemikalien werden in der Schweiz – wie auch in der EU und vielen anderen Ländern – nach den Grundsätzen des GHS gekennzeichnet. Das Akronym «GHS» steht für «Globally Harmonized System of Classification

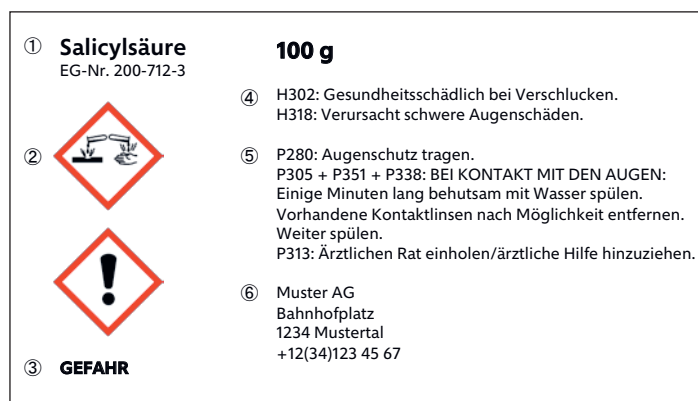


Abbildung 1: GHS-Etikette.

- ① Handelsname (Gemische) oder Stoffbezeichnung (Stoffe) mit EG-Nr.
- ② Gefahrenpiktogramm(e)
- ③ Signalwort **GEFAHR** oder **ACHTUNG**
- ④ Gefahrenhinweise (H-Sätze)
- ⑤ Sicherheitshinweise (P-Sätze)
- ⑥ Name, Adresse und Telefonnummer des verantwortlichen Herstellers oder der Importeurin.

Ferner bei Gemischen:  
gefährliche(r) Inhaltsstoff(e)

and Labelling of Chemicals» (Weltweit einheitliches System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien). Dieses System wurde von den Vereinten Nationen entwickelt, um die Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien weltweit zu vereinheitlichen. Die Elemente einer typischen GHS-Etikette zeigt Abbildung 1.

Im Anhang C «Chemikalienkennzeichnung nach GHS» sind das Prinzip des GHS und die Gefahrenpiktogramme erläutert sowie alle H- und P-Sätze aufgelistet.

**Sicherheitsdatenblatt.** Das Sicherheitsdatenblatt liefert alle Informationen, die es für den sicheren Umgang mit einer gefährlichen Chemikalie braucht. Es besteht aus 16 Abschnitten (Tabelle 1). Anhang D «Das Sicherheitsdatenblatt» gibt weitere Angaben zum Inhalt der einzelnen Abschnitte des Sicherheitsdatenblatts.

1	Bezeichnung des Stoffs/Gemischs und des Unternehmens
2	Mögliche Gefahren
3	Zusammensetzung/Angaben zu den Bestandteilen
4	Erste-Hilfe-Massnahmen
5	Massnahmen zur Brandbekämpfung
6	Massnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung
7	Handhabung und Lagerung
8	Begrenzung der Exposition / persönliche Schutzausrüstung
9	Physikalische und chemische Eigenschaften
10	Stabilität und Reaktivität
11	Toxikologische Angaben
12	Umweltbezogene Angaben
13	Hinweise zur Entsorgung
14	Angaben zum Transport
15	Rechtsvorschriften
16	Sonstige Angaben

**Tabelle 1:** Die 16 Abschnitte des Sicherheitsdatenblatts.

- ▶ Die Schule ist verpflichtet, von allen Chemikalien, die sie verwendet, das Sicherheitsdatenblatt aufzubewahren. Dies betrifft in erster Linie Chemikalien mit Gefahrenpiktogrammen.
- ▶ Es wird empfohlen, die Sicherheitsdatenblätter in einem speziellen Ordner abzulegen. Es ist darauf zu achten, dass immer das neueste Sicherheitsdatenblatt abgelegt wird.
- ▶ Die Sicherheitsdatenblätter können auch elektronisch oder auf CD abgelegt werden. Für Chemikalien mit den Gefahrenpiktogrammen «Ätzwirkung» (GHS05), «Totenkopf mit gekreuzten Knochen» (GHS06) oder «Gesundheitsgefahr» (GHS08) sollte ein Papierausdruck vorhanden sein.
- ▶ Die Sicherheitsdatenblätter müssen solange aufbewahrt werden, wie die Chemikalie vorhanden ist.

### 2.1.3. Verbotene und problematische Stoffe

**Verbotene Stoffe.** Die Verwendung gewisser Stoffe ist aufgrund der Umwelt- und Chemikaliengesetzgebung weitgehend beschränkt oder verboten. Diese Stoffe sollen auch an Schulen grundsätzlich nicht verwendet werden. Die Verwendungsverbote und -beschränkungen sind in der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) festgehalten; die Tabelle 2 listet einige für Schulen wichtige Beispiele auf.

Stoff	Bemerkung	Gesetzliche Grundlage
Asbest	krebserzeugend	Anh. 1.6 ChemRRV
Benzol	krebserzeugend	Anh. 1.12 ChemRRV <sup>5</sup>
Bleichromat Bleisulfchromatgelb Bleichromatmolybdatsulfatrot	krebserzeugend fortpflanzungsgefährdend	Anh. 1.17 ChemRRV <sup>5</sup>
Chloroform	krebserzeugend	Anh. 1.3 ChemRRV <sup>5</sup>
Dichromate (Natriumdichromat, Ammoniumdichromat, Kaliumdichromat)	krebserzeugend reproduktionstoxisch	Anh. 1.17 ChemRRV <sup>5</sup> Übergangsfrist 01.06.2021
Tetrachlorkohlenstoff (Tetrachlormethan)	ozonschädigend, sehr giftig	Anh. 1.4 ChemRRV
1,1,1,2- und 1,1,2,2-Tetrachlorethan	sehr giftig	Anh. 1.3 ChemRRV <sup>5</sup>
1,1,2-Trichlorethan	giftig	Anh. 1.3 ChemRRV <sup>5</sup>
Trichlorethen (Trichlorethylen)	krebserzeugend	Anhang 1.17 ChemRRV <sup>5</sup> Übergangsfrist 01.12.2019

**Tabelle 2:** Auswahl von Stoffen, deren Verwendung gesetzlich weitgehend beschränkt oder verboten ist (Stand Januar 2019).

Mit der Übernahme von Bestimmungen aus der EU kommen laufend neue Stoffe hinzu. Die ChemRRV (speziell deren Anhang 1.17, der die zulassungspflichtigen Stoffe aufführt) muss daher periodisch im Abstand von ca. zwei Jahren konsultiert werden. Befinden sich in der Sammlung Chemikalien, deren Verwendung verboten oder beschränkt ist oder nach Ablauf einer Übergangsfrist beschränkt sein wird, müssen sie fachgerecht entsorgt werden.

**Problematische Stoffe.** Neben den Stoffen, deren Verwendung weitgehend beschränkt oder verboten ist, gibt es eine Reihe von weiteren Stoffen oder Stoffgruppen, die problematisch sind. Sie dürfen in Schulen erst dann verwendet werden, nachdem eine Substitution oder ein Verzicht sorgfältig geprüft worden ist. Ist beides nicht möglich, müssen besonders umfassende Sicherheitsmassnahmen ergriffen werden. Dies ist insbesondere bei Chemikalien mit den folgenden GHS-Einstufungen der Fall:

- ▶ Physikalische Gefahren: extrem entzündbar (H220, H224), explosionsgefährlich (H200 bis H205), gefährliche Reaktion mit Wasser (EUH029, EUH032, H260).
- ▶ Gesundheitsgefahren: akut toxisch Kategorie 1 und 2 (H300, H310, H330), krebserzeugend (H350, H351), reproduktionstoxisch (H360, H361), keimzellenschädigend (H340, H341) oder sensibilisierend (H317, H334). Werdende und stillende Mütter dürfen nicht mit reproduktionstoxischen Stoffen oder mit Stoffen, die den Säugling über die Muttermilch schädigen, arbeiten (H360, H361, H362).
- ▶ Umweltgefahren: Gewässergefährdende Chemikalien, die sehr giftig sind für Wasserorganismen (H400, H410).

<sup>5</sup> Ausgenommen von den Verwendungsverboten nach den Anhängen 1.3 und 1.12 resp. von der strengen Zulassungspflicht nach Anhang 1.17 ChemRRV ist die Verwendung für Analysen und Forschungszwecke. Darunter wären beispielsweise Analysen und Versuche im Zusammenhang mit angeleiteten Matur- oder Praxisarbeiten an höheren Schulen zu verstehen, bei denen kein Ersatzstoff vorhanden und das Risiko angemessen beherrscht ist.

**Beispiele für verbotene oder problematische Stoffe**, die erfahrungsgemäss an Schulen häufig anzutreffen sind, und deren Ersatzstoffe sind in der Tabelle 3 aufgeführt. Eine ausführliche Liste mit Erklärungen ist in Anhang E «Verbotene und problematische Stoffe und Stoffgruppen» zu finden.

Unerwünschter Stoff	Möglicher Ersatzstoff
Ameisensäure 98–100 %	Ameisensäure 85 %
Benzol (verboten!)	Xylol
Bleinitrat	Eisen- oder Silbersalze
Diethylether (Äther) (als Lösemittel)	Petrolether
Formaldehyd (für Konservierung)	Alkohol 70 %
Kalium	Lithium, Natrium
Methanol	Ethanol
n-Hexan	n-Heptan
Phenolphthalein, fest	Phenolphthalein, verdünnte Lösung (< 0,1 %)
Quecksilberoxid (für Thermolyse)	Silberoxid, Diiodpentoxid
Toluol	Xylol

Tabelle 3: Beispiele zur Substitution von problematischen Chemikalien.

#### 2.1.4. Einrichtung und Ausrüstung von Sammlung, Vorbereitungs- und Unterrichtsräumen

**Standort der Chemikaliensammlung.** Mit Vorteil befindet sich die Sammlung in einem separaten Lagerraum oder im Vorbereitungsraum. Die Aufbewahrung kleiner Mengen von Chemikalien in Unterrichtszimmern ist möglich. Keinesfalls dürfen Chemikalien in Fluchtwegen gelagert werden.

**Belüftung der Schränke.** Bei der Lagerung von Chemikalien können gesundheitsschädliche oder feuergefährliche Dämpfe entstehen. Dies ist insbesondere bei flüssigen Chemikalien der Fall.

- ▶ Schränke, in denen flüchtige Säuren (v. a. Salzsäure), Laugen (v. a. Ammoniaklösung) oder entzündbare Flüssigkeiten aufbewahrt werden, müssen mit einer Lüftung versehen sein, die rund um die Uhr läuft. Ausnahmen bilden Schränke mit kleinen Mengen dieser Stoffe in dichten Behältern (Mengen bis 20 Liter).
- ▶ Bei ausreichender Lüftung muss das Abluftsystem üblicherweise nicht explosionsgeschützt ausgeführt sein (Luftwechselrate mindestens 10 bezogen auf Schrankinhalt).



**Entzündbare Flüssigkeiten – Brandschutz.** Bei der Lagerung und Verwendung «leicht entzündbarer» Flüssigkeiten (d. h. mit Flammpunkt unter 30 °C) und entzündbarer Gase ist dem Brandschutz besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

- ▶ An Arbeitsplätzen, z. B. im Vorbereitungsraum, dürfen maximal 100 Liter entzündbare Flüssigkeiten in schwer brennbaren Schränken aufbewahrt werden. Sie müssen über eine nicht brennbare Auffangwanne verfügen.
- ▶ Für Mengen ab 100 Liter entzündbarer Flüssigkeiten sind spezielle Sicherheitsschränke oder Lagerräume erforderlich. Eine ausreichende natürliche oder künstliche Lüftung (in Untergeschossen) ist erforderlich. Hier ist individuell abzuklären, ob weitere Massnahmen zum Explosionsschutz erforderlich sind.<sup>6</sup>
- ▶ Vom Hersteller explosionsgeschützte Kühleinrichtungen oder im Innenraum entsprechend umgerüstete Kühleinrichtungen (Beleuchtung entfernt, Thermostat aussen) sind als solche zu kennzeichnen.

Im Zweifelsfall wird eine Beurteilung durch die Feuerpolizei oder das Arbeitsinspektorat empfohlen.

<sup>6</sup> EKAS-RL 1825 «Brennbare Flüssigkeiten» und Suva- Merkblatt «Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen», Nr. 2153.d

**Warnzeichen.** Schränke und Lagerräume, in denen gefährliche Stoffe aufbewahrt werden, sind mit Warnzeichen zu versehen, die vor den gefährlichen Eigenschaften der Stoffe warnen. In Schulen wird es sich dabei v. a. um folgende Zeichen handeln:



Warnung vor ätzenden Stoffen (Säuren oder Laugen)



Warnung vor giftigen Stoffen



Warnung vor feuergefährlichen Stoffen (Lösemittel)



Warnung vor brandfördernden Stoffen (zum Beispiel Wasserstoffperoxid, konzentrierte Salpetersäure)



Warnung vor Gasflaschen (Gasflaschen oder -kartuschen)

Die Warnzeichen können z. B. bei der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (Suva) bestellt werden.<sup>7</sup>

**Arbeitsplätze.** Die Arbeitsplätze sind so einzurichten, dass die Arbeitsflächen glatt und leicht zu reinigen sind.

**Brandschutz.** Versuche sind auf nicht brennbaren Unterlagen durchzuführen. Der Brandschutz in der unmittelbaren Umgebung und auch im Raum muss gewährleistet sein. Teppichböden, Vorhänge und Polstermöbel im Raum sind nicht geeignet. Die Wand- und Deckenverkleidung darf keine brennbaren Materialien enthalten. Beim Arbeiten mit entzündbaren Stoffen muss ein Feuerlöscher bereitstehen, eventuell auch ein Metallkübel mit Löschsand. Es ist zu beachten, dass entzündbare Gase und Aerosole innerhalb bestimmter Konzentrationsbereiche mit Luft explosionsfähige Mischungen bilden können. Bei Versuchen mit solchen Stoffen ist auf den Einsatz von Bunsenbrennern zu verzichten und stattdessen ein Öl- oder Wasserbad zu benutzen.



**Fluchtwege und Notausgänge** aus Vorbereitungs- und Unterrichtsräumen müssen gekennzeichnet sein. Sie müssen sich von innen jederzeit ohne Hilfsmittel (ohne Schlüssel) öffnen lassen.

**Waschbecken und Brause.** Räume, in denen mit Chemikalien umgegangen wird, müssen mit einem Waschbecken, das über eine druckmindernde Brause verfügt, ausgerüstet sein. Beim Waschbecken müssen Seife und Einweg-Papiertücher zur Verfügung stehen.

**Neutralisation / Dekontamination.** Beim Experimentieren mit gefährlichen Chemikalien sollten geeignete Binde-, Dekontaminations- oder Neutralisationsmittel bereitgestellt werden, um verschüttete Substanzen oder Lösungen aufzunehmen, zu entfernen oder unschädlich zu machen.

**Entsorgung.** Für Chemikalienreste, Reaktionsprodukte und kontaminiertes Verbrauchsmaterial sind geeignete Gefässe für die Entsorgung bereitzustellen. Im Kapitel 2.5 «Sammlung und Entsorgung von Chemikalienabfällen» werden die Grundsätze und das Vorgehen erläutert.

**Einrichtungen** für die Erste Hilfe sind im Kapitel 2.6 «Notfälle mit Chemikalien» zusammengestellt.

**Weitere technische Anforderungen.** Die Beschreibung weitergehender Anforderungen an die Einrichtung und Ausrüstung von Sammlung, Vorbereitungs- und Unterrichtsräumen ist nicht Bestandteil dieses Leitfadens. Für die Planung von Räumen kann die EKAS-Richtlinie 1871 «Chemische Laboratorien» konsultiert werden.

<sup>7</sup> z. B. Suva-Form 1729/43, 1729/20, 1729/23 oder 1729/91 ([www.suva.ch/material/produkte](http://www.suva.ch/material/produkte))

### 2.1.5. Instruktions- und Informationsmaterial

Auf den Websites des Bundesamts für Gesundheit (BAG) und der chemsuisse werden zahlreiche Unterlagen angeboten, um Schülerinnen, Schüler und Mitarbeitende auf den sicheren Umgang mit Chemikalien vorzubereiten:

- ▶ Von [www.cheminfo.ch](http://www.cheminfo.ch) können Unterrichtsmaterialien für Schülerinnen und Schüler heruntergeladen werden.<sup>8</sup> Die Materialien informieren über den verantwortungsvollen Umgang mit chemischen Produkten und führen in das System ein, nach dem gefährliche Chemikalien gekennzeichnet werden.
- ▶ Unter [www.cheminfo.ch](http://www.cheminfo.ch) findet man ferner eine grosse Vielfalt von Broschüren, Flyern und Plakaten zum sicheren Umgang mit chemischen Produkten. Diese Informationsmaterialien können heruntergeladen oder bestellt werden.
- ▶ Auf der Website der chemsuisse stehen Merkblätter zum Herunterladen zur Verfügung.<sup>9</sup>

## 2.2. Einkauf von Chemikalien

**Übersicht behalten.** In Schulsammlungen finden sich häufig mehrere Gebinde mit der gleichen Chemikalie, oft unterschiedlichen Alters. Beim Eingang neuer Chemikalien ist darauf zu achten, dass Altbestände des gleichen Stoffs, die nicht mehr verwendet werden, entsorgt werden. Es wird empfohlen, dass alle Bestellungen durch die Personen kontrolliert werden, die auch für die Sammlung verantwortlich sind.

**Risiken vermeiden.** Vor dem Einkauf muss abgeklärt werden, ob die Schule über die nötigen Voraussetzungen verfügt, um eine bestimmte Chemikalie sicher zu lagern und zu verwenden. Eine gute Orientierungshilfe ist dabei das STOP-Prinzip (Substituieren von Gefahrenquellen, technische, organisatorische und personenbezogene Massnahmen):

1. Muss es diese gefährliche Chemikalie sein, oder könnte man auch ein weniger gefährliches Produkt verwenden (Substitution)? Chemikalien mit problematischen Eigenschaften müssen vermieden werden. Zu den Chemikalien mit problematischen Eigenschaften gehören sehr giftige Stoffe, krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe, explosionsgefährliche Stoffe und Stoffe, die bei unsachgemässer Lagerung oder Verwendung gefährlich werden können. In Anhang E «Verbotene und problematische Stoffe und Stoffgruppen» findet sich eine Auswahl solcher Stoffe.
2. Stehen technische Einrichtungen wie z. B. belüftete Schränke (für die Aufbewahrung) oder Kapellen (für Versuche) zur Verfügung, um sicher mit der Chemikalie umgehen zu können?
3. Kann die Gefahr durch eine organisatorische Massnahme minimiert werden, indem z. B. die Chemikalie nur für Demonstrationsversuche eingesetzt werden darf?
4. Sind persönliche Schutzausrüstungen (z. B. Schutzbrillen, Schutzhandschuhe) für die sichere Verwendung der Chemikalie vorhanden?

**Sicherheitsdatenblatt beachten.** Mit der ersten Lieferung einer Chemikalie müssen die Schulen ein aktuelles Sicherheitsdatenblatt erhalten, das den Schweizer Anforderungen genügt.<sup>10</sup> Falls kein Sicherheitsdatenblatt mitgeliefert wird, ist es beim Lieferanten anzufordern.

Das Sicherheitsdatenblatt ist bei der Lieferung zu konsultieren. Dies hilft, die gefährlichen Eigenschaften eines Stoffs in Erfahrung zu bringen, allfällige neue Einstufungen zu erkennen und die entsprechenden Konsequenzen zu ziehen.

<sup>8</sup> [www.cheminfo.ch/umgang/anwendende/in-der-schule.html](http://www.cheminfo.ch/umgang/anwendende/in-der-schule.html)

<sup>9</sup> [www.chemsuisse.ch/de/merkblaetter](http://www.chemsuisse.ch/de/merkblaetter)

<sup>10</sup> Art. 21 Abs. 1 ChemV

**Bedarfsgerechter Einkauf.** Chemikalien sollten nach Möglichkeit nur in Mengen gekauft werden, die innerhalb des Ablaufdatums verbraucht werden. Einerseits reduzieren sich dadurch die Lagermengen und damit die Gefahren, andererseits werden bei jeder neuen Bestellung Gebinde mit einer aktuellen Gefahrenkennzeichnung und -information geliefert. Wenn Chemikalien mit problematischen Eigenschaften nicht ersetzt werden können, dürfen sie nur in geringen Mengen eingekauft werden.

## 2.3. Aufbewahrung von Chemikalien

Bezüglich der Ordnung bei der Aufbewahrung von Chemikalien hat die Schule über den rein technischen Aspekt (Kennzeichnung, Verpackung, Beachtung von Zusammenlagerungsgeboten usw.) hinaus auch ihre Vorbildfunktion wahrzunehmen. Je nach Menge und Art der Chemikalien gelten unterschiedlich strenge Regeln. Im Abschnitt 7 des Sicherheitsdatenblatts findet man Hinweise für die korrekte Aufbewahrung einer bestimmten Chemikalie.

### 2.3.1. Zugänglichkeit der Chemikalien

Chemikalien sind grundsätzlich für Unbefugte unzugänglich aufzubewahren. Zu den Unbefugten gehören neben den Schülerinnen und Schülern auch alle anderen Personen, die nicht über die nötigen Fachkenntnisse für den Umgang mit Chemikalien verfügen. Besonderes Augenmerk verlangen problematische Chemikalien und Chemikalien, die

- ▶ als Sprengstoffvorläufer gelten<sup>11</sup>,
- ▶ zu gefährlichen Versuchen verleiten können,
- ▶ in der Absicht, sich selbst zu schaden, eingenommen werden könnten (Suizidprävention),
- ▶ als Drogen oder für deren Herstellung verwendet werden können<sup>12</sup>.

### 2.3.2. Verpackung und Kennzeichnung von Chemikalien

**Verpackung und Behälter für Chemikalien.** Chemikalien sollten grundsätzlich in der Originalverpackung oder in Originalgebinden aufbewahrt werden. Falls dies nicht möglich ist, sind folgende Grundsätze zu beachten:

- ▶ Verboten ist das Umfüllen von Chemikalien jeglicher Art in Behälter für Lebensmittel (PET-Flaschen, Kaffeedosen, Konfitürengläser usw.), Heil- und Futtermittel sowie Kosmetika.
- ▶ Das Material, aus dem der Behälter besteht, muss gegen die Chemikalie beständig sein.
- ▶ Standflaschen aus Glas oder Kunststoff mit Drehverschlüssen verwenden.
- ▶ Konzentrierte oxidierende Säuren (Salpetersäure, Schwefelsäure), falls vorhanden, nicht in Behälter aus gewöhnlichem Kunststoff abfüllen.
- ▶ Natronlauge oder Kalilauge nicht in Glasflaschen aufbewahren.
- ▶ Leicht flüchtige Chemikalien in Behältern mit besonders dichten Verschlüssen aufbewahren, z. B. Glasflaschen mit Teflondichtung.
- ▶ Bei Stoffen, die sich zersetzen (z. B. Wasserstoffperoxid, konzentrierte Ameisensäure): Behälter mit Entlüftungsstopfen verwenden.
- ▶ Für lichtempfindliche Stoffe braunes Glas verwenden (auch für Ether).

<sup>11</sup> s. Verordnung über die Vermarktung und Verwendung von Ausgangsstoffen für Explosivstoffe: [eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv%3A0J.L\\_2013.039.01.0001.01.FRA](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=uriserv%3A0J.L_2013.039.01.0001.01.FRA)


s. Illegale Herstellung von Sprengstoff mittels gefährlichen Vorläuferstoffen – Fedpol: [www.fedpol.admin.ch/fedpol/de/home/terrorismus/vorlaeufertoffe.html](http://www.fedpol.admin.ch/fedpol/de/home/terrorismus/vorlaeufertoffe.html)

<sup>12</sup> s. Verordnung des EDI über die Verzeichnisse der Betäubungsmittel, psychotropen Stoffe, Vorläuferstoffe und Hilfschemikalien (Betäubungsmittelverzeichnisverordnung, BetmVV-EDI) vom 30. Mai 2011 (SR 812.121.11): [www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20101220](http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20101220)

**Eigene Kennzeichnung.** Chemikalien, die nicht in den Originalgebinden aufbewahrt werden, oder selbst hergestellte Lösungen müssen durch die Schule ausreichend und dauerhaft beschriftet werden, wobei die Kennzeichnung den Vorschriften des GHS entsprechen muss. Anhang F «Klassierung häufig verwendeter Lösungen nach GHS» listet die Kennzeichnung einiger häufig verwendeter Säuren und Laugen in Abhängigkeit ihrer Konzentration auf. Ausgenommen von dieser Kennzeichnungsvorschrift sind Behälter, die bei der Arbeit nur während eines kurzen Zeitraums verwendet werden oder deren Inhalt oft wechselt.

**Umfang der Kennzeichnung.** An Schulen wird für die in Behälter abgefüllten Chemikalien, die in der Sammlung aufbewahrt werden, folgende Kennzeichnung vorausgesetzt (Abbildung 2):

- ▶ Bezeichnung des Inhalts (Stoffbezeichnung gemäss Etikette oder Sicherheitsdatenblatt Abschnitt 1)
- ▶ Gefahrenpiktogramm(e) und Signalwort
- ▶ Gefahrenhinweise (H-Sätze, ausgeschrieben) zwingend und Sicherheitshinweise (P-Sätze, ausgeschrieben) wenn immer möglich
- ▶ allenfalls Datum der Herstellung oder des Einkaufs
- ▶ Aufschrift in der Sprache des Schulbezirks

Ammoniaklösung 10 %	
 <p style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">GEFAHR</p>	<p>H 314*: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.            H 335: Kann die Atemwege reizen.            H 290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.</p> <p>P 260: Rauch/Dampf nicht einatmen.            P 280: Schutzhandschuhe / Augenschutz tragen.            P 301+P 330+P 331: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.            P 303+P 361+P 353: BEI BЕРÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.            P 305+P 351+P 338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.            P 403+P 233: An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.</p>
Musterschule, 1234 Musterdorf	

\* Die Angabe der Nummern ist nicht zwingend, kann jedoch aus didaktischen Gründen sinnvoll sein.

**Abbildung 2: Beispiel für Chemikalienetikette in Schulen.**





**Chemikalien für Schülerversuche.** Bei Behältern mit vorbereiteten Chemikalien für Schülerversuche reicht (Abbildung 3):

- ▶ Bezeichnung des Inhalts (Stoffbezeichnung siehe Etikette oder Sicherheitsdatenblatt)
- ▶ Konzentration bei Lösungen
- ▶ Gefahrenpiktogramm(e)
- ▶ Signalwort
- ▶ Datum der Abfüllung (empfohlen)

Abbildung 3: Beispiel einer Etikette für Chemikalien für Schülerversuche.

**Hilfsmittel.** Etiketten für Schulchemikalien können im Fachhandel bezogen oder selbst ausgedruckt werden.<sup>13</sup> Der Ausdruck auf normalen Papieretiketten ist bezüglich der Beständigkeit jedoch nicht vergleichbar mit den lieferbaren Chemikalienetiketten.

### 2.3.3. Organisation der Chemikaliensammlung

**Trennung von anderen Produkten.** Chemikalien sind übersichtlich und getrennt von anderen Produkten aufzubewahren. Insbesondere dürfen Chemikalien nicht zusammen mit Lebens-, Heil- oder Futtermitteln aufbewahrt werden. Stoffe wie Zucker, Zitronensaft oder Aspirin, die für Versuche eingesetzt werden, sind – falls sie in der Chemikaliensammlung aufbewahrt werden – getrennt von den übrigen Stoffen zu platzieren und gut sichtbar zu beschriften (z. B. «Nicht zum Verzehr – nur für Versuchszwecke»).

**Sicherheitsdatenblatt.** Von allen gefährlichen Chemikalien, die in der Schule vorhanden sind, muss ein aktuelles Sicherheitsdatenblatt aufbewahrt werden.

**Chemikalienliste.** Es ist eine Liste der vorhandenen Chemikalien zu führen, die Auskunft gibt über Art, Menge, Alter, Eigenschaften (insbesondere die gefährlichen Eigenschaften) und Aufbewahrungsort der Chemikalien. Anhang M zeigt einen Vorschlag für eine Chemikalienliste. Statt der Liste in Papierform kann auch eine Software verwendet werden. Empfehlenswert sind das deutsche D-GISS<sup>14</sup>, CHEmac-win<sup>15</sup> oder die DVD-ROM «Chemie» von Seilnacht<sup>16</sup>. Hier sind Daten zur Einstufung und Kennzeichnung der meisten Stoffe hinterlegt, und es lassen sich weitere Aufgaben damit erledigen, z. B. Etikettendruck.

Von Chemikalien mit den H-Sätzen «Lebensgefahr bei Verschlucken» (H300) und «Giftig bei Verschlucken» (H301) müssen auch die Mengen nachgeführt werden, damit Entwendungen rasch erkannt werden.

<sup>13</sup> Bezug von Etikettensätzen (deutsch)

▶ Bachmann Lehrmittel AG, 9500 Wil SG, Telefon 071 912 19 10, [www.bachmann-lehrmittel.ch](http://www.bachmann-lehrmittel.ch)  
 ▶ LD Didactic (Schweiz) GmbH, 6301 Zug, Telefon 041 720 26 10, [www.ld-didactic.ch](http://www.ld-didactic.ch)

**Links für Etikettendruck**

▶ Chemiemaster: [www.chemiemaster.de/etiketten](http://www.chemiemaster.de/etiketten)  
 ▶ Thomas Seilnacht: [www.seilnacht.com/Chemie/etikett.html](http://www.seilnacht.com/Chemie/etikett.html)

**Software zur Chemikalienverwaltung mit Etikettendruck**

▶ Gefahrstoff-Informationssystem Schule D-GISS (Windows): [www.d-giss.de](http://www.d-giss.de)  
 ▶ Gefahrstoffdatenbank mit Gefährdungsbeurteilungs-Editor nach GHS für den Schulbereich CHEmac-win (Windows und Mac): [www.chemac-win.com](http://www.chemac-win.com)  
 ▶ Gefahrstoffverwaltungsprogramm Chisela 5.1, Download von: [www.brd.nrw.de/lerntreffs/chemie/structure/gefahrstoff/download.php](http://www.brd.nrw.de/lerntreffs/chemie/structure/gefahrstoff/download.php)

<sup>14</sup> Deutsches Gefahrstoffinformationssystem Schule: [www.d-giss.de](http://www.d-giss.de)

<sup>15</sup> [www.chemac-win.com](http://www.chemac-win.com)

<sup>16</sup> Seilnacht Verlag & Atelier, Bern ([www.seilnacht.ch](http://www.seilnacht.ch)), Internetversion auf [www.seilnacht.com](http://www.seilnacht.com)

**Gruppierung der Chemikalien.** Die weitverbreitete alphabetische Aufbewahrung nach der Stoffbezeichnung darf nicht für alle Stoffe verwendet werden. Chemikalien, die miteinander gefährlich reagieren können, müssen getrennt aufbewahrt werden. Zusammenlagerungsgebote beachten! (Tabelle 4):

- ▶ Die Chemikalien sind für die Aufbewahrung zu gruppieren.
- ▶ Erst innerhalb dieser Gruppen ist eine alphabetische Anordnung möglich.

Tabelle 4: Gruppierung und Aufbewahrung der Chemikalien

Stoffgruppen	Säuren	Laugen	Lösemittel / entzündbare Flüssigkeiten	übrige Chemikalien / feste Stoffe
Beispiele	Salzsäure Schwefelsäure Salpetersäure* Wasserstoffperoxid*	Natronlauge Kalilauge Ammoniaklösung Javel-Lösung	Alkohol Ether Kohlenwasserstoffe konzentrierte Essigsäure	übrige Chemikalien (fest) Salze Natrium
Anmerkungen	Schrank sollte wenn möglich an höchster Stelle entlüftet sein	Anschluss an Lüftung vorteilhaft	Schrank aus feuerhemmendem Material Schrank sollte am tiefsten Punkt entlüftet sein	bei besonders problematischen Stoffen: separater, abschliessbarer «Giftschrank» nötig

\* Für konzentrierte Salpetersäure und Wasserstoffperoxid sollten separate Auffangwannen verwendet werden.

#### Wichtige Hinweise zur Aufbewahrung von Chemikalien

- ▶ Kleine Mengen Säuren und Laugen können im gleichen Schrank aufbewahrt werden, wenn sie in separaten Auffangwannen stehen.
- ▶ Falls nur ein einziger belüfteter Schrank vorhanden ist, können Säuren und Laugen mit den Lösemitteln aufbewahrt werden (kleine Mengen, in separaten Auffangwannen).
- ▶ Chemikalien nicht über Körperhöhe lagern.
- ▶ Flüssigkeiten sollten im Schrank unten gelagert werden. Ätzende Flüssigkeiten dürfen nicht über Augenhöhe gelagert werden.
- ▶ Auffangwannen: Für Säuren und Laugen chemikalienbeständige Kunststoffwannen, für entzündbare Flüssigkeiten rostfreie Stahl- oder verzinkte Metallwannen.
- ▶ Falls sich die Chemikaliensammlung in einem Unterrichts- oder Praktikumsraum befindet, sollte die Menge entzündbarer Flüssigkeiten 20 Liter nicht überschreiten.
- ▶ Entzündbare Flüssigkeiten dürfen nicht in normalen Kühlschränken aufbewahrt werden.
- ▶ Standgefässe am Arbeitsplatz dürfen maximal 3 Liter entzündbare Flüssigkeiten enthalten.

**Chemikalien, deren Lagerung problematisch ist.** Solche Chemikalien dürfen nur unter den entsprechenden Sicherheitsmassnahmen aufbewahrt werden. Die untenstehende Liste führt einige dieser Chemikalien auf. Für die Empfehlungen zu Aufbewahrung und Verwendung problematischer Chemikalien, die sich auf die verschiedenen Schulstufen beziehen, siehe Anhang E «Verbotene und problematische Stoffe und Stoffgruppen».

- ▶ **Ameisensäure (98 – 100 %).** Ameisensäure kann sich langsam zersetzen und gasförmiges Kohlenmonoxid (CO) abspalten, was bei dichten Behältern zu einem Überdruck führt. Behälter, die keine Druckentlastung haben, können bersten. Bei der Aufbewahrung konzentrierter Ameisensäure in solchen Behältern ist der Verschluss monatlich zu öffnen. Alte Behälter mit Ameisensäure 98 – 100 %, die keinen Spezialverschluss haben, müssen sehr vorsichtig behandelt und langsam aufgeschraubt werden. Dabei ist Körper-, Hand- und Gesichtsschutz zu tragen.
- ▶ **Ammoniumnitrat.** Trocken lagern. Verunreinigte oder feuchte Reste entsorgen.
- ▶ **Calciumcarbid.** Alte Bestände entsorgen. Trocken lagern. Nicht in Metallbehältern oder Behälter mit Metalldeckeln lagern.
- ▶ **Diethylether (Äther).** Lagerung in dunklen Behältern. Alte, eingetrocknete Behälter entsorgen. Behälter mit weissen Krusten oder Niederschlag (Peroxide) nicht öffnen oder stark schütteln. Schläge vermeiden (Peroxide können explodieren).

- ▶ **Kalium.** Behälter mit Kalium nicht schütteln, da Peroxide, die sich u. U. auf der Oberfläche des Kaliums gebildet haben, explodieren können. Behälter mit Kalium, über dessen Zustand Zweifel herrschen, nicht öffnen. Wird Kalium aufbewahrt, muss es vollständig von Paraffinöl bedeckt sein. Nötigenfalls Paraffinöl nachfüllen. Alte Bestände vorsichtig entsorgen.
- ▶ **Natrium.** Vollständig unter Paraffinöl aufbewahren. Nötigenfalls Paraffinöl nachfüllen. Alte Bestände entsorgen.
- ▶ **Phosphor, weiss oder gelb.** Vollständig unter Wasser aufbewahren. Wasserstand regelmässig kontrollieren. Selbstentzündung bei trockener Lagerung. Sehr giftig und ätzend.
- ▶ **Pikrinsäure.** Eintrocknete Pikrinsäure ist sehr explosiv. Reibung genügt, um eine Explosion auszulösen. Pikrinsäure kann nur normal entsorgt werden, wenn sie feucht oder als Suspension und in einem sauberen, beschrifteten Behälter (kein Metallbehälter) vorliegt. In allen anderen Fällen oder wenn Zweifel bestehen, darf das Gefäss keinesfalls geöffnet oder unsanft behandelt werden. Informieren Sie Ihre kantonale Fachstelle für Chemikalien.
- ▶ **Quecksilber.** Gefäss mit Quecksilber in einem zweiten, gut schliessenden Behälter aus bruchsicherem Kunststoff (Polyethylenflasche) aufbewahren. Diesen Behälter kippstabil in eine Kunststoffwanne, die sich in einem Schrank mit Abzug befindet, stellen. Ein Set zur Entsorgung von Quecksilber neben der Wanne griffbereit haben.

### 2.3.4. Entrümpelung der Chemikaliensammlung

In Chemikaliensammlungen können sich über die Zeit gefährliche «Altlasten» bilden. Sie müssen daher periodisch alle ein bis zwei Jahre kontrolliert werden. Hinweise auf Chemikalien, die im Schulunterricht nicht mehr verwendet werden dürfen oder sollten, sind im Anhang E «Verbotene und problematische Stoffe und Stoffgruppen» zusammengestellt. Wie Restchemikalien korrekt gesammelt und entsorgt werden, ist im Kapitel 2.5 «Sammlung und Entsorgung von Chemikalienabfällen» beschrieben. Bei Unsicherheit wird empfohlen, die Entrümpelung einer Firma zu übertragen.

#### Was soll ausgemustert werden?

##### *Chemikalien allgemein:*

- ▶ alte Chemikalien, deren Qualität nicht mehr über alle Zweifel erhaben ist
- ▶ überzählige Chemikalien
- ▶ nicht mehr gebrauchte Chemikalien
- ▶ Chemikalien, deren Verwendungen gemäss ChemRRV weitgehend beschränkt oder verboten sind
- ▶ nicht mehr gebrauchte radioaktive Stoffe (z. B. Uranylacetat)
- ▶ Asbest und asbesthaltige Gegenstände und Geräte wie Asbestdrahtgitter, Asbestschnüre, Asbesthandschuhe, Asbestdecken, alte Pical-Platten usw. nicht mehr verwenden und fachgerecht entsorgen (ab ca. 1990 gekaufte Gegenstände und Geräte sollten asbestfrei sein)

##### *Chemikalien in unsicheren oder alten Behältern:*

- ▶ Chemikalien, deren Behälter spröde geworden ist oder durch die Chemikalie angegriffen wurde (konzentrierte Salpetersäure oder Schwefelsäure in Kunststoffflaschen)
- ▶ Chemikalien in Behältern mit unlesbaren Etiketten
- ▶ Chemikalien in Behältern mit Beschlag oder Ausblühungen um den Verschluss (Grund?)
- ▶ Chemikalien in undichten Behältern (Geruch im Schrank und im Zimmer?)
- ▶ Chemikalien in Lebensmittelbehältern

**Vorsicht.** Beim Aufräumen und Entrümpeln der Sammlung sind die notwendigen Schutzmassnahmen zu treffen. Folgende Grundregeln sind beim Aufräumen der Chemikaliensammlung zu beachten:

- ▶ Mantel, Schutzbrille und mindestens Einweghandschuhe tragen
- ▶ Alte Kunststoffbehälter vorsichtig behandeln (eventuell spröde)
- ▶ Chemikalien mit besonderen Gefahren erkennen und richtig handhaben

### 2.3.5. Aufbewahrung von Gasen

Der professionelle Umgang mit Gasen ist überlebenswichtig, was vielen Menschen nicht bewusst ist. Die Sicherheitsempfehlungen der Lieferanten sind in den Schulen umzusetzen. In Anhang B «Druckgasflaschen» ist detailliert aufgeführt, was es im Umgang mit Gasflaschen zu beachten gilt.



**Lagerung von Gasflaschen und -kartuschen.** Gasflaschen dürfen nicht im Unterrichtszimmer aufbewahrt werden. In der Sammlung oder dem Vorbereitungszimmer dürfen nur so viele Behälter stehen, wie für einen ungestörten Ablauf des Unterrichts nötig sind. Grössere Mengen müssen im Freien (gegen Zugriff geschützt) oder in ausreichend belüfteten und entsprechend ausgerüsteten separaten Lagerräumen aufbewahrt werden. Kleine Gasbrenner (Kartuschen) können in Schränken mit Lüftungsöffnungen in Bodennähe in ausreichend belüfteten Räumen aufbewahrt werden, jedoch nicht in Kellerräumen. Nach Möglichkeit sollte eine zentrale Gasversorgung installiert werden. Räume und Schränke, in denen Gasflaschen oder Gaskartuschen aufbewahrt werden, müssen mit dem Zeichen «Warnung vor Gasflaschen»<sup>17</sup> versehen werden.

**Umgang mit Gasflaschen.** Der Umgang mit Gasflaschen erfordert besondere Sorgfalt. Zu den Folgen unsachgemässer Handhabung gehören

- ▶ das Umstürzen von Gasflaschen,
- ▶ Brände und Explosionen oder
- ▶ Vergiftungen und Erstickungen.

Auf Gasflaschen mit giftigen oder ätzenden Gasen (Chlor, Ammoniak usw.) sollte verzichtet werden. Für diese Gase gelten spezielle Vorschriften für die Lagerung. Dazu sind die Angaben, Sicherheitsdatenblätter und Merkblätter der Lieferanten zu beachten.

## 2.4. Experimentieren mit Chemikalien

### 2.4.1. Grundsätze

**Gefahren- und Sicherheitsinformationen beachten.** Werden im Unterricht Chemikalien verwendet, muss sich die Lehrerin oder der Lehrer vorgängig darüber informieren, welche (gefährlichen) Eigenschaften die Chemikalien aufweisen. Das geschieht mithilfe der Etiketten und der Sicherheitsdatenblätter. Werden die Chemikalien für Reaktionen verwendet, so müssen die gleichen Überlegungen auch für die Reaktionsprodukte angestellt werden. Falls diesbezüglich in der Versuchsanleitung keine Informationen zu finden sind, müssen sie in der Fachliteratur gesucht werden.

Entwickeln Schülerinnen und Schüler z. B. im Rahmen ihrer Maturaarbeiten neue Versuche oder eigene Versuchsanleitungen, müssen sie unter Anleitung der Lehrperson Sicherheitsbetrachtungen vornehmen.

**Substitution.** Stehen für einen Versuch verschiedene Stoffe zur Auswahl, so ist er mit denjenigen durchzuführen, die am wenigsten problematisch sind. Im Anhang E befindet sich eine ausführliche Liste verbotener und problematischer Stoffe und Stoffgruppen mit Erläuterungen und Empfehlungen, die auf die verschiedenen Schulstufen zugeschnitten sind.

**Schutzmassnahmen.** Versuche dürfen nur dann durchgeführt werden, wenn die Risiken, die von den verwendeten Chemikalien und Apparaturen ausgehen, abgeschätzt und die geeigneten Schutzmassnahmen ergriffen wurden. Das gilt sowohl für Demonstrationsversuche, die von Lehrpersonen durchgeführt werden, als auch für Schüler-

<sup>17</sup> Sicherheitszeichen: Warnung vor Gasflaschen, Suva-Form 1729/91 ([www.suva.ch/material](http://www.suva.ch/material))

versuche. Für die Beurteilung der Risiken und die Überlegungen zu den Schutzmassnahmen kann der Anhang J «Checkliste für Lehrpersonen – Chemische Versuche» zu Rate gezogen werden. Bei den Schutzmassnahmen kann es sich um technische (T), organisatorische (O) und persönliche (P) Massnahmen handeln, wie sie im Kapitel 2.2. «Einkauf von Chemikalien» erläutert wurden. Sie haben in dieser Reihenfolge Priorität. Beispiel: Das Absaugen giftiger Gase ist gegenüber dem Anziehen einer Schutzmaske zu bevorzugen.

**Anpassung der Versuche und Aufsicht.** Die Versuche müssen dem Alter, den Kompetenzen und dem Niveau der Schülerinnen und Schüler entsprechen. Ist wenig Praxiserfahrung vorhanden, können im Klassenverband nur einfache Versuche durchgeführt werden.

Versuche für Schülerinnen und Schüler dürfen nur unter Aufsicht durchgeführt werden, wobei zwischen Klassen- oder Halbklassenunterricht und Vertiefungsarbeiten einzelner Schülerinnen oder Schüler unterschieden werden kann. Bei der Betreuung von Prüfungs- oder Maturaarbeiten entscheidet die Lehrkraft, inwieweit die betreute Person mit welchen Stoffen experimentieren darf.

**Zugänglichkeit.** Gefährliche Chemikalien für Versuche dürfen nicht längere Zeit unbeaufsichtigt stehen gelassen werden, z. B. während der Pausen.



**Rauchverbot.** Im Chemikalienbereich herrscht Rauchverbot.

**Trinken und Essen verboten.** Im Chemikalienbereich sind Trinken und Essen verboten.

#### 2.4.2. Information der Schülerinnen und Schüler



Bevor Schülerinnen und Schüler mit Chemikalien experimentieren, müssen sie über folgende Punkte informiert werden:

- ▶ Zu welchem Zweck werden die Chemikalien benötigt?
- ▶ Welche besonderen Gefahren können von den verwendeten Chemikalien ausgehen?
- ▶ Wie werden die Chemikalien korrekt verwendet?
- ▶ Müssen besondere Schutzmassnahmen getroffen werden?
- ▶ Wie werden die Chemikalien und die Reaktionsprodukte korrekt entsorgt?

Ein Stoffmerkbblatt («reduziertes Sicherheitsdatenblatt») kann gute Dienste leisten, die Schülerinnen und Schüler über die Gefahren sowie die Sicherheits- und die Erste-Hilfe-Massnahmen zu informieren, die sie beim Experimentieren mit einer bestimmten gefährlichen Chemikalie beachten müssen (Abbildung 4). Dieses Stoffmerkbblatt kann z. B. zu der Chemikalie gelegt werden, wenn diese im Labor für die Schülerinnen und Schüler bereitgestellt wird.

**Ammoniumhydroxid-Lösung: 2 mol/l**  
NH<sub>4</sub>OH

**Gefahren**

Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden (H314)  
Kann die Atemwege reizen (H335)  
Kann gegenüber Metallen korrosiv sein (H290)

---

**Sicherheitsmassnahmen**

Schutzbrille tragen.  
Schutzhandschuhe tragen (gemäss Empfehlung im nationalen Leitfaden).

---

**Erste-Hilfe-Massnahmen**

Nach Einatmen: Frischluft.  
Nach Hautkontakt: Mit reichlich Wasser abwaschen. Kontaminierte Kleidung sofort entfernen.  
Nach Augenkontakt: Mindestens 15 Minuten mit reichlich Wasser gründlich ausspülen. Arzt konsultieren.  
Nach Verschlucken: Wasser trinken (max. 2 Trinkgläser). Erbrechen vermeiden. Keine Neutralisationsversuche. Arzt konsultieren.

---

**Notrufnummern**

Tox Info Suisse:	145
Sanität:	144
Allgemein:	112
Feuerwehr:	118

Abbildung 4: Stoffmerkbblatt («Reduziertes Sicherheitsdatenblatt»).

**Verhaltensregeln.** Die Schülerinnen und Schüler müssen vor dem Experimentieren mit den Regeln bekannt gemacht werden, wie man sich im Labor verhält. Eine schriftliche Bestätigung, dass die Schülerin oder der Schüler die Regeln zur Kenntnis genommen hat, kann dabei gute Dienste leisten. Anhang A «Verhaltensregeln im Chemie- und Biologielabor» kann für diesen Zweck kopiert und verteilt werden. Mit ihrer Unterschrift bestätigen die Schülerinnen und Schüler, dass sie die Regeln gelesen und verstanden haben.

### 2.4.3. Schutz des Körpers



**Schutzbrille.** Die Schutzbrille muss beim Experimentieren, beim Reinigen von Glaswaren und Geräten und bei der Entsorgung der Chemikalien getragen werden. Empfehlenswert sind individuell auf die Kopfgrösse einstellbare Brillen mit Seitenschutz. Für Brillenträger bieten Überbrillen den nötigen Schutz, wobei darauf geachtet werden muss, dass die Überbrillen das Gestell und die Gläser der Brillen nicht zerkratzen.

Auch bei allen anderen Arbeiten, bei denen eine Gefahr für die Augen besteht, muss eine geeignete Schutzbrille getragen werden. Das gilt z. B. für das Arbeiten mit dem Brenner, Unter- oder Überdruckgefässen oder schnell laufenden Maschinen. Sobald eine Person eine Arbeit verrichtet, die einen Augenschutz benötigt, müssen auch alle anderen Personen im gleichen Arbeitsbereich einen Augenschutz tragen.

Bei Demonstrationsversuchen ist auf einen angemessenen Sicherheitsabstand zwischen den Versuchen und der Klasse zu achten. Bei Splitter- oder Spritzgefahr müssen die Zuschauer Schutzbrillen tragen oder es ist eine Schutzscheibe einzusetzen. Gefahr besteht z. B. bei stark exothermen Reaktionen oder wenn Glasgefässe durch Über- oder Unterdruck zerspringen können.



**Schutzhandschuhe.** Das Tragen von Schutzhandschuhen hängt von den verwendeten Stoffen, der eingesetzten Menge, der Konzentration und der Handhabungsweise ab. Beim Arbeiten mit Stoffen, die bei Berührung schädlich für die Haut oder die Gesundheit wirken, müssen geeignete Schutzhandschuhe getragen werden. Im Abschnitt 8 des Sicherheitsdatenblatts findet man Hinweise, welches Handschuhmaterial für den betreffenden Stoff geeignet ist.

Zum Schutz gegen Säuren und Laugen eignen sich Handschuhe aus Nitrilkautschuk oder Neopren. Als kurzzeitiger Schutz gegen einzelne Spritzer genügen Einweghandschuhe. Zum Schutz gegen Kälte, Hitze oder Feuer eignen sich Handschuhe aus dickem Leder, die bis über den Unterarm reichen. Diese sind im Fachhandel für Schweisser erhältlich.

**Labormantel und Schuhe.** Grundsätzlich wird bei Tätigkeiten im chemischen Labor ein geschlossener Labormantel getragen. Je nach Versuch muss auch auf das Schuhwerk der Schülerinnen und Schüler geachtet werden. Geeignet sind geschlossene Schuhe mit stabiler Sohle.

**Atemschutz.** Versuche, bei denen Rauch, Gase, Dämpfe oder Aerosole entstehen, die die Gesundheit gefährden, sind in einem gut ziehenden Abzug durchzuführen. Dabei ist sicherzustellen, dass der Abzug für die verwendeten und entstehenden Stoffe geeignet ist. Mit sensibilisierend wirkenden Stoffen darf nur im Abzug mit Schutzbrille und Schutzhandschuhen gearbeitet werden.



**Gehörschutz.** Es gibt Versuche mit Gasgemischen, bei denen ein Knall demonstriert werden soll, z. B. die Knallgasreaktion. Bei solchen Demonstrationsversuchen ist v. a. die Lehrkraft gefährdet, weil sie dem Versuchsaufbau am nächsten steht. Um das Gehör vor Verletzungen zu schützen, ist ein geeigneter Gehörschutz zu tragen. Zu den Zuschauerinnen und Zuschauern ist ein genügend grosser Sicherheitsabstand notwendig und sie müssen vor dem Knall gewarnt werden. Die Gasmengen sind so zu wählen, dass das Gehör der Beteiligten durch den Knall nicht beschädigt wird. Äussert eine Person aus dem Publikum Bedenken, der Knall

könnte für sie unangenehme Folgen haben, so muss ihr die Gelegenheit gegeben werden, den Raum zu verlassen, oder der Versuch darf nicht durchgeführt werden.

## 2.5. Sammlung und Entsorgung von Chemikalienabfällen

### 2.5.1. Grundsätze

Problematische Chemikalien dürfen auf keinen Fall in den Kehrtrichter oder ins Abwasser gelangen, sondern müssen sicher gesammelt und fachgerecht entsorgt werden. Die Schule muss die dafür notwendigen Behälter zur Verfügung stellen, den Transport der Abfälle organisieren und den Hausdienst, die Lehrerschaft sowie Schülerinnen und Schüler über den korrekten Umgang mit Chemikalienabfällen informieren.

**Abfälle vermeiden und reduzieren.** In erster Priorität gilt es, Abfälle zu vermeiden und die Abfallmengen zu reduzieren. Dies wird erreicht durch

- ▶ einen bedarfsgerechten Einkauf,
- ▶ die Durchführung der Versuche mit kleinen Mengen und
- ▶ die Substitution von umweltgefährlichen und sehr giftigen Chemikalien (z. B. halogenierten Lösemitteln).

**Abfälle sammeln und fachgerecht entsorgen.** Chemikalienreste müssen gesammelt und fachgerecht entsorgt werden. In den wenigsten Fällen ist es ratsam, die Reste in der Schule mit möglicherweise gefährlichen Reaktionen zu «entgiften». Die Lehrperson entscheidet über den Entsorgungsweg und erkundigt sich im Zweifelsfall bei der zuständigen kantonalen Fachstelle.

**Saure und alkalische Lösungen** wie Salzsäure und Natronlauge können nach dem Verdünnen mit Wasser durch gegenseitige Neutralisation vernichtet und in den Abguss gegeben werden. Vorsicht bei der Verdünnung von konzentrierter Schwefelsäure! Saure und alkalische Lösungen, die nicht in die Kanalisation gelangen dürfen, müssen gesammelt und fachgerecht entsorgt werden.

### 2.5.2. Sammlung von Chemikalienabfällen

**Sammlung der Abfälle.** Das Mischen verschiedener Abfälle kann gefährlich sein. Im Zweifelsfall sollten sie separat gesammelt werden. Für die Sammlung von alten Chemikalien und Chemikalienresten aus Versuchen wird die folgende Gruppierung empfohlen (Tabelle 5):

Gruppe	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D
Art	schwermetallhaltige wässrige Lösungen	Lösemittel halogenfrei	halogenierte Lösemittel (falls vorhanden)	Altchemikalien Chemikalienreste
Beispiele	Lösungen mit Blei-, Chrom-, Quecksilber-, Silber-, Nickel-, Cobalt-, Kupferverbindungen	Alkohol, Aceton, Toluol, Kohlenwasserstoffe	Dichlormethan	diverse Stoffgruppen
Beschriftung (Beispiel)	«Metallsalzlösungen – Sonderabfall»	«Organische Lösemittel – Sonderabfall»	«Halogenierte Lösemittel – Sonderabfall»	In Originalverpackung belassen.
Aufbewahrung	Kanister für Lösemittelabfälle (siehe Abbildung 6a)	Kanister für Lösemittelabfälle (siehe Abbildung 6a)	Kanister für Lösemittelabfälle (siehe Abbildung 6a)	In Originalverpackung belassen. Sammlung in Box aus Kunststoff (siehe Abbildung 6b)

Tabelle 5: Gruppierung von Chemikalienabfällen.

Die Chemikalienabfälle sind wie Chemikalien korrekt zu kennzeichnen (Abbildung 5).



Abbildung 5: Beispiel Kennzeichnung von Chemikalienabfällen

Liegen besonders gefährliche Chemikalien als Reste aus Versuchen vor, müssen sie u. U. vor der Entsorgung entgegen der Empfehlung, gefährliche Chemikalien nicht zu «entgiften», in unschädliche Verbindungen überführt werden. Anleitungen dazu findet man in der Literatur. Dies betrifft Stoffe wie Calciumcarbid, Chlorate, Cyanide, Fluoride (Flusssäure), Kalium, Lösungen von Halogenen (Brom, Chlor, Iod), Natrium, Phosphor (Aufzählung nicht abschliessend).

Feste Abfälle, die Schwermetalle enthalten, sind in einem eigenen, entsprechend markierten Behälter zu sammeln (Gruppe D). Ebenfalls separat zu sammeln sind Reste von Fotochemikalien.

**Ausscheidung alter Chemikalien.** Neben den Abfällen aus chemischen Versuchen sollen auch Chemikalien, die nicht mehr gebraucht werden, regelmässig entsorgt werden. Restbestände von Chemikalien, die entsorgt werden sollen, gehören zur Gruppe D. Sie dürfen nicht mit anderen Chemikalien gemischt werden und müssen in ihrer Verpackung bleiben.

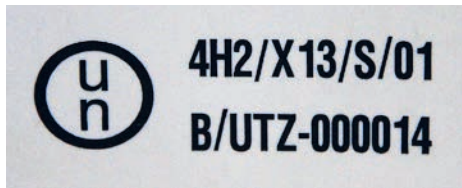
**Asbest und asbesthaltige Gegenstände und Geräte.** Asbestdrahtgitter, Asbestschnüre, Asbesthandschuhe, Asbestdecken, alte Pical-Platten dicht in Plastik verpacken und als Sonderabfall entsorgen.

**Verschmutzte Glaswaren,** die nicht gereinigt werden können oder dürfen, werden ebenfalls wie die Gruppe D gesammelt und aufbewahrt. Saubere Laborglaswaren werden über den Kehricht entsorgt, da sie sich nicht für das Recycling eignen.

**Lagerung.** Bei der Lagerung von Chemikalienresten und Abfällen ist das Augenmerk darauf zu richten, dass zwischen den Resten und Abfällen keine gefährlichen Reaktionen stattfinden und alle Behälter dicht verschlossen sind. Folgende Regeln sind zu beachten:

- ▶ Chemikalienreste nach Möglichkeit in der Originalverpackung belassen, sonst klar beschriften
- ▶ Packungen mit dem Vermerk «Sonderabfall» versehen
- ▶ beständige und dichte Abfallbehälter verwenden (Abbildung 6a)
- ▶ Chemikalienabfälle nicht in Getränkeflaschen oder Behältern für Lebensmittel sammeln
- ▶ Kontakt unterschiedlicher Abfälle vermeiden (Zusammenlagerungsverbote für flüssig/fest, Säuren/Laugen, entzündbare Stoffe/Oxidationsmittel usw.)
- ▶ Kanister und Packungen in normale Auffangwannen oder Kunststoffboxen stellen (Abbildung 6b, UN-geprüfte Behälter sind nur dort nötig, wo die Schule die Abfälle selbst transportiert.)
- ▶ Behälter mit Abfällen in einem ausreichend belüfteten Raum lagern
- ▶ Chemikalienabfälle und Altchemikalien für Unbefugte unzugänglich lagern





Prägung für UN-geprüfte Behälter entsprechen den internationalen Anforderungen für Gefahrgut-Transport.



Kunststoffbox

Kanister für Lösemittelabfälle

Kunststoffbox für Chemikalienreste

Kanister in Auffangwanne



Abbildung 6a: Behälter für Sammlung von Chemikalienabfällen und -resten.

Abbildung 6b: Auffangbehälter für Behälter mit Chemikalienabfällen.

### 2.5.3. Entsorgung und Transport von Chemikalienabfällen

Chemikalienabfälle sind in der Regel Sonderabfälle<sup>18</sup>. Von einem «Selbsttransport» von Chemikalienabfällen und -resten zum Lieferanten oder zu einer Sammelstelle wird abgeraten. Für ihre Entsorgung gibt es grundsätzlich die folgenden Möglichkeiten:

**Abholung durch Entsorgungsfirma.** Die Abholung durch eine Entsorgungsfirma bietet Gewähr für den richtigen Transport und die fachgerechte Entsorgung.<sup>19</sup> Die Schule muss dabei folgende Vorschriften beachten:

- ▶ **Betriebsnummer.** Abgeber von Sonderabfällen benötigen eine Betriebsnummer, die bei den kantonalen Abfallfachstellen beantragt werden kann. Online-Abfragen zu Betriebsnummern sind möglich über [www.veva-online.admin.ch](http://www.veva-online.admin.ch). Der Abgeber/Versender ist für die Einhaltung der abfallrechtlichen wie auch der gefahrgutrechtlichen Vorschriften, die ihn betreffen, verantwortlich. Obwohl der Entsorgungsbetrieb viele Aufgaben übernimmt, bleibt die Verantwortung beim Abgeberbetrieb.
- ▶ **Begleitscheine.** Werden mehr als 50 Kilogramm Sonderabfälle (inkl. Behälter) pro Abfallcode und Lieferung zur Entsorgung gebracht, ist ein Begleitschein nötig.

Auskünfte zu Betriebsnummern und Begleitscheinen geben die beauftragten Entsorgungsfirmen oder die kantonalen Abfallfachstellen.

**Rückgabe an öffentliche Sammelstelle.** Dies ist kantonal geregelt – fragen Sie unbedingt vorgängig bei der Abfall- oder der Chemikalienfachstelle Ihres Kantons nach.

<sup>18</sup> Als Sonderabfall gelten Abfälle, die im Abfallverzeichnis zur «Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen» als solche aufgeführt sind. Jede Abfallart hat dabei einen Code.

<sup>19</sup> Entsorgungsfirmen können unter [www.abfall.ch](http://www.abfall.ch) gefunden werden.

**Rückgabe an den Lieferanten.** Für Chemikalien (ausser für Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel) besteht für den Lieferanten keine Rücknahmepflicht gegenüber gewerblichen Verbrauchern. Reste von Biozidprodukten (z. B. Desinfektionsmittel) und Pflanzenschutzmitteln müssen jedoch zurückgenommen werden (bei grösseren Mengen allenfalls gegen Entgelt).

**Gefahrgutbeauftragte(r).** Sobald ein Betrieb an der Beförderung von gefährlichen Gütern beteiligt ist, liegt er im Geltungsbereich der Gefahrgutbeauftragtenverordnung (GGBV) und muss abklären, ob er von der Pflicht, Gefahrgutbeauftragte gemäss Artikel 5 GGBV zu ernennen, befreit ist. Die Gefahrgutbeauftragten sollen die Gefahren vermindern, die sich aus dem Verpacken, Einfüllen, Versenden, Laden, Befördern oder Entladen gefährlicher Güter ergeben können.

## 2.6. Notfälle mit Chemikalien

### 2.6.1. Grundsätze

Grundsätzlich gilt es, beim Umgang mit gefährlichen Chemikalien Zwischenfälle zu vermeiden. Zu den Sicherheitsmassnahmen gehört es aber, sich auf gewisse Notfälle vorzubereiten und die Mittel, mit deren Hilfe sie bewältigt werden sollen, bereitzustellen und in gutem Zustand zu halten.

**Informationen** über das Vorgehen bei Vergiftungen und Verätzungen oder bei unbeabsichtigter Freisetzung von Chemikalien findet man


- ▶ auf der Etikette des Produkts (P-Sätze),
- ▶ im Sicherheitsdatenblatt (Abschnitte 4 und 6 des Sicherheitsdatenblatts) oder
- ▶ auf Arbeitsanweisungen oder weiteren internen Informationen.

Es ist die Pflicht des Betriebs, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vor Ort über die Massnahmen der Ersten Hilfe zu informieren. Dazu steht z. B. das Plakat der Suva zur Verfügung (11030.d) (Abbildung 7). Dieses oder ein eigenes Notfallplakat ist gut sichtbar im Unterrichtszimmer anzubringen.

### Massnahmen bei Vergiftungen und Verätzungen


**Erste Hilfe** Gleichzeitig oder nachher

- **Verunfallte Person** möglichst rasch aus der Gefahrenzone entfernen.  
*Vorsicht: Auch Retter können gefährdet sein, deshalb Sicherung.*
- **Bewusstlose Person** seitlich lagern und warm halten. Nichts eingeben.

 Die Mundpartie soll gegen die Unterlage gerichtet sein, damit Erbrochenes oder in den Rachen fließendes Blut nach aussen abläuft. Mund auswischen. Bewusstlose Person ohne Unterbruch beobachten; die Atmung kann jederzeit aussetzen.


- **Die bewusstlose Person atmet nicht oder schlecht (unregelmässig, röchelnd):**  
Reanimation durchführen (Abfolge CABD, wenn nötig wiederholen).

**Circulation**



**Herzmassage** mit Frequenz von mind. 100 Kompressionen pro Minute. Je nach Situation nach 30 Kompressionen unterbrechen für Beatmung.

**Airways**




**Atemwege** freimachen

**Breathing**



**Beatmung** (2 Beatmungssätze)

**Defibrillation**



**Defibrillieren** (wenn Gerät vorhanden)

- **Verätzungen mit Säuren und Laugen**

**Augen:** Lider öffnen, mit mässigem Wasserstrahl ab Hahn oder Dusche 10 Minuten spülen oder Augenspülung benutzen.

**Haut:** Verschmutzte Kleider sorgfältig entfernen. Haut mit fließendem Wasser ab Hahn oder Dusche während 10 bis 15 Minuten kräftig spülen. Trockenverband anlegen.

**Mund, Speiseröhre, Magen:** Schluckweise Wasser trinken lassen. Kein Erbrechen auslösen.

Bestellungen sind unter Angabe der Formular- und Betriebe-Nr. zu richten an:  
Suva, Form. 2063/1.d – 12/2015

Suva  
Arbeitssicherheit  
Postfach  
6002 Luzern

**Sanitätsnotruf wählen** ☎ 144

**Weitere wichtige Telefonnummern im Notfall:**

Arzt	☎
Spital	☎
Polizei	☎ 117

Bei nur leichten oder auch gar keinen Beschwerden:

**Tox-Zentrum Zürich** ☎ 145

- **Arzt und Tox-Zentrum benötigen genaue Informationen.**

**Faststeller:**

**Wer** Name, Alter, Gewicht, Geschlecht der betroffenen Person, gegebenenfalls Adresse und Telefonnummer.

**Was** Genaue Bezeichnung des Gifts, Hersteller (Angabe auf Etikette der Packung).

**Wie viel** Angabe in Gramm oder Milliliter; wenn nicht möglich, dann z. B. «ein Kaffeelöffel voll», «ein grosser Schluck». Bei Ätztstoffen Angabe der Konzentration, bei Lösungsmitteln Angabe der Zusammensetzung, bei Dämpfen Farbe und Dauer des Einatmens.

**Wann** Zeitangabe. Ist diese sicher oder nur vermutet?

**Wie** Schlucken, Berühren, Einatmen.

**Weiteres** An welchem Arbeitsplatz ist der Unfall geschehen? Welche Stoffe werden dort normalerweise verwendet? Zeigt die vergiftete Person schon Symptome? Welcher? Hat die verunfallte Person noch etwas mitgeteilt? Bekannte Krankheiten?

suva pro

Abbildung 7: Plakat der Suva «Massnahmen bei Vergiftungen und Verätzungen».

## 2.6.2. Allgemeines zum Vorgehen in Notfällen mit Chemikalien



### Schauen

Situation überblicken, «Übersicht gewinnen».

- ▶ Was ist geschehen?
- ▶ Wer ist beteiligt?
- ▶ Wer ist betroffen?



### Denken

Folgegefahren für Betroffene und Helfende erkennen.

- ▶ Gefahren für Helfende?
- ▶ Gefahren für Betroffene?
- ▶ Gefahren für weitere Personen/Räume?



### Handeln

- ▶ Sich selbst vor Gefahren schützen
- ▶ Notfallstelle sichern, Strom/Gas ausschalten
- ▶ Alarmieren je nach Ereignis
  - intern: Sanitätsdienst / Sicherheitsbeauftragte/r / Schulleitung / Hausdienst
  - extern: Fachhilfe (Tabelle 6)
- ▶ Nothilfe leisten
  - eventuell Patientin oder Patienten aus der Gefahrenzone bringen
  - lebensrettende Sofortmassnahmen durchführen
  - Massnahmen bei Vergiftungen ergreifen
- ▶ Posten für die Einweisung von Sanität / Polizei / Feuerwehr stellen

Stelle	Telefonnummer	Bemerkung
Allgemeiner Notruf	112	
Sanitätsnotruf	144	
Feuerwehnotruf	118	
Polizeinotruf	117	
Tox Info Suisse (bei Vergiftungen)	145	nicht dringende Fälle: 044 251 66 66

Tabelle 6: Wichtige Notrufnummern für die externe Alarmierung

### Angaben bei der Alarmierung

Meldeschema:

- ▶ Wo ist etwas passiert?
- ▶ Was ist passiert?
- ▶ Gegenwärtige Situation?
- ▶ Wann ist es passiert?

Bei Vergiftungsmeldungen ans Tox Info Suisse:

- Was?** Angaben über den betreffenden Stoff/das Produkt (Packung / Gebrauchsanweisung / Sicherheitsdatenblatt / Reste sichern)
- Wer?** Alter, Gewicht, Geschlecht, Telefon für Rückrufe
- Wie viel?** Abschätzung der Menge
- Wann?** Zeitpunkt der Aufnahme, Genauigkeit der Angabe
- Beobachtungen?** Zustand, Symptome, wurde bereits erbrochen usw. Erste getroffene Massnahmen

### 2.6.3. Vorgehen im Brandfall

Im Brandfall gelten die folgenden Regeln:

<b>Alarmieren</b>	Telefon 118 (Meldung: Wo, Was?), gegebenenfalls auf Chemieunfall hinweisen
<b>Personen retten</b>	Lift nicht benützen
<b>Fenster/Türen schliessen</b>	Ruhe bewahren
<b>Brand bekämpfen</b>	mit Löschdecken, Feuerlöschern

### 2.6.4. Erste Hilfe bei Notfällen mit Chemikalien

#### Einatmen giftiger Stoffe

Fremdstoffe gelangen nach dem Einatmen sofort in die Blutbahn. Die Aufnahme kann nicht mehr verhindert werden. Es geht also nur darum zu vermeiden, dass die betroffene Person den Stoffen noch weiter ausgesetzt ist.

Sicherheit des Retters oder Retterin hat höchste Priorität. Wenn der geringste Verdacht besteht, dass sich die Hilfsperson durch Betreten der Gefahrenzone selbst auch einer Gefahr aussetzt, muss die Hilfe den Einsatzkräften überlassen werden, die über Messinstrumente und geeignete Atemschutzgeräte verfügen.

Folgendes Vorgehen ergibt sich daher bei der Ersten Hilfe im Fall von Inhalation:

- ▶ Selbstschutz beachten
- ▶ Belüftung der Zone oder Entfernung der verletzten Person aus der Gefahrenzone.
- ▶ warm halten; ruhigstellen
- ▶ Arzt/Ärztin oder Tox Info Suisse anrufen

#### Augenspritzer

- ▶ Auge sofort und lange mit viel Wasser spülen (mindestens 15 Minuten für Säuren, mindestens 20 Minuten für Laugen)
- ▶ den Kopf so halten, dass das unversehrte Auge oberhalb des verletzten Auges liegt
- ▶ Lider offen halten
- ▶ immer rasche Nachbehandlung durch Arzt/Ärztin (besonders bei Laugen)

Bei der Nachbehandlung durch den Arzt oder die Ärztin geht es darum, die schlecht zugänglichen Stellen gründlich nachzuspülen und allenfalls Mittel zur Vorbeugung einer nachfolgenden Infektion zu verabreichen. Das obige Vorgehen gilt auch bei Trägerinnen und Trägern von Kontaktlinsen. Wenn dies rasch möglich ist, sollten die Linsen vorher entfernt werden.

#### Hautkontakt

Bei Hautkontakt mit einem giftigen oder ätzenden Stoff gilt es, die gesundheitliche Gefährdung durch rasches Entfernen der Schadstoffe zu vermindern (Dekontamination):

- ▶ benetzte Kleider entfernen (Selbstschutz beachten, z. B. Schutzhandschuhe tragen)
- ▶ betroffene Hautstellen mit viel fliessendem Wasser spülen, dann mit Seife und Wasser nachreinigen (bei Verätzungen oder Verbrennungen: keine Seife)
- ▶ eventuell trockenen Deckverband anlegen
- ▶ eventuell Arzt/Ärztin oder Tox Info Suisse beiziehen

## Einnahme von gefährlichen Chemikalien

**Nach der Einnahme von Säuren oder Laugen:** Durch das Trinken von Wasser soll die Säure oder Lauge aus Mund und Speiseröhre gewaschen und im Magen verdünnt werden. Dadurch wird der pH-Wert normalisiert und die Ätzwirkung abgeschwächt.

- ▶ sofort Wasser zu trinken geben (etwa 2 dl), keine Neutralisationsversuche mit anderen Chemikalien
- ▶ Arzt/Ärztin konsultieren

**Übrige Stoffe:** Auf Anweisung des Arztes/der Ärztin oder Tox Info Suisse handeln.

Weitere Massnahmen, wie z. B. das Erbrechen herbeiführen oder Medizinalkohle verabreichen, dürfen nur nach Anweisung des Arztes oder der Ärztin oder von Tox Info Suisse durchgeführt werden. Falls die Patientin oder der Patient bewusstlos ist, müssen lebensrettende Sofortmassnahmen eingeleitet werden. Die Anweisungen dazu findet man z. B. auf dem Suva-Plakat «Massnahmen bei Vergiftungen und Verätzungen» (s. Abbildung 7).

## 2.6.5. Unbeabsichtigte Freisetzung gefährlicher Chemikalien

Bei Notfällen mit gefährlichen Chemikalien, bei denen eine Ausbreitung des Schadens innerhalb des Gebäudes oder in die Umgebung (Gewässer, Kanalisation, angrenzende Gebäude, Plätze, Verkehrswege) möglich ist, müssen in jedem Fall die Notfalldienste benachrichtigt werden.

- ▶ Feuerwehr/Ölwehr/Chemiewehr, Telefon 118
- ▶ Polizei, Telefon 117

Es wird empfohlen, im Rahmen der Notfallplanung die Einsatzkräfte, die bei einem Notfall zum Zuge kämen, vorgängig über die Art, Menge und Standorte der vorhandenen gefährlichen Chemikalien zu informieren (besonders bei Schwimmbadanlagen).

**Verschüttete Chemikalien.** Wenn kleinere Mengen von Chemikalien verschüttet wurden, kann gemäss folgendem Schema vorgegangen werden:



### 1. Gefahren vergegenwärtigen, die ausgehen von

- ▶ giftigen oder ätzenden Stoffen und ihren Dämpfen
- ▶ entzündbaren Flüssigkeiten (Entzündungs-, Explosionsgefahr)



### 2. Informieren/Sichern

- ▶ Schüler- und Lehrerschaft sowie Hausdienst informieren/warnen
- ▶ Gefahrenbereich sichern



### 3. Entscheid

- ▶ Reinigung selbst durchführen oder
- ▶ Rettungsdienste beiziehen. Feuerwehr Telefon 118 (Meldung wo, was, wer?)



### 4. Dekontamination/Reinigung mit

- ▶ der erforderlichen Schutzausrüstung
- ▶ den geeigneten Mitteln

Informationen dazu finden sich im Abschnitt 6 des Sicherheitsdatenblatts.

## 2.6.6. Erforderliche Mittel bei Notfällen

**Einrichtung für Notruf.** Im Bereich der Naturlehrzimmer muss rasch Hilfe angefordert werden können. Dazu muss ein Telefon vorhanden sein.

**Hilfsmittel zum Spülen der Augen.** Die Hilfsmittel zum Spülen der Augen («Augenduschen») sind grundsätzlich unmittelbar an den Orten bereitzustellen, an denen die Gefahr von Spritzern in die Augen besteht. Empfohlen werden Systeme, die am Wassernetz angeschlossen sind oder sterile Spülpackungen (Abbildung 8).

Von Augenspülflaschen, die mit Leitungswasser gefüllt werden können, wird abgeraten, da diese erfahrungsgemäss zu wenig gut gewartet werden und daher Wasser mit einer sehr schlechten Qualität enthalten. Produkte verschiedener Lieferanten können über die Suva bestellt werden.<sup>20</sup>

Alle Systeme müssen regelmässig überprüft, gespült und wenn nötig ausgetauscht werden.



Abbildung 8: Hilfsmittel für die Augenspülung.



**Notdusche.** Falls mit grösseren Mengen an gefährlichen Chemikalien umgegangen wird, sollte eine spezielle Notdusche nahe bei den Arbeitsplätzen vorhanden sein. Für kleine Spritzer genügt ein Spülbecken mit einer Druck reduzierenden Brause oder der Zugang zu einer Dusche.



**Feuerlöscher.** Wo mit entzündbaren Chemikalien umgegangen wird, muss ein Feuerlöscher installiert werden. Für Naturlehrzimmer und Sammlungen eignen sich CO<sub>2</sub>-Löschers. Der Feuerlöscher sollte neben der Türe an der Wand angebracht sein (griffbereit in einer Höhe von 80 bis 120 cm).

Um Brände schnell und wirkungsvoll bekämpfen zu können, sollten weitere Feuerlöscher an Rettungswegen, also in Treppenhäusern und in der Nähe von Ein- und Ausgängen an gut sichtbaren und leicht zugänglichen Stellen verfügbar sein. Der Standort sollte mit einem Hinweisschild gut sichtbar gekennzeichnet sein. Die Geräte müssen regelmässig gewartet und ihr Einsatz periodisch geübt werden.

Wo mit entzündbaren Chemikalien oder mit offenem Feuer umgegangen wird, muss zudem eine Löschdecke verfügbar sein.

<sup>20</sup> www.sapros.ch



**Notfallapotheke.** Im Bereich der Naturlehrzimmer muss eine Notfallapotheke vorhanden sein.



**Medikamente bei Vergiftungen.** Über allfällige Notfallmedikamente gibt es Angaben im Abschnitt 4 des Sicherheitsdatenblatts. Es sollte nur in Ausnahmefällen erforderlich sein, spezielle Gegenmittel (für den Arzt oder die Ärztin) vor Ort bereitzuhalten. Ausnahme: Bei Arbeiten mit flusssäurehaltigen Produkten muss ein Flusssäure-Notfallset<sup>21</sup> für die Erste Hilfe bereitgehalten werden.

Lehrpersonen dürfen nur im Rahmen der Ersten Hilfe Medikamente an Schülerinnen und Schüler abgeben (z. B. Brandsalbe, Wunddesinfektionsmittel). In allen anderen Fällen muss die Schülerin oder der Schüler an die nächste Apotheke oder Drogerie resp. den nächsten Arzt oder die nächste Ärztin verwiesen werden.<sup>22</sup>



**Dekontaminationsmaterial.** Zum Aufnehmen oder «Neutralisieren» von verschütteten Chemikalien sollte entsprechendes Material bereitgestellt werden. In der Regel genügen wenige Kilogramm eines Universalbindemittels für Chemikalien. Dieses kann von den Chemikalienlieferanten bezogen werden. Nicht empfehlenswert sind Sägemehl oder Mittel auf Papierbasis, da diese mit gewissen Stoffen (Oxidationsmitteln, z. B. Salpetersäure) gefährlich reagieren können. Bei Bindevlies muss dessen Eignung mit dem Lieferanten des Produkts abgeklärt werden.

Abgebundenes Material sammelt man z. B. in Entsorgungsbeuteln aus Polypropylen. Die Entsorgung erfolgt über denselben Weg, den die anderen Chemikalienabfälle nehmen.

<sup>21</sup> Infoblatt BAG: [www.anmeldestelle.admin.ch/dam/chem/de/dokumente/infoblatt-flusssaure.pdf.download.pdf/infoblatt-flusssaure-de.pdf](http://www.anmeldestelle.admin.ch/dam/chem/de/dokumente/infoblatt-flusssaure.pdf.download.pdf/infoblatt-flusssaure-de.pdf);  
Tox Info Suisse: [toxinfo.ch/customer/files/32/MB\\_Flussaure\\_d\\_2018.pdf](http://toxinfo.ch/customer/files/32/MB_Flussaure_d_2018.pdf) und [toxinfo.ch/customer/files/32/Flusssaureset-Inhalt-2016\\_11\\_09.pdf](http://toxinfo.ch/customer/files/32/Flusssaureset-Inhalt-2016_11_09.pdf)

<sup>22</sup> s. Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über Arzneimittel und Medizinprodukte (Heilmittelgesetz, HMG; SR 812.21), Art. 24 und 25





## 3. Sicherer Umgang mit Mikroorganismen

### 3.1. Rechtliche Vorgaben

**Mikroorganismen.** Mikroorganismen – natürliche oder gentechnisch veränderte kleine Organismen wie beispielsweise Zellen, Bakterien, Viren, Parasiten oder Pilze und Hefen – werden aufgrund ihrer Gefährlichkeit in vier Gruppen unterteilt (Tabelle 7). Listen von Organismen und deren Einteilung in die Gruppen 1 bis 4 sind auf der Website des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) publiziert.<sup>23</sup>

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
z. B. E. coli, Bäckerhefe, Joghurtbakterien	z. B. Salmonellen, Listerien, Influenza	z. B. HIV, Tuberkulose, Pest	z. B. Ebola-, Pocken-, Marburgviren
Kein Risiko	Risiko gering	Risiko mässig	Risiko hoch

Tabelle 7: Einteilung von Mikroorganismen aufgrund ihrer Gefährlichkeit (Ausmass und Wahrscheinlichkeit von schädigenden Wirkungen für Mensch, Tier und Umwelt).

**Tätigkeiten.** Wird absichtlich mit Mikroorganismen gearbeitet, so wird diese Tätigkeit gemäss Einschliessungsverordnung (ESV) in eine von vier (Risiko-)Klassen eingeteilt. In der Regel entspricht die Klasse der Tätigkeit der Gruppe der verwendeten Mikroorganismen (s. Tabelle 7). Analysen von Boden-, Wasser-, Luft- oder Lebensmittelproben gelten überwiegend als Klasse-1-Tätigkeiten, sofern kein Verdacht auf Befall mit krankheitsserregenden Keimen besteht und das Material nicht angereichert und vermehrt wird.

**Meldepflicht.** Alle Tätigkeiten mit gentechnisch veränderten Organismen (ab Gruppe 1) sowie Tätigkeiten mit krankheitsserregenden Organismen (Gruppe 2 und höher) müssen dem Bund gemeldet werden (Abbildung 9).<sup>24</sup>

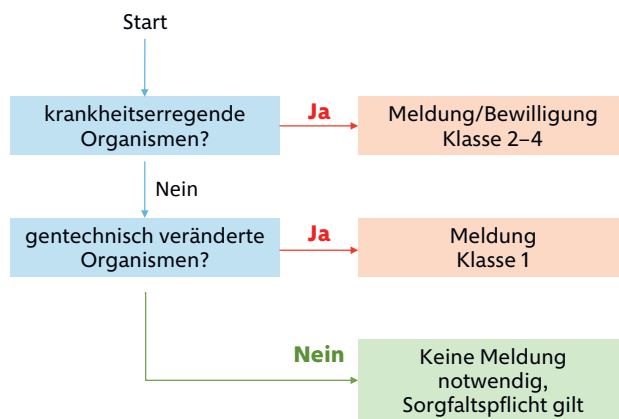


Abbildung 9: Meldepflicht bei Tätigkeiten mit Mikroorganismen.

**Sicherheitsmassnahmen.** Je nach Klasse der Tätigkeiten müssen unterschiedliche Sicherheitsmassnahmen ergriffen werden. Diese sind in Anhang 4 ESV genau definiert.

<sup>23</sup> [www.bafu.admin.ch/biotechnologie](http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie) > Publikationen und Studien > Einstufung von Organismen

<sup>24</sup> BAFU, Kontaktstelle Biotechnologie des Bundes, 3003 Bern; Telefon: 058 463 55 99; Mail: [contact.biotech@bafu.admin.ch](mailto:contact.biotech@bafu.admin.ch)

## 3.2. Risiken durch Mikroorganismen an Schulen

**Risikobewertung.** Die Lehrperson muss sich im Voraus über die Risikogruppe von Mikroorganismen, deren Eigenschaften und über ihre fachgerechte Entsorgung informieren. Die Risikobewertung kann mithilfe des Anhangs H «Checkliste Biosicherheit an Schulen» sowie des Anhangs K «Risikobewertung – Versuche mit Mikroorganismen» durchgeführt werden.

**Risiken vermeiden.** Es wird erwartet, dass an Schulen nur Tätigkeiten der Klasse 1 durchgeführt werden. Tätigkeiten der Klasse 2 sollen nach Möglichkeit vermieden oder ersetzt werden. Tätigkeiten der Klassen 3 und 4 dürfen an Schulen nicht durchgeführt werden.<sup>25</sup>

Beispiele für Schulversuche der Klasse 1:

- ▶ Illustration gentechnischer Veränderungen an Organismen (z. B. «Die Genspirale»)
- ▶ Analyse von Boden-, Wasser-, Luft- und Lebensmittelproben ohne Verdacht auf Befall mit krankheitserregenden Keimen

Abklatschkulturen zu Demonstrationszwecken sollten für die Betrachtung durch die Schülerinnen und Schüler versiegelt sein. Auf Versuche mit potenziell krankheitserregenden oder umweltschädigenden Organismen sollte verzichtet werden. Derartige Problemkeime sind z. B. auf Toiletten, in fäkal verschmutztem Abwasser, auf verdorbenen Lebensmitteln oder in Abfalltonnen zu finden.

**Verhalten im Labor.** Die Schülerinnen und Schüler müssen vor dem Experimentieren die Regeln für das Verhalten im Labor kennen (s. Anhang A «Verhaltensregeln im Chemie- und Biologielabor»).

## 3.3. Organisatorische Voraussetzungen

**Biosicherheits-Verantwortliche(r).** Werden an einer Schule Versuche mit krankheitserregenden oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen (z. B. Bakterien, Viren, Pilze, Hefen) durchgeführt, muss ein(e) Biosicherheitsbeauftragte(r) (Biosafety Officer, BSO) ernannt werden. Der BSO ist die betriebsinterne Ansprechperson sowie die Kontaktperson für die Behörden.

Der BSO muss über ausreichende Fachkenntnisse im Bereich Biologie verfügen. Zusätzlich gibt es spezielle Vertiefungskurse zum Thema Biosicherheit, die z. B. vom Bund angeboten werden.<sup>26</sup> Die Aufgaben und Pflichten der BSO sind in der BAFU-Broschüre «BSO-Status, Aufgaben und Kompetenzen» beschrieben.<sup>27</sup>

**Sicherheitskonzept.** Das Sicherheitskonzept enthält detaillierte Anweisungen zu folgenden Themen: Kontaktpersonen und Zuständigkeiten, Projektlisten, Laborregeln, Desinfektion und Reinigung, Entsorgung sowie Notfallplanung. Es deckt somit z. B. folgende Fragen ab:

- ▶ Wer informiert die Lehrerschaft und das Personal über die Biosicherheit?
- ▶ Wie werden Schülerinnen und Schüler auf die Arbeit mit Mikroorganismen vorbereitet?
- ▶ Wer sorgt für die korrekte Entsorgung von Abfall mit Mikroorganismen?

<sup>25</sup> Für Jugendliche ist der Umgang mit Organismen der Klassen 3 und 4 verboten.

<sup>26</sup> [www.bafu.admin.ch/biotechnologie](http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie) > Fachinformationen > Tätigkeiten in geschlossenen Systemen > Veranstaltungen und Kurse für BSO > BSO Biosicherheitsstufe 1

<sup>27</sup> [www.bafu.admin.ch/biotechnologie](http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie) > Fachinformationen > Tätigkeiten in geschlossenen Systemen > Vollzugshilfen

Das Sicherheitskonzept wird durch den BSO erstellt und regelmässig aktualisiert.<sup>28</sup> Vorlagen für das Sicherheitskonzept im Word-Format können auf der Homepage des BAFU heruntergeladen werden und auf die Bedürfnisse der Schule angepasst werden.<sup>29</sup>

## 3.4. Sicherheitsmassnahmen

### 3.4.1. Sicherheitsmassnahmen für Tätigkeiten der Klasse 1

**Anforderungen an Einrichtungen.** Die Werkbänke müssen leicht zu reinigen und resistent gegen Wasser, Säuren, Laugen und Desinfektionsmittel sein. Die Räume müssen mit leicht abwaschbaren Böden versehen sein. Im Arbeitsbereich muss eine Waschgelegenheit mit Seifenspender, Desinfektionsmittelspender und Einweg-Papier-tüchern vorhanden sein. Falls Versuche mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen durchgeführt werden, muss für die Inaktivierung von Abfällen ein Autoklav verfügbar sein. Das Weglassen des Autoklaven ist möglich mit Bewilligung des BAFU (gleichwertige Ersatzmassnahme nötig).<sup>30</sup>

**Persönliche Schutzausrüstung.** Für die Arbeit im Labor muss geeignete Laborbekleidung (insbesondere Labormäntel) zur Verfügung stehen. Bei jeglichem Umgang mit gesundheitsschädlichen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen müssen Handschuhe getragen werden. Bei Bedarf ist eine Schutzbrille empfehlenswert. Wenn eine Sicherheitsbetrachtung ergibt, dass keine Gefährdung vorliegt, z. B. bei der Zucht von Hefe- oder Joghurtbakterien, kann auf Teile der persönlichen Schutzausrüstung verzichtet werden.

**Sicherheitsmassnahmen.** Neben den allgemeinen Verhaltensregeln, die es im Labor zu beachten gilt, müssen im Biologielabor insbesondere folgende Punkte berücksichtigt werden:

- ▶ Die Arbeitsplätze und Arbeitsflächen für mikrobiologische Arbeiten müssen sauber sein. Die Arbeitsflächen deshalb vor Beginn und nach Ende der Arbeit reinigen.
- ▶ Bei der Anzucht undefinierter Kulturen (Umweltproben, Lebensmittel, Abklatschproben) sollten die Petrischalen vor dem Bebrüten mit Folie versiegelt werden und auch danach verschlossen bleiben.
- ▶ Spritzen und Kanülen («Sharps») nach Möglichkeit vermeiden. Falls sie trotzdem anfallen, müssen sie nach Gebrauch in einem durchstoss-sicheren Behälter gesammelt und als Sonderabfall entsorgt werden (s. Kap. 3.4.3 «Entsorgung von biologischem Material»).

### 3.4.2. Besondere Bestimmungen für die Tätigkeiten der Klasse 2



**Anforderungen an Einrichtungen.** Bereiche, in denen mit Organismen der Gruppe 2 gearbeitet wird, müssen mit dem Warnzeichen «Biogefährdung» (s. Bild)<sup>31</sup> gekennzeichnet werden. Unbefugte dürfen keinen Zutritt zu diesen Bereichen haben. Im Gebäude muss ein Autoklav vorhanden sein.<sup>32</sup>

**Verzeichnis der Arbeitnehmenden sowie der Schülerinnen und Schüler.** Alle Personen, die mit Organismen der Gruppe 2 arbeiten, müssen in einem Verzeichnis erfasst werden. Darin aufgeführt werden Art und Dauer der Arbeit, Namen der verwendeten Mikroorganismen, allfällige Unfälle und Zwischenfälle mit Mikroorganismen.

<sup>28</sup> [www.bafu.admin.ch/biotechnologie](http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie) > Fachinformationen > Tätigkeiten in geschlossenen Systemen > Vollzugshilfen > Richtlinie «Betriebliches Sicherheitskonzept nach der Einschliessungsverordnung (ESV)»

<sup>29</sup> [www.bafu.admin.ch/biotechnologie](http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie) > Fachinformationen > Tätigkeiten in geschlossenen Systemen > Vollzugshilfen > Vorlage Sicherheitskonzept nach ESV und SAMV für Laboratorien der Stufe 2 > Sicherheitskonzept nach ESV und SAMV für Laboratorien der Stufe 2

<sup>30</sup> Anh. 4 Ziff. 23 ESV

<sup>31</sup> Die Warnzeichen können z. B. bei der Suva bestellt werden: [www.suva.ch](http://www.suva.ch), Suva-Bestellnummer 1729/61

<sup>32</sup> Will man auf einen Autoklav verzichten, muss dies vom Bund bewilligt werden.

**Sicherheitsmassnahmen.** Bei Tätigkeiten der Klasse 2 sind die folgenden zusätzlichen Regeln zu beachten:

- ▶ Die Laborkleidung und die Strassenkleidung müssen strikt getrennt aufbewahrt werden. Die Laborkleidung muss beim Verlassen des Arbeitsbereiches abgelegt werden.
- ▶ Die Arbeitsfläche muss vor Beginn und nach Ende der Arbeit durch Abwischen mit einem geeigneten Desinfektionsmittel (z. B. 70 %-igem Alkohol) desinfiziert werden.
- ▶ Die benutzten Einweghandschuhe müssen in einem separaten Abfallbehälter zur Inaktivierung gesammelt werden.
- ▶ Bei der Zentrifugation müssen dicht schliessende Röhrchen oder ein Aerosolschutz verwendet werden.

Kontaminierte Geräte oder Materialien müssen nach der Verwendung autoklaviert werden. Alternativ können diese chemisch inaktiviert werden (z. B. in einem Behälter mit Desinfektionsmittel, wenn dies mit einem validierten Verfahren geschieht).

**Besondere arbeitsmedizinische Massnahmen.** Allenfalls sind besondere Massnahmen für spezielle Personen(-gruppen) erforderlich (Allergiker, immunsupprimierte Personen, schwangere oder stillende Frauen).

### 3.4.3. Entsorgung von biologischem Material

**Grundsatz.** Um Mensch, Tier und Umwelt nicht zu gefährden, muss der Entsorgung von Mikroorganismen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Generell wird empfohlen, sämtliche biologische Abfälle vor Ort zu inaktivieren. Für gentechnisch veränderte Mikroorganismen der Gruppe 1 und Mikroorganismen der Gruppe 2 gilt:

- ▶ Gentechnisch veränderte Mikroorganismen der Gruppe 1 müssen inaktiviert werden oder können als Sonderabfall extern entsorgt werden.
- ▶ Mikroorganismen der Gruppe 2 müssen vor Ort inaktiviert werden. Die Entsorgung von festen Kulturen (z. B. bewachsene Agarplatten) als medizinischer Sonderabfall ist mit Bewilligung des Bundes möglich. Flüssigkulturen dürfen nicht extern entsorgt werden.

**Sammlung und Lagerung.** Biologisches Material zur Entsorgung muss getrennt vom normalen Betriebskehricht gesammelt und als solches gekennzeichnet werden. Material aus Klasse-2-Tätigkeiten muss zusätzlich mit dem Warnzeichen «Biogefährdung» versehen sein. Abfallbehälter und -säcke müssen beständig und dicht sein. Für Kippschutz und Auslaufschutz sorgen, indem die Abfallsäcke z. B. in eine Abfalltonne gestellt werden. Längere Lagerungszeiten sind zu vermeiden, allenfalls müssen die Abfälle gekühlt aufbewahrt werden. Biologische Abfälle für Unbefugte unzugänglich aufbewahren.

**Inaktivierung.** Die Inaktivierung erfolgt standardmässig durch Autoklavieren (Hitzebehandlung unter Druck im Autoklaven, üblicherweise 20 Minuten bei 121 °C). Für Flüssigabfälle kann die chemische Inaktivierung eine geeignete Alternative sein. Dabei muss sichergestellt werden, dass das gewählte Verfahren wirkungsvoll ist. Für die Inaktivierung von *E.-coli*-Flüssigkulturen hat sich beispielsweise die Zugabe von Javelle (2 % Endkonzentration) für 16–24 Stunden als sicher erwiesen. Weitere Verfahren wie z. B. die Inaktivierung im Dampfkochtopf oder im Trockensterilisator sind möglich, sofern die Wirksamkeit nachgewiesen wird, beispielsweise durch regelmässige Sporentests.

**Entsorgung.** Inaktivierte Abfälle können mit dem gewöhnlichen Betriebskehricht entsorgt werden, sollten dann aber nicht mehr speziell gekennzeichnet sein. Eine Ausnahme davon sind Abfälle mit Verletzungsgefahr («Sharps», s. unten). Für die Entsorgung von nicht inaktivierten Mikroorganismen als Sonderabfall sollen im Voraus die jeweils zuständigen kantonalen Umweltämter kontaktiert werden; u. U. ist zudem eine Bewilligung des Bundes erforderlich.

**Abfälle mit Verletzungsgefahr («Sharps»).** Abfälle mit Verletzungsgefahr (z. B. Spritzen) müssen in sicheren, durchstichfesten, bruchsicheren Behältern wie beispielsweise sogenannten «sharp-safe Boxen» gesammelt werden. Auch wenn «Sharps» vorgängig inaktiviert wurden, müssen sie als Sonderabfall entsorgt werden.

### 3.4.4. Kontamination und Unfälle mit Mikroorganismen

Bei Zwischenfällen mit Mikroorganismen muss grundsätzlich der BSO informiert werden.

Für den Fall, dass biologisches Material verschüttet wird, empfiehlt es sich, ein sogenanntes «Spill-Kit» zusammenzustellen. Dieses beinhaltet u. a. eine persönliche Schutzausrüstung (Labormantel, Handschuhe, Schutzbrille und Schuhüberzieher), Desinfektionsmittel, Bindemittel, eine Hinweistafel, Haushaltsrollen (zum Aufsaugen von Flüssigkeiten) und Abfallbeutel.

#### Kontaminationen mit Mikroorganismen

Kontaminierte Oberflächen und Einrichtungen werden so rasch wie möglich desinfiziert, damit keine Verschleppung stattfindet. Je nach Menge eignen sich folgende Massnahmen:

- ▶ geringe Mengen: Papiertücher mit Desinfektionsmittel tränken und die kontaminierte Stelle abwischen (NICHT einsprühen: Bildung von Aerosolen!)
- ▶ grosse Mengen: durch Bindemittel aufsaugen, Bindemittel anschliessend autoklavieren

Kontaminierte Handschuhe mit dem kontaminierten Abfall inaktivieren und entsorgen. Kontaminierte Labormäntel nach Möglichkeit vor der Reinigung autoklavieren.

#### Unfälle mit Mikroorganismen

Grundsätzlich kommen die allgemeinen Regeln der Ersten Hilfe zur Anwendung. Bei Kontakt mit Mikroorganismen sollten die folgenden Sofortmassnahmen durchgeführt werden. Es sollte immer eine Ärztin oder ein Arzt konsultiert werden.

- ▶ **Verletzungen:** Wunde unter fliessendem Wasser gut ausspülen und anschliessend desinfizieren (Merfen, Alkohol 70%)
- ▶ **Hautkontakt:** kontaminierte Hautstellen desinfizieren und anschliessend abwaschen
- ▶ **Mundkontakt:** sofort ausspucken, Mund mit Wasser spülen und ärztlichen Rat einholen
- ▶ **Augenkontakt:** Augen mit Spülflüssigkeit oder Wasser gründlich spülen

**Spezielle Massnahmen bei Organismen der Gruppe 2:** Selbstschutz der Helfer und Helferinnen beachten: persönliche Schutzausrüstung – z. B. Handschuhe – verwenden. Es empfiehlt sich, anschliessend einen Arzt oder eine Ärztin aufzusuchen, besonders nach intensivem Kontakt oder bei gleichzeitiger Verletzung. Vorfälle mit Organismen der Gruppe 2 müssen im Verzeichnis festgehalten werden.

1

2

3

4

5

6

A



## 4. Umgang mit Strahlenquellen

### 4.1. Allgemeines zum Strahlenschutz

An verschiedenen Ausbildungsstätten werden im naturwissenschaftlichen Unterricht gefährliche Strahlenquellen – radioaktive Stoffe und Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung wie z. B. Röntgenanlagen – verwendet. Auch zu Demonstrationszwecken eingesetzte natürliche radioaktive Mineralien wie Verbindungen des Urans (z. B. Uranpechblende) und des Thoriums (z. B. Thorit) können eine Gefährdung für den Menschen darstellen. Die von diesen Mineralien ausgesandte Strahlung kann entweder von aussen oder von innen auf den Körper einwirken. Zu einer inneren Bestrahlung kommt es dann, wenn Teile der Mineralien (Staub oder Abrieb) über Nase und Mund in den Körper gelangen (Inkorporation). Eine Inkorporation radioaktiver Partikel ist weit gefährlicher als eine äussere Bestrahlung durch die Mineralien. Der Verhinderung einer Inkorporation ist daher besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

**Fachkenntnisse.** Der Umgang mit ionisierender Strahlung und radioaktiven Stoffen, dessen Aktivität die Werte aus Anhang 3 der Strahlenschutzverordnung (StSV)<sup>33</sup> übersteigt, ist bewilligungspflichtig. Der Umgang mit Strahlenquellen muss nach den drei Prinzipien Rechtfertigung (Abwägung der Risiken gegenüber dem Nutzen), Optimierung und Limitierung ausgelegt sein. Es ist Aufgabe der oder des Strahlenschutz-Sachverständigen und jeder instruierten Lehrperson, sich und andere durch angemessene Schutzmassnahmen vor Schäden zu schützen. Dadurch wird auch den Schülerinnen und Schülern der sorgfältige Umgang mit Strahlenquellen vermittelt. Die resp. der Strahlenschutz-Sachverständige muss eine vom BAG anerkannte Ausbildung absolviert haben.

**Beschränkungen für Schulen.** Für Mittel- und Berufsfachschulen sind nur sehr begrenzte Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen und Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung durchführbar:

- ▶ Bei Anwendung von Strahlenquellen in Mittel- und Berufsfachschulen müssen die drei obgenannten Prinzipien des Strahlenschutzes berücksichtigt werden.
- ▶ Grundsätzlich ist jeder unnötige Umgang mit ionisierender Strahlung zu vermeiden. Die Strahlenexposition ist zu minimieren.
- ▶ Umgang mit offenen Quellen, d. h. mit radioaktiven Stoffen, die austreten und dadurch Kontaminationen verursachen oder inkorporiert werden können, ist nur in speziellen Arbeitsbereichen zulässig. In einer Schule sollte grundsätzlich auf den Umgang mit offenen Strahlenquellen verzichtet werden (z. B. Kohlenstoff-14, Phosphor-32, Schwefel-35).
- ▶ Standardversuche mit geschlossenen Quellen sind unter Berücksichtigung der Bewilligungspflicht zulässig. Geschlossene radioaktive Quellen (Gammastrahler) mit einer Dosisleistung von mehr als 20  $\mu\text{Sv/h}$  in 10 cm Abstand sollten aufgrund der Gefährdung durch eine direkte Exposition nicht verwendet werden. Die Anschaffung von neuen bewilligungspflichtigen Quellen muss in jedem Fall mit dem BAG (Bewilligungsbehörde) abgesprochen werden.
- ▶ In der Regel ist die Rechtfertigung für den Umgang mit einer Neutronenquelle an einer Mittel- oder Berufsfachschule nicht gegeben.
- ▶ Versuche an Menschen und Tieren mit ionisierender Strahlung sind unabhängig von der Aktivität bewilligungspflichtig und unterliegen hohen Anforderungen an Strahlenschutz und Kompetenzen (Arzt/Ärztin oder Tierarzt/-ärztin). Die Voraussetzungen für solche Versuche sind normalerweise an einer Mittel- oder Berufsfachschule nicht erfüllt.

<sup>33</sup> [www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163016](http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163016)

## 4.2. Besondere Bestimmungen zum Strahlenschutz

### 4.2.1. Gesetzlicher Rahmen

**Strahlenschutzgesetzgebung.** Der Umgang mit radioaktiven Stoffen oder mit Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung untersteht grundsätzlich der Strahlenschutzgesetzgebung.

**Befreiungsgrenze.** Tätigkeiten mit Materialien,

- ▶ deren spezifische Aktivität unter der Befreiungsgrenze (LL, limite de libération; Anhang 3 StSV) liegt, oder
- ▶ deren absolute Aktivität kleiner ist als die Aktivität von 1 kg eines Materials, dessen spezifische Aktivität der Befreiungsgrenze entspricht,

sind von der Bewilligungspflicht und der Aufsicht befreit. In Tabelle 8 sind die Befreiungsgrenzen von häufig verwendeten Nukliden aufgeführt.

Nuklid	Befreiungsgrenze
Am-241	0,1 Bq/g (resp. 100 Bq)
Co-60	0,1 Bq/g (resp. 100 Bq)
Cs-137	0,1 Bq/g (resp. 100 Bq)
Na-22	0,1 Bq/g (resp. 100 Bq)
Ra-226	0,01 Bq/g (resp. 10 Bq)
Sr-90	1 Bq/g (resp. 1000 Bq)
weitere Werte: Anhang 3 Spalte 9 (LL) StSV	

*Tabelle 8: Befreiungsgrenzen von häufig verwendeten Nukliden.*

Ebenfalls von der Bewilligungspflicht und Aufsicht befreit ist der Umgang mit Rohmaterialien natürlicher Herkunft und Nuklidzusammensetzungen, die zu einer Dosis von weniger als 1 mSv pro Jahr führen, sofern sie im Anhang 2 StSV nicht besonders geregelt sind.

Weitere Informationen zu den rechtlichen Grundlagen finden sich in der Wegleitung L-02-01 «Strahlenschutz an Ausbildungsstätten» des BAG.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch) > Gesund leben > Strahlung, Radioaktivität & Schall > Strahlenschutz: Bewilligungen und Aufsicht → Wegleitungen für Röntgenanlagen und radioaktive Stoffe → Bereich radioaktive Stoffe



#### 4.2.2. Bewilligungspflicht

Für radioaktive Quellen mit Aktivitäten oberhalb der nuklidspezifischen Bewilligungsgrenze LA (LA, limite d'autorisation, Anhang 3 StSV) und für alle Tätigkeiten, die im Folgenden aufgeführt sind, ist eine Bewilligung erforderlich:

- ▶ Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung (z. B. Röntgenanlagen, inkl. Unterrichtsanlagen)
- ▶ Betrieb von Elektronenröhren mit einer Spannung von mehr als 5 kV
- ▶ Umgang mit radioaktiven Quellen (offen oder geschlossen) ab folgenden Aktivitäten LA:
  - Am-241: 200 Bq
  - Co-60: 300 kBq
  - Cs-137: 700 kBq
  - Na-22: 3000 kBq
  - Ra-226: 2000 Bq
  - Sr-90: 60 kBq
  - weitere Werte: Anhang 3 Spalte 10 (LA) StSV
- ▶ Aufbewahrung von Erzen, Gesteinen, Mineralien mit einer spezifischen Aktivität, die oberhalb der Befreiungsgrenze für natürlich vorkommende radioaktive Materialien (NORM) gemäss Anhang 2 StSV liegt. Es werden folgende Mengen abgeschätzt (bei einem Gehalt von einem Prozent des radioaktiven Elements):
  - Thorium-Mineral: ab ca. 1 kg (z. B. Thorit)
  - Uran-Mineral: ab ca. 10 kg (z. B. Uranpechblende)
- ▶ Anwendung von Gebrauchsgegenständen, die radioaktive Stoffe enthalten, wie thoriumhaltige Glühstrümpfe, Feuermelder mit Americium oder Uhren oder andere Gegenstände mit Radium

In diesen Fällen muss eine sachverständige Person vorhanden sein, die für die Einhaltung der Regeln und Grenzwerte gemäss der Strahlenschutzgesetzgebung verantwortlich ist. Aufsichts- und Bewilligungsbehörde ist das BAG<sup>35</sup>. Weitere Informationen zu den rechtlichen Grundlagen finden sich in der Wegleitung L02-02 «Radioaktive Mineralien» des BAG.

**Meldepflicht.** Änderungen, die die Bewilligung betreffen, sind dem BAG mitzuteilen. Dies betrifft den Wechsel der sachverständigen Person (vgl. unten), die Anschaffung neuer Quellen, die Entsorgung alter Quellen sowie den Umzug in andere Räumlichkeiten.

#### 4.2.3. Sachverständige Person

**Strahlenschutz-Sachverständige(r).** In jeder Schule, die bewilligungspflichtige Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen durchführt oder Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung betreibt, muss von der Schulleiterin oder dem Schulleiter eine Person als Strahlenschutz-Sachverständige(r) bezeichnet und mit den nötigen Kompetenzen ausgestattet werden.

Der oder die Strahlenschutz-Sachverständige ist u. a. verantwortlich für eine angemessene Einführung in den Strahlenschutz für alle Personen, die mit radioaktiven Stoffen oder ionisierenden Strahlen experimentieren. Die sachverständige Person muss über eine vom BAG anerkannte Ausbildung verfügen.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> BAG, Abteilung Strahlenschutz, 3003 Bern; Telefon: 058 462 96 14; Mail: str@bag.admin.ch

<sup>36</sup> [www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/ausbildung-im-strahlenschutz/strahlenschutzausbildung-fuer-schullehrer.html](http://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/ausbildung-im-strahlenschutz/strahlenschutzausbildung-fuer-schullehrer.html)

Kurse werden z. B. von den folgenden Anbietern durchgeführt:

- ▶ Schule für Strahlenschutz am Paul-Scherrer-Institut in Würenlingen ([srp.web.psi.ch/](http://srp.web.psi.ch/))
- ▶ IRA Lausanne [www.chuv.ch/ira](http://www.chuv.ch/ira)
- ▶ Suva, Bereich Physik, Luzern ([www.suva.ch](http://www.suva.ch))
- ▶ Radiosafe ([www.radiosafe.ch/kurse/](http://www.radiosafe.ch/kurse/))

**Strahlenexponierte Personen.** Als beruflich strahlenexponiert gilt, wer in seiner beruflichen Tätigkeit oder Ausbildung eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv pro Jahr (Dosisgrenzwert für die Bevölkerung) akkumulieren kann oder wer mindestens einmal pro Woche in Kontrollbereichen/Überwachungsbereichen arbeitet oder ausgebildet wird. Diese Personen müssen entsprechend informiert und angeleitet werden: Ihre Strahlenbelastung muss gemessen und monatlich ausgewertet werden (Dosimetrie). Personen unter sechzehn Jahren dürfen nicht als beruflich strahlenexponierte Personen beschäftigt werden.

Die Inhaberin der Umgangsbeurteilung (Arbeitgeber) ermittelt und bestimmt, welche Personen des Betriebs als beruflich strahlenexponiert gelten. Personen, die regelmässig Röntgenanlagen bedienen, gelten grundsätzlich als strahlenexponiert. Ausgenommen sind Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler, die im Rahmen des Unterrichts Unterrichts-röntgenanlagen bedienen oder gelegentlich Versuche mit radioaktiven Stoffen im Rahmen ihrer Bewilligung durchführen.

## 4.3. Umgang mit Strahlenquellen

### 4.3.1. Grundregeln

**Information.** Vor dem Umgang mit radioaktiven Quellen, Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung oder Hochspannungsgeräten, die Strahlung abgeben können, müssen die relevanten Informationen über die Art und Intensität der vorhandenen Strahlung vorliegen. Die zu erwartende Strahlenbelastung ist zu bestimmen oder den Unterlagen der Lieferanten zu entnehmen.

**Risikobeurteilung.** Die anwendbaren gesetzlichen Bestimmungen sowie die zu ergreifenden Schutzmassnahmen sind zu ermitteln und durchzuführen. Zur Beurteilung kann Anhang L «Checkliste für Lehrpersonen – Versuche mit Strahlenquellen» verwendet werden.

Bei erprobten Standardversuchen mit entsprechenden Anleitungen reduziert sich der Aufwand entsprechend. Hinweis: Es ist zu beachten, dass die gesetzlichen Regelungen (Befreiungsgrenzen, Grenzen für Bewilligungspflicht) in der Schweiz und in Deutschland nicht identisch sind. Entsprechende Hinweise in den Anleitungen ausländischer Lieferanten gelten daher in der Schweiz nicht.

### 4.3.2. Messung der Radioaktivität und Strahlendosis

**Messung.** Zur Kontrolle der Strahlenexposition und allfälliger Kontamination ist bei jeglichem bewilligungspflichtigen Umgang mit radioaktiven Quellen oder beim Betrieb Strahlen erzeugender Einrichtungen (Anlagen ohne Vollschutz) die Beschaffung eines geeigneten Strahlenmessgerätes erforderlich:

Kontaminationsgerät

- ▶ Beim Umgang mit Quellen zur Überprüfung des Arbeitsplatzes oder der Dichtigkeit der Quelle (vgl. Abschnitte «Handhabung» und «Dichtigkeitsprüfung» im Kap. 4.3.3 «Aufbewahrung und Handhabung von Strahlenquellen»)
- ▶ Anzeige in cps, ips, Bq oder Bq/cm<sup>2</sup>

Dosisleistungs-Messgerät

- ▶ Beim Umgang mit ionisierender Strahlung zur Überprüfung der Dosisleistung bei der Aufbewahrung, beim Arbeiten, beim Experimentieren mit Quellen oder in der Nähe von Röntgenanlagen und Bestrahlungsräumen
- ▶ Anzeige in  $\mu\text{Sv/h}$ , Hp(10)

**Strahlendosis.** Für nichtberuflich strahlenexponierte Personen darf die effektive Dosis den Dosisgrenzwert von 1 mSv pro Jahr (Richtwert für die Dosisleistung am Arbeitsplatz 0,5  $\mu\text{Sv/h}$ ) nicht überschreiten [Hp(10), Dosisgrenzwert für die Bevölkerung]. Eine gelegentliche Anwendung von geschlossenen Strahlenquellen, deren Ortsdosisleistung in 10 cm Abstand unter 10  $\mu\text{Sv/h}$  liegt, gilt als unbedenklich. Für beruflich strahlenexponierte Personen darf die effektive Dosis den Dosisgrenzwert von 20 mSv pro Jahr nicht überschreiten (vgl. Abschnitt «Strahlenexponierte Personen» im Kap. 4.2.3 «Sachverständige Person»).

**Schutz von schwangeren Frauen.** Schwangere Frauen dürfen nur als beruflich strahlenexponierte Personen eingesetzt werden, wenn gewährleistet ist, dass ab Kenntnis einer Schwangerschaft bis zu ihrem Ende die effektive Dosis von 1 mSv für das ungeborene Kind nicht überschritten wird. Stillende Frauen dürfen keine Arbeiten mit radioaktiven Stoffen ausführen, bei denen die Gefahr einer Inkorporation oder radioaktiven Kontamination besteht.

### 4.3.3. Aufbewahrung und Handhabung von Strahlenquellen

**Inventar.** Radioaktive Stoffe und Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung dürfen nicht verloren gehen. Es ist ein Inventar zu führen. Verluste sind umgehend dem BAG zu melden.



**Kennzeichnung.** Radioaktive Stoffe (Aktivität oberhalb LL), Anlagen zur Erzeugung von ionisierender Strahlung und Räume und Behälter, in denen radioaktive Stoffe aufbewahrt oder Anlagen betrieben werden, müssen mit einem Strahlenwarnzeichen gekennzeichnet werden. Dieses Zeichen sowie weitere Kleber (für Strahlenquellen und Röntgenanlagen) sind bei der Suva erhältlich.<sup>37</sup>

Bei der Aufbewahrung radioaktiver Quellen und dem Umgang damit sind insbesondere folgende Sicherheitsregeln zu beachten:

#### Aufbewahrung

- ▶ Radioaktive Stoffe gehören unter Verschluss und müssen an einem dazu vorgesehenen, feuerbeständigen Ort (Schrank, Behälter, Raum) gelagert werden.
- ▶ Alle Behälter, Vitrinen usw., die radioaktive Stoffe enthalten, deren Aktivitäten die Befreiungsgrenze nach Anhang 3 Spalte 9 StSV übersteigen, müssen mit dem Zeichen für Strahlengefahren gekennzeichnet sein.
- ▶ Der für die Aufbewahrung dieser Quellen vorgesehene Ort ist ebenfalls zu kennzeichnen und steht unter der Kontrolle der oder des Strahlenschutz-Sachverständigen. Er muss zudem der zuständigen Feuerwehr gemeldet werden.
- ▶ Radioaktive Quellen sollen nicht direkt neben einem Arbeitsplatz aufbewahrt werden. Ausserhalb des Lagerbereiches ist die Dosisleistung von 2,5  $\mu\text{Sv/h}$  einzuhalten (z. B. am Lagerschrank). Für Strahlenquellen mit geringen Aktivitäten genügt in der Regel ein abschliessbarer Stahlbehälter mit Wandstärke ein Millimeter, der im Sammlungsraum fest montiert ist. Die nuklidspezifischen Dosisleistungen können anhand der Werte in Spalte 6 des Anhangs 3 StSV berechnet werden.

#### Handhabung

- ▶ Bei Versuchen sind radioaktive Stoffe unter Aufsicht der Lehrperson oder durch die Lehrperson einzusetzen, wieder zu entfernen und zu versorgen.
- ▶ Schülerinnen und Schüler dürfen nur unter Aufsicht der oder des Strahlenschutz-Sachverständigen oder einer intern im Strahlenschutz geschulten Person mit radioaktiven Quellen umgehen.

<sup>37</sup> z. B. Suva-Form 1729/21K ([www.suva.ch/material/produkte](http://www.suva.ch/material/produkte))

- ▶ Beim Experimentieren gilt:
  - möglichst kurze Expositionszeit
  - möglichst grosser Abstand zur Quelle
- ▶ Radioaktive Stoffe dürfen nicht mit den blossen Händen berührt werden (Handschuhe tragen).
- ▶ Natürliche radioaktive Stoffe sind zu verpacken (z. B. Dose, Beutel, eventuell Lackierung), damit keine Stäube oder Körner eingeatmet oder eingenommen werden können. Sie dürfen nicht in den Taschen von Kleidungsstücken herumgetragen werden.
- ▶ Jede Bearbeitung (zerkleinern, schleifen usw.) ist zu unterlassen.
- ▶ Beim Umgang mit offenen Quellen muss jegliche Inkorporation oder Kontamination vermieden werden.

#### Dichtigkeitsprüfung (Wischtests)

- ▶ Geschlossene Quellen und radioaktive Objekte müssen einmal pro Jahr visuell und mittels Wischtest auf ihre Dichtheit und Oberflächenkontamination überprüft werden.
- ▶ Für den Wischtest sind Gummihandschuhe und Labormantel zu tragen. Die Arbeiten sind auf einer Kunststoffolie durchzuführen.
- ▶ Beim Wischtest wird die Oberfläche der Quelle mit einer mit Ethanol angefeuchteten Watte mit leichtem Druck abgewischt. Ein etwaiges Strahlenaustrittsfenster an der Quelle sollte dabei nicht berührt werden.
- ▶ Die Watte wird dann in genügender Entfernung der Quelle mit einem Kontaminationsgerät überprüft.
- ▶ Dabei sollte keine erhöhte Aktivität gegenüber dem Untergrund gemessen werden (vorher zu ermitteln, je 3 Messungen à 10 Sekunden). Maximal gelten die Werte des Anhangs 3 StSV, Spalte 12 (CS) in Bq/cm<sup>2</sup> (bezogen auf die Oberfläche der Quelle).
- ▶ Bei dichter Quelle können Watte und Kunststoffolie über den Kehricht entsorgt werden, sofern keine Nettostrahlung auf Watte und Folie festgestellt wurde. Ansonsten ist Artikel 106 StSV zu beachten.
- ▶ Bei erhöhten Werten sind die Quelle, die Watte und die Kunststoffolie als radioaktiver Abfall in einem Beutel zu sammeln und entsprechend zu entsorgen. In diesem Fall ist das BAG zu kontaktieren.

**Betreiben von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung.** Beim Betreiben von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung sind insbesondere folgende Sicherheitsregeln zu beachten:

#### Kennzeichnung

- ▶ Alle Anlagen zur Erzeugung von ionisierender Strahlung (z. B. Röntgenanlagen) sind mit dem Zeichen für Strahlengefahr zu kennzeichnen.
- ▶ Alle Anlagen, die nur zur Anschauung dienen und nicht betrieben werden (dürfen), müssen gut sichtbar mit folgender Bezeichnung versehen sein: «Ausstellungsobjekt; Inbetriebnahme verboten».

#### Betrieb

- ▶ Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung gehören unter Verschluss.
- ▶ Die Bedienung von Röntgeneinrichtungen darf nur unter Aufsicht der oder des Strahlenschutz-Sachverständigen oder einer intern im Strahlenschutz ausgebildeten Person erfolgen. Im Rahmen von Einzelarbeiten (z. B. Maturaarbeiten) sind im Einvernehmen mit der oder dem Strahlenschutz-Sachverständigen bei entsprechender Anleitung Tätigkeiten möglich, die im Klassenverband nicht möglich sind.
- ▶ Es ist nicht zulässig, Körperteile zu röntgen (z. B. Schirmbild der Hand).
- ▶ In Demonstrationsversuchen dürfen nur abgeschirmte Röntgenröhren verwendet werden (Unterrichtsröntgenröhren mit Vollschutzeinrichtung). Sie müssen durch die Abteilung Strahlenschutz des BAG geprüft und für den Einsatz freigegeben sein. (Hinweis: Auch diese Anlagen sind bewilligungspflichtig.)

## 4.4. Verhalten bei Unfällen

Aufgrund des beschränkten Umgangs mit Strahlenquellen an Schulen muss nicht mit Kontamination durch radioaktive Stoffe oder mit deren Aufnahme in den Körper gerechnet werden. Bei jeglichem Verdacht auf Inkorporation oder Inhalation oder einer Bestrahlung, die über dem Grenzwert von 1 mSv liegt, ist umgehend die oder der Strahlenschutz-Beauftragte oder die sachverständige Person zu informieren.

## 4.5. Entsorgung radioaktiver Abfälle

**Grundsatz.** Radioaktives Material darf auf keinen Fall mit dem Siedlungsabfall, mit anderen Chemikalienabfällen oder über das Abwasser «entsorgt» werden.

**Abfälle.** Falls radioaktive Stoffe nicht mehr verwendet werden, müssen sie entsorgt werden. Dafür ist mit dem BAG Kontakt aufzunehmen, damit die Strahlenquellen gemäss den gesetzlichen Bestimmungen entsorgt werden können.<sup>38</sup> Die Abfälle können der jährlich durchgeführten Abfallsammlung übergeben werden. Ergänzende Informationen sowie Kontaktdaten im Zusammenhang mit radioaktiven Abfällen findet man auf der Webseite des BAG.<sup>39</sup>

Alle radioaktiven Abfälle, die eine Halbwertszeit kleiner als 60 Tage haben, müssen in der Schule aufbewahrt werden, bis ihre Aktivität soweit abgefallen ist, dass sie nicht mehr unter den Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung fallen.<sup>40</sup>

**Transport.** Transporte radioaktiver Stoffe unterstehen den entsprechenden Vorschriften über den Transport gefährlicher Güter (SDR). Sie dürfen nicht von der Schule durchgeführt werden.

**«Altlasten».** Sollten sich noch alte Quellen wie Radiumstifte, Radiumuhren usw. an der Schule befinden, die nicht mehr gebraucht werden, so sind auch diese dem BAG zu melden. Das BAG organisiert jährlich eine Abfallsammelaktion (vgl. oben).

<sup>38</sup> BAG, Abteilung Strahlenschutz, Sektion Forschungsanlagen und Nuklearmedizin, 3003 Bern, Tel: 058 462 96 14, Internet: [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch) > Gesund leben > Strahlung, Radioaktivität & Schall > Radioaktive Materialien und Abfälle

<sup>39</sup> [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)

<sup>40</sup> vgl. Anh. 2 StSV



## 5. Hinweise zum Umgang mit Tierpräparaten

### 5.1. Allgemeines

Tierpräparate – «ausgestopfte» Tiere – in Lehr- und Schausammlungen sind bis in die 80er-Jahre mit Arsentrioxid gegen Schadinsekten behandelt worden. Später wurde das Biozid Eulan® eingesetzt. Die Mitglieder des Verbands Naturwissenschaftliche Präparation Schweiz (VNPS) setzen seit dem 01.02.2017 keine gefährlichen Biozide mehr ein.

Zum Schutz der Präparate wurde das Arsentrioxid auf der Innenseite der Tierhäute aufgetragen. Im Laufe der Zeit diffundiert das Arsen in alle Teile des Präparates bis an dessen Oberfläche sowie in den Staub, der sich auf und unter dem Präparat ansammelt.

**Arsentrioxid**



**GEFAHR**  
 H300 Lebensgefahr beim Verschlucken.  
 H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.  
 H350 Kann Krebs erzeugen.  
 H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

*Abbildung 11: Arsentrioxid – GHS-Kennzeichnung gemäss Verordnung (EG) Nr. 1272/2008. Arsentrioxid ist für den Menschen giftig und erwiesenermassen krebserzeugend.*

Der Mensch kann das Arsen bei der Berührung des Präparats über die Haut aufnehmen oder über die Lunge, wenn arsenhaltiger Staub eingeatmet wird. Wichtig: Arsentrioxid ist bei Raumtemperatur nicht flüchtig, es entstehen keine «Arsengase».

Ob ein Präparat mit Arsen belastet ist, kann mittels mobilen Röntgenfluoreszenzspektrometern (engl: X-Ray Fluorescence Spectroscopy, XRF) zerstörungsfrei ermittelt werden. Die kantonalen Fachstellen für Chemikalien oder der VNPS geben Auskunft, wer solche Messungen durchführt, und bieten Beratung bezüglich des Umgangs mit belasteten Präparaten an.

Seit ca. 1990 wird bei der Herstellung von Tierpräparaten in aller Regel kein Arsen mehr verwendet. Dank verbesserter Methoden bei der Behandlung der Tierhaut kann heute auch auf den Einsatz anderer Konservierungsmittel verzichtet werden, sodass arsen- resp. biozidfreie Präparate erworben werden können.

Die beiden folgenden Abschnitte führen auf, was es bei der Aufbewahrung, der Präsentation im Unterricht und der Entsorgung von Tierpräparaten sowie der Reinigung der Vitrinen zu beachten gilt. Tabelle 9 fasst die Anweisungen zusammen.

### 5.2. Aufbewahrung von Tierpräparaten in Schulsammlungen und Präsentation im Unterricht

Manipulationsversuche mit staubigen Präparaten zeigen, dass dabei geringe Mengen arsenbelasteter Staub aufgewirbelt werden. Messungen belegen aber, dass die eingeatmete Menge an Staub dabei gering ist. Somit ist der Umgang mit arsenbelasteten Präparaten durch die Lehrperson unter Einhaltung bestimmter Bedingungen mög-

lich. Tierpräparate können gefahrlos aufbewahrt und im Unterricht verwendet werden, wenn folgende Regeln eingehalten werden:

#### Aufbewahrung:

- ▶ Arsenhaltige Tierpräparate oder solche, von denen nicht bekannt ist, ob sie mit Arsen belastet sind, müssen dauernd in gut schliessenden Vitrinen oder unter dichten Hauben aufbewahrt werden.
- ▶ Die Reinigung von Vitrinen und Präparaten soll mit feuchten Lappen durchgeführt werden, um keinen Staub aufzuwirbeln. Dabei sind als Schutzausrüstung Staubmasken (Typ FFP2) und Handschuhe (Nitril) zu tragen.

#### Präsentation im Unterricht:

- ▶ Vor dem Unterricht, bevor die Schüler den Raum betreten, sind die gewünschten Präparate von der Lehrperson bereitzustellen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Präparate auch bei der Bereitstellung nicht berührt werden. Die Präparate sind so zu platzieren, dass die Schüler diese nicht anfassen können. Nach dem Unterricht, wenn die Schüler den Raum verlassen haben, werden die Präparate wiederum von der Lehrperson in das Lager zurückgebracht. Auch hier muss darauf geachtet werden, dass kein Hautkontakt erfolgt. Händewaschen nach jedem «Handling» mit den Tierpräparaten wird empfohlen.
- ▶ Arsenfreie Tierpräparate können offen präsentiert und stehen gelassen werden. Grundsätzlich sollten aber auch diese Präparate nicht angefasst werden, da sie u. U. andere gesundheitsschädliche Konservierungsmittel enthalten können. Findet ein Hautkontakt statt, sollte die betroffene Stelle sofort gründlich mit Wasser gewaschen werden.
- ▶ Präparate können nur dann gefahrlos berührt werden, wenn sie nachweislich arsen- und biozidfrei hergestellt worden sind. Es empfiehlt sich aber allgemein, die Tierpräparate nicht anzufassen, es sei denn, ein unbedenkliches Präparat wird ausdrücklich als «Streicheltier» zur Verfügung gestellt.

### 5.3. Entsorgung von Tierpräparaten

Arsenhaltige Tierpräparate müssen als Sonderabfall entsorgt werden. Tierpräparate sind u. U. naturwissenschaftlich oder kulturhistorisch wertvoll. Dabei handelt es sich z. B. um Präparate von seltenen Tieren oder von Tieren, die an einem bestimmten Ort erlegt oder gefunden wurden. Bevor man sich von ihnen trennt, sollte unbedingt der Kontakt mit Fachstellen (Museen, Ornithologische Vereine, VNPS u. a.) gesucht werden.

	arsenhaltig oder unbekannt	arsenfrei aber biozidhaltig	nachweislich arsen- und biozidfrei
<b>Aufbewahrung</b>	gut schliessende Vitrine oder dichte Haube vorausgesetzt	gut schliessende Vitrine oder dichte Haube empfohlen	offene Aufbewahrung möglich
<b>Reinigung Vitrine / Präparat</b>	nur mit Schutzausrüstung	nur mit Schutzausrüstung	keine Schutzausrüstung nötig
<b>Offene Präsentation</b>	möglich	möglich	möglich
<b>Berühren</b>	nein	nein	ja
<b>Entsorgung (nur nach Rücksprache mit Museen, VNPS u. a.)</b>	Sonderabfall	Sonderabfall	Kehricht

Tabelle 9: Umgang mit Tierpräparaten



## 5.4. Empfehlung

Schulsammlungen können alt und verstaubt sein und z. T. defekte Präparate enthalten. Zur Optimierung der Sammlung kann ein Spezialist vom VNPS als Berater weiterhelfen. Er begutachtet die Präparate und stellt mit den wertvollen Exemplaren eine pädagogisch optimale Sammlung zusammen. Nicht mehr benötigte Exemplare werden entsorgt. Zudem lohnt es sich, die Präparate und den Ort der Aufbewahrung (Vitrine, Schrank) periodisch zu reinigen. Eine Kontamination mit arsenbelastetem Staub kann so ausgeschlossen werden.

1

2

3

4

5

6

A

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6**
- A



## 6. Rechtlicher Bezug

### 6.1. Chemikalien- und Umweltschutzgesetzgebung

**Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz, ChemG; SR 813.1) und Verordnung vom 5. Juni 2015 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung, ChemV; SR 813.11)**

Zweck des ChemG und der ChemV ist es, das Leben und die Gesundheit des Menschen vor schädlichen Einwirkungen durch Stoffe und Zubereitungen («Chemikalien») zu schützen. Das ChemG legt die grundlegenden Anforderungen fest, die beim Umgang mit Chemikalien zu beachten sind.

Wer mit Chemikalien umgeht, also z. B. Chemikalien herstellt, in Verkehr bringt, lagert, transportiert, verwendet oder entsorgt, muss dafür sorgen, dass Leben und Gesundheit des Menschen nicht gefährdet werden. Die ChemV präzisiert die Anforderungen bei der Abgabe von Chemikalien (z. B. Informationspflicht, Sicherheitsdatenblatt) sowie die Bestimmungen über deren Kennzeichnung, Aufbewahrung und Verwendung.

**Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG; SR 814.01)**

Das USG hat zum Ziel, Menschen, Tiere, Pflanzen und ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen zu schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft zu erhalten.

**Verordnung vom 18. Mai 2005 zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV; SR 814.81)**

Die ChemRRV regelt den Umgang mit Stoffen, die aufgrund ihrer Eigenschaften oder Verwendung eine besondere Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen können. Sie enthält Einschränkungen und Verbote der Herstellung, des Inverkehrbringens oder der Verwendung einzelner Stoffe oder Gruppen von Stoffen sowie Zubereitungen und Gegenständen, die besonders gefährliche Stoffe enthalten. Dazu gehört z. B. das Asbestverbot. Die Vorschriften sind in verschiedenen Anhängen zu finden, die den Hauptteil dieser Verordnung bilden.

Ferner enthält die ChemRRV spezielle Anforderungen an die Kennzeichnung oder die Entsorgung von gefährlichen Stoffen. Ebenfalls in der ChemRRV aufgelistet sind die Tätigkeiten, die nur von Personen oder unter Anleitung von Personen ausgeführt werden dürfen, die über die entsprechende Fachbewilligung verfügen. Die detaillierten Anforderungen für die Fachbewilligungen sind in departementalen Verordnungen konkretisiert.

**Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA; SR 814.600)**

Die VVEA befasst sich mit der Vermeidung, Verminderung und gezielten Verwertung von Abfällen. Sie soll Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften sowie die Gewässer, den Boden und die Luft vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen schützen, die durch Abfälle erzeugt werden. Zudem soll durch die umweltverträgliche Verwertung von Abfällen eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Rohstoffe gefördert werden.

In der VVEA werden u. a. die technischen Bedingungen für eine umweltgerechte Behandlung von Abfällen festgelegt. Es wird verlangt, dass Abfälle so weit wie möglich getrennt erfasst und verwertet werden. Die eidgenössische Abfallgesetzgebung wird durch kantonale Erlasse und auch kommunale Reglemente ergänzt und konkretisiert.

#### **Verordnung vom 22. Juni 2005 über den Verkehr mit Abfällen (VeVA; SR 814.610) und Verordnung des UVEK vom 18. Oktober 2005 über Listen zum Verkehr mit Abfällen (SR 814.610.1)**

Die Verordnung über Listen zum Verkehr mit Abfällen bestimmt, welche Abfälle als Sonderabfälle gelten und teilt jeder Abfallart einen sechsstelligen, herkunftsspezifischen Abfallcode zu. Die VeVA regelt deren Abgabe, Transport und die Entgegennahme einschliesslich der Ein-, Aus- und Durchfuhr. Sonderabfälle müssen über entsprechende Begleitpapiere verfügen. Abfallerzeuger (Abgeberbetriebe) dürfen Sonderabfälle nur an Entsorgungsunternehmen abgeben, die dazu berechtigt, d. h. im Besitze einer entsprechenden kantonalen Bewilligung, sind. Die Abgeberbetriebe benötigen eine Betriebsnummer.

#### **Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG; SR 814.20) und Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV; SR 814.201)**

Die Gewässerschutzgesetzgebung hat zum Ziel, die Gewässer als natürlichen Lebensraum von Tieren und Pflanzen, als Speicher für gesundes Trinkwasser sowie als Bestandteil der Erholungsräume zu schützen und zu erhalten. Dazu gehören sowohl Oberflächengewässer als auch das Grundwasser.

Das GSchG verbietet es, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, direkt oder indirekt in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen. Zudem ist jedermann verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden. Ziel der GSchV ist es ebenfalls, die ober- und unterirdischen Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen und deren nachhaltige Nutzung zu ermöglichen. Die GSchV wird durch kantonales Recht ergänzt und konkretisiert, z. B. im Bereich der Lagerung von und des Umgangs mit wassergefährdenden Flüssigkeiten.

## **6.2. Arbeitnehmerschutz**

Die Bestimmungen der Arbeits- und Unfallversicherungsgesetzgebung sind für alle Angestellten und Lehrpersonen einer Schule anwendbar. Für Schülerinnen und Schüler gilt das Arbeitsrecht nicht.

### **6.2.1. Grundlegende Gesetzgebung**

#### **Bundesgesetz vom 13. März 1964 über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz, ArG; SR 822.11)**

Das ArG regelt neben dem Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (namentlich Arbeitshygiene und Ergonomie) die Arbeitszeiten, die Anforderungen an Arbeitsräume und deren Einrichtungen, die Fluchtwege und weitere Fragen. Ferien oder Lohn sind privatrechtliche Angelegenheiten und deshalb nicht im Arbeitsgesetz, sondern im Obligationenrecht (SR 220) geregelt.

Die Verordnungen 1 bis 5 zum ArG (SR 822.111 bis SR 822.115) konkretisieren das Gesetz bezüglich verschiedener Aspekte. Die Anforderungen zum Schutz der Gesundheit werden in der Verordnung 3 zum ArG (ArGV3, SR 822.113) definiert.

## **Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG; SR 832.20) und Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung, VUV; SR 832.30)**

Das UVG ist primär ein Sozialversicherungsgesetz, das die Bezahlung der Heilungskosten und allfällige Entschädigungen (Renten, Integritätsentschädigungen) bei Unfällen und Berufskrankheiten regelt. Es legt die diesbezüglichen Pflichten der Arbeitgeber und Arbeitnehmenden fest.

Die Verordnung zum UVG, die VUV, enthält zusätzlich wichtige Bestimmungen über die Unfallverhütung und die Prophylaxe von Berufskrankheiten. In dieser Verordnung werden auch konkrete Schutzmassnahmen beim Umgang mit gefährlichen Stoffen vorgeschrieben.

### **6.2.2. Mutter- und Jugendarbeitsschutz**

#### **Verordnung des WBF vom 20. März 2001 über gefährliche und beschwerliche Arbeiten bei Schwangerschaft und Mutterschaft (Mutterschutzverordnung; SR 822.111.52)**

Schwangere Frauen und stillende Mütter dürfen nur dann mit gefährlichen oder beschwerlichen Arbeiten betraut werden, wenn aufgrund einer Risikobeurteilung feststeht, dass dabei keine konkrete gesundheitliche Belastung für Mutter und Kind vorliegt, oder wenn eine solche durch geeignete Schutzmassnahmen ausgeschaltet werden kann (ArGV1). Als für Mutter und Kind besonders gefährlich gelten nach der Mutterschutzverordnung insbesondere Chemikalien mit den folgenden Gefahrenhinweisen<sup>41</sup>:

- ▶ H340, H341 (erbgutverändernd)
- ▶ H350, H351 (krebserregend)
- ▶ H360, H361, H362 (fortpflanzungsgefährdend) oder
- ▶ H370, H371 (spezifische Organtoxizität)

#### **Verordnung des WBF vom 4. Dezember 2007 über gefährliche Arbeiten für Jugendliche (SR 822.115.2)**

Jugendliche in der beruflichen Grundbildung dürfen nur mit gefährlichen Chemikalien<sup>42</sup> arbeiten, wenn dies in der jeweiligen Bildungsverordnung zur Erreichung ihres Ausbildungszieles vorgesehen ist, die Voraussetzungen des Bildungsplans erfüllt sind und die geltenden Altersbeschränkungen eingehalten werden. Jugendliche Arbeitnehmende, die keine berufliche Grundbildung absolvieren, dürfen nicht mit gefährlichen Chemikalien arbeiten. Jugendliche mit einem eidgenössischen Berufsattest oder einem eidgenössischen Fähigkeitszeugnis dürfen im Rahmen des erlernten Berufs Arbeiten mit gefährlichen Chemikalien durchführen. Als Jugendliche gelten Arbeitnehmer beider Geschlechter bis zum vollendeten 18. Altersjahr.

### **6.2.3. EKAS-Richtlinien**

Die **EKAS-Richtlinien**<sup>43</sup> unterstützen die Arbeitgeber dabei, die gesetzlichen Vorschriften zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten umzusetzen. Werden sie berücksichtigt, ergibt sich für den Arbeitgeber zudem der Vorteil der sog. gesetzlichen Vermutungswirkung: «Befolgt der Arbeitgeber solche Richtlinien, so wird

<sup>41</sup> Art. 13 Abs. 2 Bst. a SR 822.111.52

<sup>42</sup> gemäss Art. 1 Bst. f SR 822.115.2

<sup>43</sup> [www.ekas.admin.ch/](http://www.ekas.admin.ch/) > Dokumentation > EKAS-Richtlinien > Gesetzliche Grundlagen

vermutet, dass er diejenigen Vorschriften über die Arbeitssicherheit erfüllt, die durch die Richtlinien konkretisiert werden.»<sup>44</sup> Die gesetzliche Vermutungswirkung wird insbesondere bei Unfällen und Schadenfällen bedeutsam.

**Müssen EKAS-Richtlinien von den Arbeitgebern berücksichtigt werden? Ja.** Der Arbeitgeber kann zwar die Vorschriften über die Arbeitssicherheit auf andere Weise erfüllen, als dies die Richtlinien vorsehen. Allerdings muss er dann nachweisen, dass die Sicherheit der Arbeitnehmenden trotzdem gewährleistet ist. Da dieser gesetzlich geforderte Nachweis üblicherweise mit mehr Aufwand verbunden ist als die Berücksichtigung der jeweiligen EKAS-Richtlinie und zudem bei Nichtberücksichtigung der Richtlinien keine Vermutungswirkung besteht, wird allen Arbeitgebern empfohlen, die EKAS-Richtlinien zu beachten.

**ASA-Richtlinie (EKAS-Richtlinie 6508).** Die Verordnung über die Unfallverhütung verlangt, dass Betriebe mit «besonderen Gefahren», zu denen auch der Umgang mit gefährlichen Chemikalien gehört, zur Gewährleistung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit am Arbeitsplatz «Arbeitsärzte und andere Spezialisten der Arbeitssicherheit (ASA-Spezialisten)» beiziehen müssen. Heute wird der Begriff ASA umfassender verwendet und meint den Aufbau des betrieblichen Sicherheitssystems. Für Arbeitgebende und Sicherheitsfachkräfte ist dieses System ein praktisches Instrument, um Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit im Unternehmen kontinuierlich zu gewährleisten und zu verbessern.

**Weitere Richtlinien** und Publikationen im Bereich Chemikaliensicherheit:

- ▶ Brennbare Flüssigkeiten (EKAS-Richtlinie 1825)
- ▶ Chemische Laboratorien (EKAS-Richtlinie 1871)
- ▶ Säuren und Laugen (EKAS-Richtlinie 6501)
- ▶ Explosionsschutz (SUVA-Merkblatt Nr. 2153)
- ▶ Grenzwerte am Arbeitsplatz (MAK-Werte, SUVA-Publikation 1903)
- ▶ Gasflaschen (SUVA-Publikation 66122)

Die EKAS-Richtlinien können bei der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit bezogen werden<sup>45</sup>, die Merkblätter der SUVA findet man auf ihrer Website<sup>46</sup>.

#### 6.2.4. Feuerpolizeiliche Vorschriften

Die feuerpolizeilichen Vorschriften regeln die Anforderungen an Bauten, Räume und Einrichtungen im Hinblick auf den Brandschutz. Die Brandschutzrichtlinie «Gefährliche Stoffe» (26.15) kann bei der «Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen» bezogen werden.<sup>47</sup>

#### 6.2.5. Arbeitnehmer- und Umweltschutz beim Umgang mit Organismen

**Bundesgesetz vom 21. März 2003 über die Gentechnik im Ausserhumanbereich (Gentechnikgesetz, GTG; SR 814.91)**

Zweck des GTG ist es, den Menschen, die Tiere und die Umwelt vor Missbräuchen der Gentechnologie zu schützen sowie ihrem Wohl bei der Anwendung der Gentechnologie zu dienen. Es legt die grundlegenden Anforderungen für den Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen im geschlossenen System (Labor), bei Freisetzungsversuchen oder beim Inverkehrbringen fest.

<sup>44</sup> Art. 11b Abs. 2 und Art. 52a Abs. 2 VUV

<sup>45</sup> [www.ekas.admin.ch/](http://www.ekas.admin.ch/) > Dokumentation > EKAS Publikationen / Bestellservice

<sup>46</sup> [www.suva.ch](http://www.suva.ch) (Suchfunktion benutzen)

<sup>47</sup> [www.praever.ch](http://www.praever.ch) > Brandschutz > Vorschriften

### **Verordnung vom 9. Mai 2012 über den Umgang mit Organismen in geschlossenen Systemen (Einschliessungsverordnung, ESV; SR 814.912) und Verordnung vom 10. September 2008 über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung, FrSV; SR 814.911)**

Diese beiden Erlasse sollen den Menschen und die Umwelt, insbesondere Tiere und Pflanzen sowie ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume, vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen durch den Umgang mit Organismen schützen. Sie sollen zudem zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Fruchtbarkeit des Bodens beitragen.

Wer absichtlich mit pathogenen, gentechnisch veränderten oder gebietsfremden Organismen umgeht, d. h. sie verwendet, verarbeitet, vermehrt, verändert, nachweist, Freisetzungsversuche damit durchführt, sie in Verkehr bringt, transportiert, lagert oder entsorgt, untersteht der Sorgfaltspflicht, muss das Risiko bewerten und seine Tätigkeiten dem Bund melden resp. von ihm bewilligen lassen. Zudem enthalten die Verordnungen Angaben zur Informationspflicht und zu den erforderlichen Sicherheitsmassnahmen beim Umgang mit Organismen.

### **Verordnung vom 25. August 1999 über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV; SR 832.321)**

Diese Verordnung legt konkret fest, welche Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmenden beim Umgang mit Mikroorganismen und bei der Exposition gegenüber Mikroorganismen (je nach Risikoklasse/Sicherheitsstufe) zu treffen sind. In der ESV und SAMV sind auch die baulichen und organisatorischen Massnahmen beim Umgang mit Mikroorganismen festgelegt.

Weitere Unterlagen im Bereich Biosicherheit:

- ▶ Checkliste «Umgang mit Mikroorganismen» (SUVA-Bestellnummer 67149.d)
- ▶ Verhütung von Berufskrankheiten in diagnostisch-mikrobiologischen Laboratorien (SUVA-Bestellnummer 2869/27d)

## **6.2.6. Strahlenschutz**

### **Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (StSG; SR 814.50) und Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017 (StSV; SR 814.501)**

Die Strahlenschutzgesetzgebung regelt den Umgang mit radioaktiven Stoffen und mit Strahlenquellen. Darin finden sich die bewilligungspflichtigen Tätigkeiten, Schutzmassnahmen für strahlenexponierte Personen sowie die Grundlagen für die Regelungen betreffend sachverständige Personen und den Umgang mit radioaktiven Abfällen.

Die Vorschriften werden teilweise in weiteren Verordnungen präzisiert. Dazu gehören:

- ▶ Verordnung des EDI vom 26. April 2017 über die Aus- und Fortbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung; SR 814.501.261)
- ▶ Verordnung des EDI vom 26. April 2017 über den Umgang mit radioaktivem Material (UraM, SR 814.554)
- ▶ Verordnung des EDI über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle (SR 814.557)

Weitere Unterlagen im Bereich Strahlenschutz:

- ▶ BAG-Wegleitung L-02-01: Strahlenschutz an Schulen
- ▶ BAG-Wegleitung L-02-02: Radioaktive Mineralien
- ▶ BAG-Wegleitung L-06-02: Erstellung von betriebsinternen Weisungen für den Strahlenschutz
- ▶ BAG-Wegleitung L-03-04: Aufgaben und Pflichten des/der Sachverständigen im Bereich der Anwendung ionisierender Strahlung

- ▶ Leitfaden zur Erstellung einer betriebsinternen Weisung für den Strahlenschutz (SUVA-Bestellnummer 66115)
- ▶ Strahlenschutzmessgeräte: Anforderungen und Kontrollen (SUVA-Bestellnummer 66098)

### 6.3. Verkehr

#### Verordnung vom 15. Juni 2001 über Gefahrgutbeauftragte für die Beförderung gefährlicher Güter auf Strasse, Schiene und Gewässern (Gefahrgutbeauftragtenverordnung, GGBV; SR 741.622)

Diese Verordnung regelt die Ernennung, die Aufgaben, die Ausbildung und die Prüfung von Personen, die für die Verminderung von Gefahren tätig sind, die sich aus dem Verpacken, Einfüllen, Versenden, Laden, Befördern oder Entladen gefährlicher Güter für Personen, Sachen und die Umwelt ergeben können (Gefahrgutbeauftragte).

#### Verordnung vom 29. November 2002 über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR; SR 741.621)

Sobald gefährliche Güter auf der Strasse befördert werden, gelten besondere Vorschriften. Auch Chemikalienabfälle sind in der Regel gefährliche Güter. Das Regelwerk von SDR enthält Bestimmungen über die Klassifizierung der gefährlichen Güter, die daraus resultierenden Anforderungen an Verpackungsmaterial und Verpackung, die Kennzeichnung, die Ausrüstung und Beladung der Fahrzeuge sowie die Ausbildung der Fahrzeugführer.

### 6.4. Bezugsquellen für die Gesetzestexte

Die eidgenössischen Rechtstexte können

- ▶ in der systematischen Rechtssammlung des Bundesrechtes abgerufen werden ([www.admin.ch](http://www.admin.ch) > Bundesrecht > Systematische Rechtssammlung) oder
- ▶ beim Bundesamt für Bauten und Logistik in Papierform bezogen werden ([www.bundespublikationen.admin.ch](http://www.bundespublikationen.admin.ch)).



# Anhänge

## Verzeichnis der Anhänge

A Verhaltensregeln im Chemie- und Biologielabor	54
B Druckgasflaschen	55
C Chemikalienkennzeichnung nach GHS	58
D Das Sicherheitsdatenblatt	68
E Verbotene und problematische Stoffe und Stoffgruppen	70
F Klassierung häufig verwendeter Lösungen nach GHS	74
G Checkliste Chemikalien für Schulen – Selbstkontrolle	79
H Checkliste Biosicherheit an Schulen – Selbstkontrolle	81
I Checkliste Strahlenquellen für Schulen – Selbstkontrolle	83
J Checkliste für Lehrpersonen – Chemische Versuche	85
K Risikobewertung – Experimente mit Mikroorganismen	87
L Checkliste für Lehrpersonen – Versuche mit Strahlenquellen	89
M Chemikalienliste	91

1

2

3

4

5

6

A

## A Verhaltensregeln im Chemie- und Biologielabor

Zur Sicherheit im Labor müssen auch die Schülerinnen und Schüler beitragen.

### Allgemeine Verhaltensregeln

- ▶ Das Essen, Trinken, Schminken sowie das Aufbewahren von Nahrungsmitteln im Labor ist verboten.
- ▶ Ich führe Versuche nur nach Anleitung durch und mache keine eigenen Versuche.
- ▶ Bei Unklarheiten jeglicher Art frage ich die Lehrperson.

### Vorbereitung

- ▶ Ich handle so, dass ich die (gefährlichen) Eigenschaften der Chemikalien oder Organismen berücksichtige.
- ▶ Versuche beginne ich erst, wenn ich die Anweisungen verstanden habe.
- ▶ Vor der Arbeit im Labor binde ich lange Haare zusammen.

### Schutzmassnahmen

- ▶ Ich vermeide den Hautkontakt mit Versuchsmaterialien.
- ▶ Ich rieche nur an Versuchsmaterialien, wenn die Lehrperson dazu auffordert. Ich mache keine Geschmacksproben (kein Probieren).
- ▶ Beim Experimentieren trage ich den Mantel, die Schutzbrille und wo nötig auch die Handschuhe, es sei denn, die Lehrperson verordnet etwas anderes.
- ▶ Für die Entnahme von zwei verschiedenen Versuchsmaterialien verwende ich nie denselben Löffel, dieselbe Pipette oder dieselbe Pipettenspitze.
- ▶ Nach jeder Entnahme von Versuchsmaterialien schliesse ich den Behälter.
- ▶ Ich halte Reagenzgläser und andere Behälter nicht mit der Öffnung gegen Personen.

### Nach dem Experimentieren

- ▶ Ich schütte keine Versuchsmaterialien in den Vorratsbehälter zurück.
- ▶ Ich leere nie etwas ohne Anweisung in den Abfluss oder einen Entsorgungsbehälter.
- ▶ Ich hinterlasse den Arbeitsplatz sauber und aufgeräumt.
- ▶ Ich fasse keine Türklinken usw. mit verschmutzten Handschuhen an.
- ▶ Nach dem Experimentieren und Aufräumen wasche ich die Hände. Je nachdem desinfiziere ich sie auch.
- ▶ Die persönliche Schutzausrüstung (Labormantel, Schutzbrille usw.) lege ich beim Verlassen des Labors ab.
- ▶ Ich nehme keine Versuchsmaterialien aus dem Unterrichtszimmer oder dem Labor mit.

### Für den Notfall

- ▶ Ich weiss, wo sich ein Telefon befindet.
- ▶ Ich weiss, wo ich den Feuerlöscher und das Material für die Erste Hilfe finde.
- ▶ Wenn mir oder einer Mitschülerin / einem Mitschüler etwas passiert, informiere ich die Lehrerin / den Lehrer.
- ▶ Wenn der Lehrerin / dem Lehrer etwas zustösst, alarmiere ich ein anderes Mitglied der Lehrerschaft, den Hausdienst oder die Sanität.

Ich habe die Sicherheitsanweisungen gelesen und verstanden.

.....  
Datum

Name

Unterschrift

## B Druckgasflaschen

### Umgang mit Druckgasflaschen



Vor der Verwendung eines Gases (Gaskartuschen) müssen den Verwenderinnen und Verwendern dessen Eigenschaften bekannt sein (Dichte, Entzündbarkeit, Giftigkeit, Erstickungsgefahr). Je nach den Eigenschaften (Entzündbarkeit, Giftigkeit) sind die besonderen Anweisungen des Lieferanten zu beachten.

#### Transport

- ▶ Druckgasflaschen dürfen nur mit aufgesetzter Schutzkappe transportiert werden (nie mit aufgeschraubtem Druckreduzierventil).
- ▶ Es ist ein spezieller Transportwagen zu benutzen (nicht rollen oder schleppen).
- ▶ Für Transporte über Treppen sind besondere Hilfsmittel nötig.

#### Aufbewahrung

- ▶ Druckgasflaschen dürfen nicht im Unterrichtszimmer aufbewahrt werden.
- ▶ In der Sammlung oder dem Vorbereitungsraum dürfen nur so viele Behälter aufbewahrt werden, wie für einen ungestörten Arbeitsablauf nötig sind.
- ▶ Grössere Mengen müssen gegen Zugriff von Unbefugten geschützt im Freien oder entsprechend ausgerüsteten separaten Lagerräumen aufbewahrt werden.
- ▶ Die Räume müssen genügend belüftet, feuersicher und abgeschlossen sein. Bei Aufbewahrung in Untergeschossen muss eine künstliche Lüftung vorhanden sein.
- ▶ Druckgasflaschen dürfen nicht neben Hitze- oder Zündquellen aufbewahrt werden.
- ▶ Flaschen sind gegen Sturz und Wegrollen zu sichern (Kette).
- ▶ Leere Flaschen werden separat aufbewahrt und deutlich gekennzeichnet.

#### Verwendung

- ▶ Verwenderinnen und Verwender sind regelmässig zu instruieren.
- ▶ Improvisierte Anschlüsse oder Übergangsstücke sind verboten.
- ▶ Flaschen sind gegen Umkippen zu sichern.
- ▶ Temperaturen über 40 °C sind zu vermeiden.

#### Rückgabe

- ▶ Flaschenventil verschliessen.
- ▶ Druckreduzierventil abmontieren.
- ▶ Ventilschutzkappe aufsetzen.
- ▶ An den Lieferanten zurückgeben.

#### Literatur

- ▶ Suva-Publikation «Gasflaschen. Lager, Rampen, Verteilsysteme», Bestellnummer 66122.d
- ▶ Suva-Checkliste «Gasflaschen», Bestellnummer 67068.d
- ▶ EKAS-Richtlinie «Flüssiggas», Nr. 6517.d
- ▶ Sicherheitsempfehlungen des Industriegaserverbands Schweiz (IGS), erhältlich von den Gaslieferanten

1

2

3

4

5

6

A

## Bedienung der Gasflaschen



- 1 *Flammenrückschlagventil*
- 2 *Flaschenventil*
- 3 *Druckregulierschraube*
- 4 *Inhaltsmanometer*
- 5 *Arbeitsmanometer*

### Montage

- ▶ Flasche sichern
- ▶ Schutzkappe entfernen
- ▶ Druckreduzierventil anschrauben (ohne Gewalt). Anschlussart beachten und nur für die jeweilige Art des Gases zugelassenes Ventil verwenden.
- ▶ Dichtigkeit prüfen (Seifenwasser, keine Flamme!)
- ▶ Armaturen nicht fetten oder ölen (höchste Brandgefahr bei Sauerstoff)
- ▶ Bei Sauerstoff- und Wasserstoffflaschen Flammenrückschlagventil (1) einbauen
- ▶ Notfallnummer des Lieferanten beim Flaschenlager anbringen

### Entnahme

- ▶ Prüfen, ob Flaschenventil (2) geschlossen sowie Druckregulierschraube (3) locker drehbar und voll offen ist
- ▶ Flaschenventil (2) von Hand langsam öffnen (ohne Werkzeug, keine Gewalt)
- ▶ Druckregulierschraube (3) bis zum gewünschten Druck eindrehen (Arbeitsmanometer [5], typischerweise 1–2 bar)

### Ausserbetriebnahme

- ▶ Flaschenventil (2) schliessen
- ▶ Restgas mit Druckregulierschraube (3) ablassen (beide Manometer auf null)
- ▶ Druckregulierschraube (3) herausdrehen, bis sie locker beweglich ist

## Verhalten im Gefahrfall

### Bei Undichtheit

- ▶ Flaschenventil (2) schliessen
- ▶ Zündquellen fernhalten, für gute Lüftung sorgen
- ▶ Giftige, ätzende oder explosive Gase: Raum sofort verlassen, Feuerwehr beiziehen

### Bei Brand

- ▶ Evakuierung
- ▶ Alarmierung und Feuerwehr anrufen
- ▶ Flaschenventil (2) nach Möglichkeit schliessen

## Farbkennzeichnung von Gasen

### Bedeutung der Farben

Die Schultern von Gasflaschen sind je nach ihrem Inhalt mit einem Farbcode gekennzeichnet. Wichtige Hinweise:

- ▶ Massgeblich sind die Inhaltsangaben auf der Etikette. Die Farbkennzeichnung ist generell nicht eindeutig und gibt nur eine unterstützende Information.
- ▶ Vorsicht: Die Farbcodierung wurde ab 1998 bis 2006 auf ein neues System umgestellt. Es können sich noch Gasflaschen mit der alten Farbkennzeichnung in Gebrauch befinden. Während der Umstellungsphase (bis mindestens 2006) wurde die neue Kennzeichnung mit einem «N» ergänzt. «N» steht für «Neues Kennzeichnungssystem», nicht für Stickstoff (N<sub>2</sub>)!

Für Gase ohne eigenen Farbcode gelten folgende Kennzeichnungen:

Gefahr	Kennzeichnung	Beispiele
Giftig und/oder ätzend	Schulter: gelb	Ammoniak, Chlor, Fluor, Kohlenmonoxid, Stickoxid, Schwefeldioxid
Entzündbar	Schulter: rot	Wasserstoff, Methan, Ethylen, Formiergas, Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch
Oxidierend	Schulter: blau	Lachgasgemische
Inert	Schulter: gelbgrün	Krypton, Xenon, Neon, Druckluft

Beispiele wichtiger Gase nach dem neuen System (Kennfarben EN 1089-3).

Inhalt	Neues System (nach Umstellungsphase, d.h. ab ca. 2006, ohne N)	
Sauerstoff		weiss
Luft		gelbgrün
Stickstoff		schwarz
Kohlendioxid		grau
Acetylen		oxydrot
Wasserstoff		rot
Helium		olivbraun

## C Chemikalienkennzeichnung nach GHS

### Prinzip des GHS

Die verschiedenen Arten von Gefahren, die von Chemikalien ausgehen können, werden in Gefahrenklassen eingeteilt:

<b>Physikalische Gefahren</b>	16 Gefahrenklassen	z. B. «Entzündbare Flüssigkeiten», «Korrosiv gegenüber Metallen» usw.
<b>Gesundheitsgefahren</b>	10 Gefahrenklassen	z. B. «Akute Toxizität», «Augenreizung» usw.
<b>Umwelt</b>	1 (EU: 2) Gefahrenklassen	«Gewässergefährdend» «Die Ozonschicht schädigend» (nur EU)

Innerhalb der Gefahrenklassen wird je nach Ausmass/Schweregrad der Wirkung weiter in Gefahrenkategorien eingeteilt (je nach Gefahrenklasse gibt es zwischen 1 und 7 Kategorien, wobei die Kategorie 1 die höchste Gefahr darstellt). So werden z. B. entzündbare Flüssigkeiten in Abhängigkeit vom Flammpunkt in drei Gefahrenkategorien unterteilt. Aufgrund der Einstufung in die Gefahrenklassen und -kategorien wird ein Produkt mit

- ▶ den entsprechenden Gefahrenhinweisen (Hazard-Statements: H-Sätze) und Sicherheitshinweisen (Precautionary Statements: P-Sätze),
- ▶ den entsprechenden Gefahrenpiktogrammen,
- ▶ einem Signalwort («Gefahr» oder «Achtung»), gekennzeichnet.<sup>48</sup>

Die H- und P-Sätze unterliegen Anpassungen. Die Sätze in den folgenden Tabellen repräsentieren den Stand der 8. Anpassung an den technischen Fortschritt (ATP).<sup>49</sup>

<sup>48</sup> Eine gute Zusammenstellung aller Gefahrenklassen mit Kategorien und den dazu gehörenden Gefahrenpiktogrammen, Signalwörtern und H-Sätzen ist auf dem baua-Plakat Nr. 1 zu finden: [www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/Poster/GHS-01.html](http://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/Poster/GHS-01.html)

<sup>49</sup> Die 8. ATP zur Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 wurde am 14. Juni 2016 veröffentlicht als Verordnung (EU) 2016/918. Sie trat am 1. Februar 2018 in Kraft.  
s. [www.anmeldestelle.admin.ch/chem/de/home/themen/recht-wegeleitungen/stand-der-harmonisierung-mit-internationalen-vorschriften/atp-der-clp-verordnung.html](http://www.anmeldestelle.admin.ch/chem/de/home/themen/recht-wegeleitungen/stand-der-harmonisierung-mit-internationalen-vorschriften/atp-der-clp-verordnung.html)

## Liste der Gefahrenhinweise, H-Sätze (Hazard Statements)

- ▶ H2xx Physikalische Gefahren
- ▶ H3xx Gesundheitsgefahren
- ▶ H4xx Umweltgefahren
- ▶ EUHxxx besondere Gefahrenhinweise im europäischen GHS
- ▶ «...» bedeutet, dass der entsprechende H-Satz präzisiert werden muss
- ▶ «/» bedeutet, dass eine Auswahl getroffen werden muss

### Physikalische Gefahren

H-Satz	Text
H200	Instabil, explosiv.
H201	Explosiv; Gefahr der Massenexplosion.
H202	Explosiv; grosse Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H203	Explosiv; Gefahr durch Feuer, Luftdruck oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H204	Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H205	Gefahr der Massenexplosion bei Feuer.
H220	Extrem entzündbares Gas.
H221	Entzündbares Gas.
H222	Extrem entzündbares Aerosol.
H223	Entzündbares Aerosol.
H224	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.
H225	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
H226	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.
H228	Entzündbarer Feststoff.
H229	Behälter steht unter Druck: kann bei Erwärmung bersten.
H230	Kann auch in Abwesenheit von Luft explosionsartig reagieren.
H231	Kann auch in Abwesenheit von Luft bei erhöhtem Druck und/oder erhöhter Temperatur explosionsartig reagieren.
H240	Erwärmung kann Explosion verursachen.
H241	Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen.
H242	Erwärmung kann Brand verursachen.
H250	Entzündet sich in Berührung mit der Luft von selbst.
H251	Selbsterhitzungsfähig, kann in Brand geraten.
H252	In grossen Mengen selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H260	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können.
H261	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase.
H270	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel.
H271	Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
H272	Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.
H280	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
H281	Enthält tiefgekühltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder -Verletzungen verursachen.
H290	Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.
EUH001	In trockenem Zustand explosiv.
EUH014	Reagiert heftig mit Wasser.
EUH018	Kann bei Verwendung explosionsfähige/entzündbare Dampf-Luft-Gemische bilden.
EUH019	Kann explosionsfähige Peroxide bilden.
EUH044	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss.

## Gesundheitsgefahren

H-Satz	Text
H300	Lebensgefahr bei Verschlucken.
H301	Giftig bei Verschlucken.
H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt.
H311	Giftig bei Hautkontakt.
H312	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.
H314	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H318	Verursacht schwere Augenschäden.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H330	Lebensgefahr bei Einatmen.
H331	Giftig bei Einatmen.
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
H335	Kann die Atemwege reizen.
H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H340	Kann genetische Defekte verursachen. <sup>1)</sup>
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen. <sup>1)</sup>
H350	Kann Krebs erzeugen. <sup>1)</sup>
H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen. <sup>1)</sup>
H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. <sup>1), 2)</sup>
H361	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. <sup>1), 2)</sup>
H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
H370	Schädigt die Organe. <sup>1), 3)</sup>
H371	Kann die Organe schädigen. <sup>1), 3)</sup>
H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition. <sup>1), 3)</sup>
H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. <sup>1), 3)</sup>
H300 + H310	Lebensgefahr bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H300 + H330	Lebensgefahr bei Verschlucken oder Einatmen.
H310 + H330	Lebensgefahr bei Hautkontakt oder Einatmen.
H300 + H310 + H330	Lebensgefahr bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
H301 + H311	Giftig bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H301 + H331	Giftig bei Verschlucken oder Einatmen.
H311 + H331	Giftig bei Hautkontakt oder Einatmen.
H301 + H311 + H331	Giftig bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
H302 + H312	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Hautkontakt.
H302 + H332	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Einatmen.
H312 + H332	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt oder Einatmen.
H302 + H312 + H332	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken, Hautkontakt oder Einatmen.
EUH029	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
EUH031	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
EUH032	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.

Fortsetzung Tabelle «Gesundheitsgefahren» siehe nächste Seite



Fortsetzung Tabelle «Gesundheitsgefahren»

H-Satz	Text
EUH066	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
EUH070	Giftig bei Berührung mit den Augen.
EUH071	Wirkt ätzend auf die Atemwege.

<sup>1)</sup> Mit Expositionsweg, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht.

<sup>2)</sup> Sofern bekannt, wird/werden nur die konkrete(n) Wirkung(en) angegeben.

<sup>3)</sup> Angabe aller betroffenen Organe, sofern bekannt.

## Umweltgefahren

H-Satz	Text
H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.
H420	Schädigt die öffentliche Gesundheit und die Umwelt durch Ozonabbau in der äusseren Atmosphäre.

## Ergänzende Kennzeichnungselemente / Informationen über bestimmte Stoffe und Gemische

H-Satz	Text
EUH201	Enthält Blei. Nicht für den Anstrich von Gegenständen verwenden, die von Kindern gekaut oder gelutscht werden könnten. (Kurzform EUH201: Achtung! Enthält Blei.)
EUH202	Cyanacrylat. Gefahr. Klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
EUH203	Enthält Chrom(VI). Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH204	Enthält Isocyanate. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH205	Enthält epoxidhaltige Verbindungen. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH206	Achtung! Nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können.
EUH207	Achtung! Enthält Cadmium. Bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe. Hinweise des Herstellers beachten. Sicherheitsanweisungen einhalten.
EUH208	Enthält ... Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH209	Kann bei Verwendung leicht entzündbar werden.
EUH209A	Kann bei Verwendung entzündbar werden.
EUH210	Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH401	Zur Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt die Gebrauchsanleitung einhalten.

## Liste der Sicherheitshinweise, P-Sätze (Precautionary Statements)

- ▶ P1xx Allgemein
- ▶ P2xx Vorsorgemassnahmen (Prävention)
- ▶ P3xx Empfehlungen für Erste Hilfe, Rettungsmassnahmen (Reaktion)
- ▶ P4xx Lagerhinweise
- ▶ P5xx Entsorgung
- ▶ «...» bedeutet, dass der entsprechende P-Satz präzisiert werden muss
- ▶ «/» bedeutet, dass eine Auswahl getroffen werden muss

### Allgemeine Sicherheitshinweise

P-Satz	Text
P101	Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten.
P102	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
P103	Vor Gebrauch Kennzeichnungsetikett lesen.

### Vorsorgemassnahmen /Schutzmassnahmen

P-Satz	Text
P201	Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.
P202	Vor Gebrauch alle Sicherheitsratschläge lesen und verstehen.
P210	Von Hitze, heissen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen.
P211	Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
P220	Von Kleidung und anderen brennbaren Materialien fernhalten.
P222	Keinen Kontakt mit Luft zulassen.
P223	Keinen Kontakt mit Wasser zulassen.
P230	Feucht halten mit ...
P231	Inhalt unter inertem Gas / ... handhaben und aufbewahren.
P232	Vor Feuchtigkeit schützen.
P233	Behälter dicht verschlossen halten.
P234	Nur in Originalverpackung aufbewahren.
P235	Kühl halten.
P240	Behälter und zu befüllende Anlage erden.
P241	Explosionssgeschützte (elektrische/Lüftungs-/Beleuchtungs-)Geräte verwenden.
P242	Funkenarmes Werkzeug verwenden.
P243	Massnahmen gegen elektrostatische Entladungen treffen.
P244	Ventile und Ausrüstungsteile öl- und fettfrei halten.
P250	Nicht schleifen/stossen/reiben ...
P251	Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach Gebrauch.
P260	Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.
P261	Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.
P262	Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.
P263	Berührung während Schwangerschaft und Stillzeit vermeiden.
P264	Nach Handhabung ... gründlich waschen.
P270	Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P271	Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.

Fortsetzung Tabelle «Vorsorgemassnahmen/Schutzmassnahmen» siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle «Vorsorgemassnahmen/Schutzmassnahmen»

P-Satz	Text
P272	Kontaminierte Arbeitskleidung nicht ausserhalb des Arbeitsplatzes.
P273	Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
P280	Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.
P282	Schutzhandschuhe mit Kälteisolierung/Gesichtsschild/Augenschutz tragen.
P283	Schwer entflammbare oder flammhemmende Kleidung tragen.
P284	(Bei unzureichender Lüftung) Atemschutz tragen.
P231 + P232	Inhalt unter inertem Gas/... handhaben und aufbewahren. Vor Feuchtigkeit schützen.

### Empfehlungen für Erste Hilfe/Rettungsmassnahmen

P-Satz	Text
P301	BEI VERSCHLUCKEN:
P302	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT:
P303	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar):
P304	BEI EINATMEN:
P305	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN:
P306	BEI KONTAKT MIT DER KLEIDUNG:
P308	BEI Exposition oder falls betroffen:
P310	Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P311	GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P312	Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P313	Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P314	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P315	Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P320	Besondere Behandlung dringend erforderlich (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P321	Besondere Behandlung (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P330	Mund ausspülen.
P331	KEIN Erbrechen herbeiführen.
P332	Bei Hautreizung:
P333	Bei Hautreizung oder -ausschlag:
P334	In kaltes Wasser tauchen [oder nassen Verband anlegen].
P335	Lose Partikel von der Haut abbürsten.
P336	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben.
P337	Bei anhaltender Augenreizung:
P338	Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
P340	Die betroffene Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
P342	Bei Symptomen der Atemwege:
P351	Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen.
P352	Mit viel Wasser/... waschen.
P353	Haut mit Wasser abwaschen (oder duschen).
P360	Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P361	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen.
P362	Kontaminierte Kleidung ausziehen.
P363	Kontaminierte Kleidung vor erneutem Tragen waschen.
P364	Und vor erneutem Tragen waschen.

Fortsetzung Tabelle «Empfehlungen für Erste Hilfe/Rettungsmassnahmen» siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle «Empfehlungen für Erste Hilfe/Rettungsmassnahmen»

P-Satz	Text
P370	Bei Brand:
P371	Bei Grossbrand und grossen Mengen:
P372	Explosionsgefahr.
P373	KEINE Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe/Gemische/Erzeugnisse erreicht.
P375	Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P376	Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P377	Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
P378	... zum Löschen verwenden.
P380	Umgebung räumen.
P381	Bei Undichtigkeit alle Zündquellen entfernen.
P390	Ausgetretene Mengen zur Vermeidung von Materialschäden aufnehmen.
P391	Ausgetretene Mengen aufnehmen.
P301 + P310	BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P301 + P312	BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein: GIFTINFORMATIONSZENTRUM/ARZT/... anrufen.
P301 + P330 + P331	BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.
P302 + P334	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: In kaltes Wasser tauchen oder nassen Verband anlegen.
P302 + P335 + P334	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Lose Partikel von der Haut abbürsten. In kaltes Wasser tauchen (oder nassen Verband anlegen).
P302 + P352	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser/... waschen.
P303 + P361 + P353	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen (oder duschen).
P304 + P340	BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
P305 + P351 + P338	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandenen Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
P306 + P360	BEI KONTAKT MIT DER KLEIDUNG: Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P308 + P311	BEI Exposition oder falls betroffen: GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P308 + P313	BEI Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P332 + P313	Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P333 + P313	Bei Hautreizung oder -ausschlag: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P336 + P315	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben. Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P337 + P313	Bei anhaltender Augenreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P342 + P311	Bei Symptomen der Atemwege: GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt/... anrufen.
P361 + P364	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P362 + P364	Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P370 + P376	Bei Brand: Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P370 + P378	Bei Brand: ... zum Löschen verwenden.
P370 + P372 + P380 + P373	Bei Brand: Explosionsgefahr. Umgebung räumen, KEINE Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe/Gemische/Erzeugnisse erreicht.
P370 + P380 + P375	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brandbekämpfung aus der Entfernung.
P370 + P380 + P375 [+ P378]	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen (... zum Löschen verwenden). Hinweis: Angabe in [...], falls Wasser nicht als Löschmittel geeignet ist.
P371 + P380 + P375	Bei Grossbrand und grossen Mengen: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.

**Lagerhinweise**

P-Satz	Text
P401	Aufbewahrung gemäss ...
P402	An einem trockenen Ort aufbewahren.
P403	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P404	In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P405	Unter Verschluss aufbewahren.
P406	In korrosionsbeständigem/... Behälter mit korrosionsbeständiger Innenauskleidung aufbewahren.
P407	Luftspalt zwischen Stapeln oder Paletten lassen.
P410	Vor Sonnenbestrahlung schützen.
P411	Bei Temperaturen von nicht über ...°C/...°F aufbewahren.
P412	Nicht Temperaturen über 50 °C/122 °F aussetzen.
P413	Schüttgut in Mengen von mehr als ... kg/... lbs bei Temperaturen nicht über ...°C/...°F aufbewahren.
P420	Getrennt aufbewahren.
P402 + P404	An einem trockenen Ort aufbewahren. In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P403 + P233	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.
P403 + P235	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten.
P410 + P403	Vor Sonnenbestrahlung schützen. An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P410 + P412	Vor Sonnenbestrahlung schützen und nicht Temperaturen über 50 °C/122 °F aussetzen.

**Entsorgung**

P-Satz	Text
P501	Inhalt/Behälter ... zuführen.
P502	Information zur Wiederverwendung oder Wiederverwertung beim Hersteller oder Lieferanten erfragen.

1

2

3









4

5

6




A

## Die neun Gefahrenpiktogramme und ihre Bedeutung

	Piktogramm	Beschreibung	Signalwort	Gefahrenklasse
Physikalische Gefahren		<b>Explosierende Bombe</b> GHS01	Gefahr	Explosive und pyrotechnische Stoffe, Gemische und Gegenstände sowie solche, die thermisch instabil oder generell zu empfindlich sind, um sie unter normalen Bedingungen zu verwenden; H200, H201, H202, H203, H204, H240, H241  Beispiele: Pikrinsäure, TNT
		<b>Flamme</b> GHS02	Gefahr/ Achtung	Vorwiegend entzündbare Gase, Flüssigkeiten, Aerosole und Feststoffe; H220, H222, H223, H224, H225, H226, H228  Weitere Gruppen: ▶ Stoffe und Gemische, die bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln; H260, H261 ▶ Selbstentzündbare und selbstzersetzliche Flüssigkeiten und Feststoffe; H250 ▶ Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische; H251, H252 ▶ Organische Peroxide; H241, H242  Beispiele: Propan, Butan, Ether, Acetaldehyd
		<b>Flamme über einem Kreis</b> GHS03	Gefahr/ Achtung	Entzündend wirkende Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase; H270, H271, H272  Beispiele: Sauerstoff, Chlordioxid, Hypochlorit
		<b>Gasflasche</b> GHS04	Achtung	Gase und Gasgemische, die in einem Behältnis enthalten sind und normalerweise ein viel grösseres Volumen einnehmen würden. ▶ Verdichtete Gase (unter Druck); H280 ▶ Verflüssigte Gase; H280 ▶ Gelöste Gase; H280 ▶ Tiefgekühlt verflüssigte Gase; H281  Beispiele: Druckgasflaschen, Flüssiggase
		<b>Ätzwirkung</b> GHS05	Achtung	Stoffe und Gemische, die auf Metalle chemisch einwirken und sie beschädigen oder zerstören (Korrosion); H290  Beispiel: starke Säuren
Gesundheitsgefahren		<b>Ätzwirkung</b> GHS05	Gefahr/ Achtung	Stoffe und Gemische, die folgende Gesundheitsschäden verursachen: ▶ Verätzungen (irreversible Haut- und Gewebeschäden); H314 ▶ schwere Augenschäden; H314, H318  Beispiele: Salzsäure, Natronlauge, Flusssäure
		<b>Totenkopf mit gekreuzten Knochen</b> GHS06	Gefahr	Chemikalien, die bereits in geringen Mengen nach dem Einatmen, Verschlucken oder bei Aufnahme durch die Haut schwere akute Gesundheitsschäden hervorrufen oder zum Tod führen; H300, H301, H310, H311, H330, H331  Beispiele: Flusssäure, Brom, Blausäure
		<b>Ausrufezeichen</b> GHS07	Achtung	Weniger stark gesundheitsgefährliche Stoffe und Gemische mit den folgenden Eigenschaften: ▶ Akut gesundheitsschädlich nach Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut; H302, H312; H332 ▶ Reizend für Haut oder Augen; H315, H319 ▶ Verursachung allergischer Hautreaktionen (Sensibilisierung der Haut); H317 ▶ Reizung der Atemwege; H335 ▶ Betäubende Wirkung; H336  Beispiele: Kohlenwasserstoffe, Limonen

Fortsetzung Tabelle «Gefahrenpiktogramme» siehe nächste Seite

Fortsetzung Tabelle «Gefahrenpiktogramme»

	Piktogramm	Beschreibung	Signalwort	Gefahrenklasse
Gesundheitsgefahren		<b>Gesundheitsgefahr</b> GHS08	Gefahr/ Achtung	Stoffe und Gemische mit diversen organspezifischen Giftwirkungen oder langfristig gesundheitsgefährlichen Eigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Krebserregende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Wirkung (CMR); H340, H341, H350, H351, H360, H361</li> <li>▶ Spezifische, nichtletale reversible oder irreversible Wirkungen auf die menschliche Gesundheit (Organe) nach einmaliger oder längerer Exposition; H370, H371, H372, H373</li> <li>▶ Flüssigkeiten, die nach dem Verschlucken schwere Lungenschäden verursachen (Aspirationsgefahr); H304</li> <li>▶ Stoffe, die beim Einatmen Allergien oder Atembeschwerden verursachen können (Sensibilisierung der Atemwege); H334</li> </ul> Beispiele: Benzol, Petrol, Isocyanate, Methanol
		<b>Umwelt</b> GHS09	Achtung	Stoffe und Gemische, die Wasserorganismen schädigen können: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ akut gewässergefährdend; H400</li> <li>▶ chronisch gewässergefährdend; H410, H411</li> </ul> Beispiele: Javelwasser, diverse Insektizide, Ammoniak
Umweltgefahren		<b>Ausrufezeichen</b> GHS07	Achtung	Stoffe und Gemische, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen. <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ die Ozonschicht schädigend; H420</li> </ul> Beispiele: Tetrachlorkohlenstoff, 1,1,1-Trichlorethan

**Allgemein sind folgende Punkte zu beachten:**

- ▶ Das Gefahrenpiktogramm macht nur summarische Aussagen. Zur genaueren Information sind immer die einzelnen Gefahrenhinweise (H-Sätze) und die Sicherheitshinweise (P-Sätze) zu lesen und zu beachten.
- ▶ Auch Chemikalien ohne Gefahrenpiktogramm können gefährliche Eigenschaften aufweisen und einen sorgfältigen Umgang mit ihnen erfordern. Auf der Etiketle oder der Gebrauchsanweisung befinden sich entsprechende Hinweise.
- ▶ Weitergehende Informationen zum sicheren und umweltgerechten Umgang mit einem Produkt und über seine Eigenschaften findet man im Sicherheitsdatenblatt.

## D Das Sicherheitsdatenblatt

Sicherheitsdatenblätter (SDB) oder Safety Data Sheets (SDS) dienen dazu, die (berufliche) Verwenderin eines Stoffes oder Gemischs über die (gefährlichen) Eigenschaften und den sicheren Umgang mit diesem Stoff oder dieser Zubereitung zu informieren. Es empfiehlt die Massnahmen, die für den Gesundheitsschutz, die Sicherheit am Arbeitsplatz und den Schutz der Umwelt erforderlich sind.

Abschnitt	In diesem Abschnitt findet man z. B. Informationen zu ...
<b>ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs oder des Gemischs und des Unternehmens</b> 1.1. Produktidentifikator 1.2. Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird 1.3. Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt 1.4. Notrufnummer	Verwendungszweck des Produkts, besondere Vorschriften bezüglich Abgabe oder Verwendung des Produkts
<b>ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren</b> 2.1. Einstufung des Stoffs oder Gemischs 2.2. Kennzeichnungselemente 2.3. Sonstige Gefahren	Gefahrenpiktogramme, Signalwort, Gefahren- und Sicherheitshinweise
<b>ABSCHNITT 3: Zusammensetzung /Angaben zu Bestandteilen</b> 3.1. Stoffe 3.2. Gemische	gefährliche Inhaltsstoffe des Produkts
<b>ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Massnahmen</b> 4.1. Beschreibung der Erste-Hilfe-Massnahmen 4.2. Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen 4.3. Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung	typische Symptome bei Kontakt mit dem Produkt, Massnahmen bei Unfällen und unsachgemässer Handhabung
<b>ABSCHNITT 5: Massnahmen zur Brandbekämpfung</b> 5.1. Löschmittel 5.2. Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren 5.3. Hinweise für die Brandbekämpfung	geeignete und ungeeignete Löschmittel oder besondere Schutzausrüstung bei der Brandbekämpfung
<b>ABSCHNITT 6: Massnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung</b> 6.1. Personenbezogene Vorsichtsmassnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren 6.2. Umweltschutzmassnahmen 6.3. Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung 6.4. Verweis auf andere Abschnitte	geeignete Bindemittel bei unbeabsichtigter Freisetzung; Vorschriften zum Schutz der Kanalisation und/oder Oberflächen-gewässer und Grundwasser
<b>ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung</b> 7.1. Schutzmassnahmen zur sicheren Handhabung 7.2. Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten 7.3. Spezifische Endanwendungen	geeignete Lagerungsbehälter, Lüftungsmassnahmen oder erforderliche Auffangsysteme, Zusammenlagerungsgebote
<b>ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition / Persönliche Schutzausrüstung</b> 8.1. Zu überwachende Parameter 8.2. Begrenzung und Überwachung der Exposition	Angaben zu Grenzwerten an Arbeitsplätzen, Massnahmen zur Expositionsreduktion, Angaben zum Haut-, Augen-, Atemschutz (z. B. Schutzmaskentyp und Art der Schutzhandschuhe)

Fortsetzung Tabelle «Das Sicherheitsdatenblatt» siehe nächste Seite



Fortsetzung Tabelle «Das Sicherheitsdatenblatt»

Abschnitt	In diesem Abschnitt findet man z. B. Informationen zu ...
<b>ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften</b> 9.1. Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften 9.2. Sonstige Angaben	Charakterisierung des Produkts (Aussehen, Geruch), chemisch-physikalische Eigenschaften, sicherheitsrelevante Eigenschaften (Flammpunkt, Explosionsgefahr)
<b>ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität</b> 10.1. Reaktivität 10.2. Chemische Stabilität 10.3. Möglichkeit gefährlicher Reaktionen 10.4. Zu vermeidende Bedingungen 10.5. Unverträgliche Materialien 10.6. Gefährliche Zersetzungsprodukte	mögliche thermische Zersetzung oder Freisetzung giftiger Substanzen durch Reaktion mit anderen Stoffen
<b>ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben</b> 11.1. Angaben zu toxikologischen Wirkungen	Wirkung auf die menschliche Gesundheit und die toxischen Eigenschaften entsprechend des Wirkungspfad (Einatmen, Verschlucken)
<b>ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben</b> 12.1. Toxizität 12.2. Persistenz und Abbaubarkeit 12.3. Bioakkumulationspotenzial 12.4. Mobilität im Boden 12.5. Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung 12.6. Andere schädliche Wirkungen	mögliche Wirkungen auf die Umwelt (Luft, Wasser, Boden), Persistenz (Langlebigkeit)
<b>ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung</b> 13.1. Verfahren der Abfallbehandlung	Art der Entsorgung (Kanalisation, Hauskehricht, Sondermüllsammmlung, Abfallschlüsselnummer)
<b>ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport</b> 14.1. UN-Nummer 14.2. Ordnungsgemässe UN-Versandbezeichnung 14.3. Transportgefahrenklassen 14.4. Verpackungsgruppe 14.5. Umweltgefahren 14.6. Besondere Vorsichtsmassnahmen für den Verwender 14.7. Massengutbeförderung gemäss Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäss IBC-Code	Vorsichtsmassnahmen beim Transport (Art der Transportgebinde)
<b>ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften</b> 15.1. Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/ spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch, z. B. Bestimmungen der Jugendarbeitsschutzverordnung, der Verordnung des EVD über gefährliche Arbeiten von Jugendlichen und der Mutterschutzverordnung, sowie Beschränkungs- und Verbotsregelungen der ChemRRV 15.2. Stoffsicherheitsbeurteilung	Einschränkungen und Verbote bei der Abgabe oder Verwendung des Produkts, Zulassung, Mengenschwellen, spezielle nationale Vorschriften
<b>ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben</b>	

1

2

3

4

5

6

A

## E Verbotene und problematische Stoffe und Stoffgruppen

Die folgende Tabelle zeigt eine nicht abschliessende Auswahl von Stoffen und Stoffgruppen, die problematisch sind oder deren Verwendung aufgrund der Umwelt- und Chemikalien-gesetzgebung weitgehend beschränkt oder verboten ist. In der Spalte «Bemerkungen» sind Begründungen aufgeführt, warum sie problematisch sind. Bei all diesen Stoffen und Stoffgruppen ist auf die fachgerechte Entsorgung von Resten und Abfällen aus Versuchen zu achten. Werden problematische Chemikalien in Schülerversuchen eingesetzt, muss besonderes Augenmerk darauf gerichtet werden, dass die Schülerinnen und Schüler die Anweisungen zum sicheren Umgang mit der betreffenden Chemikalie verstanden haben und entsprechend diesen Anweisungen handeln.


### Tabellenfussnoten

\* Die Unterscheidung zwischen der Sek I- und Sek II-Stufe wird gemacht, um der unterschiedlichen Ausbildung der Lehrpersonen der beiden Stufen und der meist eingeschränkten Infrastruktur der Sek I-Schulen Rechnung zu tragen. Die Unterteilung muss aber nicht streng nach Stufen gemacht werden. Sind die Lehrpersonen einer Sek I-Schule gut ausgebildet (mindestens Bachelor in Chemie oder einem verwandten Studiengang) und verfügt ihre Schule über die richtige Infrastruktur, ist auch eine Orientierung an den Sek II-Regeln denkbar. Umgekehrt ist bei fehlender Ausbildung der Lehrpersonen einer Sek II-Schule und/oder mangelnder Infrastruktur ihrer Schule eine Orientierung an den Sek I-Regeln angebracht.



\*\* Film einsetzen. Verfilmte Versuche mit Ammoniumdichromat, mit Explosivstoffen, mit Chlor, Brom, Wasserstoff oder weissem Phosphor sind im Handel oder über das Internet erhältlich.

Stoffe/Stoffgruppen	Bemerkungen	Sek I*	Sek II*
 H330, H310, H300			
Akut toxische Stoffe			
Arsenverbindungen	Sehr giftig.	Verzicht. Reste entsorgen.	Verzicht. Reste entsorgen.
Brom**	Brom ist sehr giftig. Hautkontakt führt zu schwer heilbaren Verätzungen.	Verzicht. Reste entsorgen.	Lagermengen minimieren. Mit elementarem Brom nur Demonstrationsversuche. Für Schülerversuche Bromwasser verwenden. Beim Arbeiten mit Brom eine Lösung von Natriumthiosulfat bereitstellen, um Reste von Brom abreagieren zu lassen.
Chlor**		Verzicht. Druckgasflaschen entsorgen.	Druckgasflaschen entsorgen. Nur Demonstrationsversuche mit selbst hergestelltem Chlor im Abzug.
Cyanide (Kaliumcyanid, Natriumcyanid, Blausäure)	Cyanide sind sehr giftig und reagieren mit sauren Lösungen zur toxischen Blausäure.	Verzicht. Reste entsorgen.	Lagermengen minimieren. Nur Demonstrationsversuche.
Fluor, Fluorwasserstoff, Flußsäure	Fluor, Fluorwasserstoff und Flußsäure sind sehr giftig. Hautkontakt führt zu schwer heilbaren Verätzungen.	Verzicht. Reste entsorgen. Falls noch Flußsäure vorhanden ist: Flußsäure-Notfallset (s. Fussnote 21, Seite 27) bereithalten.	Verzicht. Reste entsorgen. Falls noch Flußsäure vorhanden ist: Flußsäure-Notfallset (s. Fussnote 21, Seite 27) bereithalten.
Phosphor (weiss, gelb)**	Weisser Phosphor setzt bei Raumtemperatur giftige Dämpfe frei. Brennender weisser Phosphor verursacht auf der Haut kaum verheilende Brandwunden.	Verzicht. Reste entsorgen.	Verzicht oder Lagermengen minimieren. Vollständig unter Wasser aufbewahren. Wasserstand regelmässig kontrollieren. Nur Demonstrationsversuche im Abzug.



Stoffe/Stoffgruppen	Bemerkungen	Sek I*	Sek II*
div. Gefahrenpiktogramme (u. a. GH507, GH508) und -hinweise	Andere gesundheitsgefährdende Stoffe		
	Toluol	Ersatz durch Xylol prüfen.	Ersatz durch Xylol prüfen.
	sensibilisierende Stoffe durch Einatmen resp. bei Hautkontakt (Allergien) (H317, H334)	Nur Demonstrationsversuche im Abzug bzw. unter Verwendung von Schutzhandschuhen.	Nur Versuche im Abzug resp. unter Verwendung von Schutzhandschuhen.
	Stoffe mit Gefährdung über Muttermilch (H362)	Mutterschutz beachten.	Mutterschutz beachten.
	<b>Stoffe mit Explosionsrisiko</b>		
	Ammoniumnitrat	Verzicht. Reste entsorgen.	Nur Demonstrationsversuche.
	Chlorate	Verzicht. Reste entsorgen.	Mengenbuchhaltung und Schutz vor Entwendung! Nur kleine Mengen verwenden.
<b>EUH01</b> <b>H201 bis H204</b>	Die meisten Chlorate sind starke Oxidationsmittel. Mischungen mit oxidierbaren Stoffen (z. B. Phosphor, Schwefel, Iod) sind explosiv. Darf nicht gemörsert werden. Perchlorate können zur Herstellung von Sprengstoffen verwendet werden.		
<b>GH502</b>			
div. Gefahrenhinweise	Chlorsäure, Azide	Verzicht. Reste entsorgen.	Verzicht. Reste entsorgen.
	Diethylether (Äther)	Alte Bestände entsorgen. Nicht eintrocknen lassen. Wo möglich durch andere Lösemittel ersetzen. Kaufdatum anschreiben.	Alte Bestände entsorgen. Nicht eintrocknen lassen. Wo möglich durch andere Lösemittel ersetzen. Kaufdatum anschreiben.
	Kalium**	Verzicht. Reste vorsichtig entsorgen.	Verzicht oder Lagermengen minimieren. Alte Bestände vorsichtig entsorgen. Nur Demonstrationsversuche. Muss vollständig unter Paraffinöl aufbewahrt werden. Nötigenfalls Öl nachfüllen.
	Natrium	Nur Demonstrationsversuche mit Kleinmengen. Alte Bestände entsorgen. Muss vollständig unter Paraffinöl aufbewahrt werden. Nötigenfalls Öl nachfüllen.	Alte Bestände entsorgen. Muss vollständig unter Paraffinöl aufbewahrt werden. Nötigenfalls Öl nachfüllen.
	Perchlorsäure	Verzicht. Reste entsorgen.	Nur Demonstrationsversuche mit kleinen Mengen. Nicht abrauchen.






Fortsetzung «Stoffe mit Explosionsgefahr» siehe nächste Seite








	Stoffe/Stoffgruppen	Bemerkungen	Sek I*	Sek II*
Fortsetzung «Stoffe mit Explosions- gefahr»	Pikrinsäure	Eingetrocknete Pikrinsäure ist sehr explosiv bei Schlag oder Reibung.	Verzicht. Reste vorsichtig entsorgen.	Verzicht. Reste vorsichtig entsorgen.
	Tollens-Reagens	Bildung explosiver Silbersalze.	Reagens nicht aufbewahren, sondern nach Gebrauch vernichten.	Reagens nicht aufbewahren, sondern nach Gebrauch vernichten.
	Wasserstoffperoxid 30%	Nur stabilisierte 30%-ige Lösungen lagern. Nicht stabilisierte Lösungen neigen zu spontaner Explosion.	Für Schülerversuche vorsichtig verdünnte Lösungen verwenden.	Schülerversuche mit Vorsicht.
	<b>Extrem entzündbare Gase und Flüssigkeiten</b>	Siehe Anhang B «Druckgasflaschen», Seite 55		
	Wasserstoff aus Druckgasflaschen**	Auf Lüftung und korrekte Lagerung der Gasflasche achten.	Nur Demonstrationsversuche. Verwendete Mengen minimieren, insbesondere bei Knallgasgemischen.	In Versuchen verwendete Mengen minimieren, insbesondere bei Knallgasgemischen.
H220	Ethin (Acetylen) aus Gasflaschen	Für die Verwendung in Werkräumen wird ein separater Leitfaden erstellt.	Verzicht. Reste entsorgen.	Verzicht. Reste entsorgen.
	Diethylether	Siehe oben.		
	Pentan		Lüftung und Lagerung beachten. Lagermenge minimieren. Nur Demonstrationsversuche.	Lüftung und Lagerung beachten. Lagermenge minimieren.
	<b>Umweltgefährliche Stoffe</b>			
	Schwermetalle Kupfer, Silber und Zink sowie deren Salze		Verwendung auf Minimum beschränken. Stäube vermeiden.	Verwendung auf Minimum beschränken. Stäube vermeiden.
	Schwermetalle Blei, Chrom und Cadmium sowie deren Salze	Siehe oben «Krebserregende, erbgutverändernde, fortpflanzungsgefährdende Stoffe».	Nur Demonstrationsversuche. Verwendung auf Minimum beschränken. Stäube vermeiden.	Nur Demonstrationsversuche. Verwendung auf Minimum beschränken. Stäube vermeiden.
H410 H420	Quecksilber	Kleine Mengen Quecksilber in einem zweiten, gut schliessenden Behälter aus bruchsticherm Kunststoff (Polyethylenflasche) aufbewahren. Diesen Behälter kippsicher in eine Kunststoffwanne, die sich in einem Schrank mit Abzug befindet, stellen. Ein Set zur Entsorgung von Quecksilber neben der Wanne griffbereit haben. Der Handel mit Quecksilber ist verboten.	Aufbewahrung zur Demonstration der hohen Dichte möglich.	Aufbewahrung zur Demonstration der hohen Dichte möglich.
	Quecksilbersalze		Verzicht. Reste entsorgen.	Nur Demonstrationsversuche.
	Ozonschichtabbauende und in der Luft stabile Stoffe (Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform, R134a usw.)	Verboten.	Verzicht. Reste entsorgen.	Verzicht. Reste entsorgen.

## F Klassierung häufig verwendeter Lösungen nach GHS

Verdünnte Lösungen von Säuren und Laugen werden je nach Konzentration unterschiedlich eingestuft und gekennzeichnet. Die Tabelle zeigt die Kennzeichnung der Lösungen einiger häufig verwendeter Säuren und Laugen.

Informationen zur Chemikalienkennzeichnung nach GHS: siehe Anhang C «Chemikalienkennzeichnung nach GHS», Seite 58

Offizieller Stoffname	Konzentration	Einstufung	Kennzeichnung Piktogramm	Signalwort H-Sätze	P-Sätze (Empfehlung)			Lagerung	Entsorgung
					Prävention	Reaktion			
Ameisensäure ...%	ab 90 %	Skin Corr. 1A		GEFAHR H314	P102	P301 + P330 + P331	P405	P501	
	10 – < 90 %	Skin Corr. 1B			P280	P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338			
Ammoniak ...%	2 – < 10 %	Skin Irrit. 2		ACHTUNG H315 H319	P102	P302 + P352			
		Eye Irrit. 2			P280	P305 + P351 + P338 P337 + P313			
		Skin Corr. 1B STOT SE 3 Aq. Acute 1			P102 P280 P261 P271 P273	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338 P391			P405 P403 + P233
Fortsetzung «Ammoniak» siehe nächste Seite	5 – < 25 %	Skin Corr. 1B STOT SE. 3	  	GEFAHR H314 H335	P102	P301 + P330 + P331	P405 P403 + P233	P501	
		Eye Dam. 1 Skin Irrit. 2			P280	P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338			
					P261 P271				

Offizieller Stoffname	Konzentration	Einstufung	Kennzeichnung Piktogramm	Signalwort H-Sätze	P-Sätze (Empfehlung)			Lagerung	Entsorgung
					Prävention	Reaktion			
Fortsetzung «Ammoniak ...»	1 – < 3%	Eye Irrit. 2 Skin Irrit. 2		ACHTUNG H319 H315	P102 P280	P302 + P352 P305 + P351 + P338 P337 + P313			
	ab 90%	Skin Corr. 1A Flam. Liq. 3	 	GEFAHR H314 H226	P102 P280 P233	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338	P405 P235	P501	
Natriumhydroxid	25 – < 90%	Skin Corr. 1B		GEFAHR H314	P102 P280	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338	P405	P501	
	10 – < 25%	Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2		ACHTUNG H315 H319	P102 P280	P302 + P352 P305 + P351 + P338 P337 + P313			
Natriumhydroxid	ab 5%	Skin Corr. 1A		GEFAHR H314	P102 P280	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338 P310	P405	P501	
	2 – < 5%	Skin Corr. 1B							
	0,5 – < 2%	Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2		ACHTUNG H315 H319	P102 P280	P302 + P352 P305 + P351 + P338 P337 + P313			

1

2

3

4

5

6

A

Offizieller Stoffname	Konzentration	Einstufung	Kennzeichnung Piktogramm	Signalwort H-Sätze	P-Sätze (Empfehlung)			Lagerung	Entsorgung
					Prävention	Reaktion			
Natriumhypochlorit- lösung ...% Cl aktiv (Javelle)	ab 25 %*	Skin Corr. 1B Aq. Acute 1 EUH031		GEFAHR H314 H400 EUH031	P102 P280 P273 P221	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338 P391	P405 P403 + P233	P501	
	3 – < 5 %*	Eye Dam. 1 Skin Irrit. 2		GEFAHR H318 H315	P102 P280	P302 + P352 P305 + P351 + P338 P337 + P313			
	1 – < 3 %*	Eye Irrit. 2 Skin Irrit. 2		ACHTUNG H315 H319	P102 P280	P302 + P352 P305 + P351 + P338 P337 + P313			
Oxalsäure...%*	ab 5 %	Acute Tox. 4		ACHTUNG H312 H302	P102 P280 P270	P302 + P352 P301 + P312, P330 P322		P501	
Phosphor- säure ...%	ab 25 %	Skin Corr. 1B		GEFAHR H314	P102 P280	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338 P310	P405	P501	
Phosphorsäure ...%	10 – < 25 %	Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2		ACHTUNG H315 H319	P102 P280	P302 + P352 P305 + P351 + P338 P337 + P313			

\* % Cl aktiv (entspricht der Hälfte der Natriumhypochloritkonzentration).



Offizieller Stoffname	Konzentration	Einstufung	Kennzeichnung Piktogramm	Signalwort H-Sätze	P-Sätze (Empfehlung)			Lagerung	Entsorgung
					Prävention	Reaktion			
Salpetersäure ...%	ab 65 %	Skin Corr. 1A		GEFAHR H314 H272	P102 P280 P220, P221	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338 P370 + P378	P405	P501	
		Ox. Liq. 3							
	20 – <65 %	Skin Corr. 1A		GEFAHR H314	P102 P280	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340, P310 P305 + P351 + P338	P405	P501	
5 – <20 %	Skin Corr. 1B								
Salzsäure ...%	1 – <5 %	Skin Irrit. 2		ACHTUNG H315 H319	P102 P280	P302 + P352 P305 + P351 + P338 P337 + P313			
		Eye Irrit. 2							
	ab 25 %	Skin Irrit. 1B STOT SE 3		GEFAHR H314 H335	P102 P280 P261 P271	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P304 + P340, P312 P305 + P351 + P338	P405 P403 + P233	P501	
10 – <25 %	Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2 STOT SE 3								ACHTUNG H315 H319 H335
ab 15 %	Skin Corr. 1A			GEFAHR H314	P102 P280	P301 + P330 + P331 P303 + P361 + P353 P305 + P351 + P338 P310	P405	P501	
5 – <15 %	Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2								ACHTUNG H315 H319

1

2

3

4

5

6

A



## G Checkliste Chemikalien für Schulen – Selbstkontrolle

Diese Checkliste ist ein nützliches Werkzeug, um an einer Schule den korrekten Umgang mit Chemikalien zu überprüfen.

### I. Checkliste

1.	Organisatorisches	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
1.1	Ist eine Chemikalien-Ansprechperson bezeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.2	Sind die Zuständigkeiten für Schulchemikalien geregelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.	Aufbewahrung	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
2.1	Chemikalien für Unbefugte/Schülerschaft unerreichbar (unter Verschluss)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.2	Abtrennung von Heil-, Futter- und Lebensmitteln. Klare Bezeichnung von Lebensmitteln zu Versuchszwecken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Art der Behälter usw. (Originalbehälter, Sicherheit, Eignung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.4	keine Verwechslungsgefahr (keine Chemikalien in Behälter für Lebens- oder Heilmittel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.5	Kennzeichnung der Behälter in der Sammlung (Lesbarkeit, Gefahrenkennzeichnung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.6	Kennzeichnung der Behälter für Schülerversuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Getrennte Aufbewahrung (mindestens separate Auffangwannen) für Säuren/Laugen, Javel/Säuren, entzündbare Stoffe/HNO <sub>3</sub> , Peroxide usw.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.8	Chemikalienzimmer ohne Geruch nach Chemikalien (bei Geruch: ungenügende Belüftung von Schrank, undichte Behälter?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.9	Keine ätzenden Chemikalien über Augenhöhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.10	Kein altes Kalium vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.11	Keine Pikrinsäure vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.12	Zustand der Chemikalien, Mehrfachbestände	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.13	Bei Sprengstoffvorläufern: geeignete Massnahmen zur Kontrolle (z. B. Mengenebuchhaltung) und sicheren Verwahrung ergriffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Umgang mit Chemikalien und Schutzmassnahmen	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
<b>Information</b>				
3.1	Plakat «Erste Hilfe», Notfallnummern, Schutzeinrichtungen vorhanden ▶ ... im Unterrichtszimmer ▶ ... im Vorbereitungszimmer	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	– –
3.2	Sicherheitskennzeichnung von Arbeitsbereichen/Räumen (Warnzeichen) vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.3	Sicherheitsdatenblätter und Betriebsanweisungen vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.4	Fluchtweg und Notausgang signalisiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
<b>Schutzmassnahmen</b>				
3.5	Persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, Handschuhe) entsprechend den Gefahren vorhanden und getragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.6	Schutzbrillen für Schülerversuche vorhanden und getragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7	Belüftung am Platz, an dem mit Chemikalien umgegangen wird, vorhanden (Kapelle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.8	Nur kleine Mengen leicht entzündbarer Flüssigkeiten im Arbeitsbereich (<100 Liter in schwer brennbarem Schrank)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.9	Feuerlöscher und Löschdecke vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–

Fortsetzung Checkliste s. Rückseite

3.	Fortsetzung: Umgang mit Chemikalien und Schutzmassnahmen	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
<b>Erste Hilfe</b>				
3.10	Einrichtungen für Erste Hilfe (fliessendes Wasser, Augendusche) in gutem Zustand vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.11	Hilfsmittel für verschüttete Chemikalien (Universalbinder) bereit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.12	Notfallapotheke vorhanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.13	Bei Flusssäure: Flusssäure-Notfallset vorhanden (s. Fussnote 21, Seite 27)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Asbest</b>				
3.14	Keine asbesthaltigen Gegenstände im Gebrauch (Asbestdrahtgitter, Asbesthandschuhe, Asbestdecken, Asbestschnüre, alte Pical-Platten usw.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
<b>Tierpräparate</b>				
3.15	Nur arsen- und biozidfreie Tierpräparate offen aufbewahrt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Gasflaschen und -kartuschen</b>				
3.16	Gasflaschen gegen Sturz gesichert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.17	Kartuschen separat von Chemikalien gelagert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.18	Menge beschränkt und Schrank mit Lüftungsöffnung unten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
<b>4.</b>	<b>Umwelt und Entsorgung</b>	<b>ja i.O.</b>	<b>nein Mängel</b>	<b>nicht zutreffend</b>
4.1	Keine Verwendung von verbotenen Stoffen (Liste nicht abschliessend): ▶ Chloroform ▶ Benzol ▶ ozonschichtabbauende Stoffe (z. B. CCl <sub>4</sub> ) ▶ Dichromate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
4.2	Umweltgerechte Entsorgung der Chemikalien. Wie? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–

## II. Massnahmen Chemikalien

.....

.....

Datum: .....

Ausgefüllt von: .....

Mängel gemeldet an/am: .....

Mängel zur Kenntnis genommen von/am: .....

## H Checkliste Biosicherheit an Schulen – Selbstkontrolle

Diese Checkliste ist ein nützliches Werkzeug, um an einer Schule den korrekten Umgang mit Mikroorganismen zu überprüfen.

### I. Checkliste

1.	Organisatorisches und Rechtliches	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
1.1	Ist ein(e) Biosicherheitsbeauftragte(r) bezeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.2	Ist ein Sicherheitskonzept erstellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.3	Ist die Risikoklasse aller Tätigkeiten bekannt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.4	Sind allenfalls notwendige Meldungen an den Bund gemacht? (Klasse 1 GVO oder Klasse 2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Bauliche Voraussetzungen	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
2.1	Sind die Böden und Werkbänke leicht zu reinigen und zu desinfizieren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.2	Werden Laborkleider und Schutzausrüstung getrennt von der Strassenkleidung aufbewahrt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.3	Ist eine ausreichende Waschgelegenheit vorhanden (Seife, Desinfektionsmittel, Pflegemittel)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.4	Sind gefährliche Materialien für Unbefugte unzugänglich (unter Verschluss)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Sicherheitsmassnahmen	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
3.1	Sind für alle Tätigkeiten die notwendigen Sicherheitsmassnahmen bekannt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.2	Werden die Arbeitnehmenden/Schüler(innen) ausreichend instruiert und angeleitet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.3	Ist geprüft, ob für bestimmte Personen spezielle Abklärungen/Massnahmen nötig sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.4	Ist die persönliche Schutzausrüstung (Arbeitskleidung, Schutzbrille, Handschuhe, eventuell Schutzmaske) entsprechend der Gefahren vorhanden und wird sie verwendet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
4.	Entsorgung	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
4.1	Werden Mikroorganismen sachgerecht entsorgt? Wie? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Werden kontaminierte Materialien/Geräte sachgerecht entsorgt? Wie? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Erste Hilfe	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
5.1	Ist geklärt, welche Massnahmen bei einem Zwischenfall oder Notfall zu treffen sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
5.2	Sind die Einrichtungen für Erste Hilfe (fliessendes Wasser, Augendusche) vorhanden und in gutem Zustand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
5.3	Ist Desinfektionsmittel für Körper und Oberflächen vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
5.4	Ist eine Notfallapotheke vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–

Fortsetzung Checkliste s. Rückseite

6.	Spezifische Massnahmen für Klasse-2-Tätigkeiten	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
6.1	Ist die Sicherheitskennzeichnung von Arbeitsbereichen/Räumen vorhanden (gelbes Warnzeichen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	Sind die Arbeitsbereiche abgetrennt und nur für Befugte zugänglich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3	Ist ein Verzeichnis der Arbeitnehmenden/Schüler(innen) vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4	Ist ein Autoklav im Gebäude vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## II. Massnahmen Biosicherheit

.....

.....

Datum: .....

Ausgefüllt von: .....

Mängel gemeldet an/am: .....

Mängel zur Kenntnis genommen von/am: .....

# I Checkliste Strahlenquellen für Schulen – Selbstkontrolle

Diese Checkliste ist ein nützliches Werkzeug, um an einer Schule den korrekten Umgang mit Strahlenquellen zu überprüfen.

## I. Checkliste

1.	Organisatorisches	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
1.1	Ist ein(e) Strahlenschutz-Sachverständige(r) bezeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.2	Sind alle strahlenschutzrelevanten Tätigkeiten bekannt und mit der verantwortlichen Person abgesprochen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.3	Ist die Notwendigkeit einer Bewilligung abgeklärt (LA, Röntgen, Hochspannung)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.4	Wird ein Inventar der vorhandenen Quellen geführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.5	Ist eine Person mit Strahlenschutz-Sachverstand vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
1.6	Ist eine interne Wegleitung vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.	Aufbewahrung/Infrastruktur	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
2.1	Sind radioaktive Quellen für Unbefugte/Schülerschaft unerreichbar (unter Verschluss)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.2	Sind Geräte zur Erzeugung ionisierender Strahlung für Unbefugte/Schülerschaft unerreichbar (unter Verschluss)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Sind die Quellen und Geräte mit dem Strahlensymbol gekennzeichnet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.4	Liegen für alle Quellen die Angaben über Nuklid, Aktivität (inkl. Datum der Aktivitätsmessung) vor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.5	Sind keine flüchtigen radioaktiven Substanzen vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.6	Werden Quellen nicht direkt neben einem Arbeitsplatz aufbewahrt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
2.7	Sind Röntgenröhren für Demonstrationsversuche ausreichend abgeschirmt, CE-konform und vom BAG bewilligt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.	Umgang mit radioaktiven Quellen und Strahlung erzeugenden Geräten	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
Information				
3.1	Ist die Sicherheitskennzeichnung von Arbeitsbereichen/Räumen (Warnzeichen) vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.2	Liegen die Daten zu den verwendeten Quellen vor (Nuklid, Aktivität, Datum der Aktivitätsmessung, periodische Kontrollen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.3	Sind die Bedienungsanleitungen für die Geräte vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
Strahlenschutz				
3.4	Ist ein zuverlässiges Messgerät vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5	Sind die erforderlichen Abschirmungen vorhanden und intakt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
3.6	Ist die erforderliche Aufsicht bei Versuchen sichergestellt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
Vorgehen bei Zwischenfällen				
3.7	Ist das Vorgehen bei Zwischenfällen geregelt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–
4.	Umwelt und Entsorgung	ja i.O.	nein Mängel	nicht zutreffend
4.1	Ist die Lagerung/Sammlung etwaiger radioaktiver Quellen bis zur Entsorgung organisiert? Wie? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	–

Fortsetzung Checkliste s. Rückseite

## II. Massnahmen Strahlenquellen

.....

.....

Datum: .....

Ausgefüllt von: .....

Mängel gemeldet an/am: .....

Mängel zur Kenntnis genommen von/am: .....



## J Checkliste für Lehrpersonen – Chemische Versuche

Diese Checkliste ist ein nützliches Werkzeug, um das Risiko eines Versuchs zu überprüfen.

Versuch: .....

Lehrerversuch     Schülerversuch

### Checkliste

Stoffe/Chemikalien	ja	nein	nicht zutreffend
Sind die Eigenschaften der verwendeten Stoffe und der Reaktionsprodukte bekannt? Informationsquellen: ▶ Sicherheitsdatenblatt ▶ Versuchsanleitung/Literatur ▶ Stoffmerkblatt ▶ Grenzwerte ▶ Datenbank der registrierten Stoffe der ECHA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist der Umgang mit den Stoffen, Reaktionsprodukten oder Abfällen problematisch? ▶ Explosionsgefahr, Entzündbarkeit ▶ Giftigkeit (besonders bei Hautkontakt, Einatmen) ▶ CMR-Eigenschaften ▶ Reaktionsfähigkeit ▶ Verbote, Beschränkungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Können auch weniger problematische Stoffe eingesetzt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Können auch die Mengen reduziert werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muss auf den Mutterschutz geachtet werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die verwendeten Stoffe bei Schülerversuchen aufgrund des Alters, der Schulstufe oder den Fähigkeiten entsprechend geeignet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Chemikalien noch gebrauchsfähig? ▶ Zustand, Stabilität ▶ Reinheit, Verschmutzungen ▶ Lagerbedingungen ▶ Behälter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Versuchsablauf/Aufbau	ja	nein	nicht zutreffend
Ist der Ablauf des Versuches genau bekannt? ▶ ablaufende Reaktion(en) ▶ erforderliche/maximale Mengen ▶ Apparatur, Aufbau ▶ Reaktionsbedingungen ▶ Reaktionskontrolle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist bekannt, was bei abweichendem Ablauf passieren kann? ▶ Ausfall von Kühlung, Rührer, Heizung, Lüftung ▶ Defekt der Apparatur, Undichtigkeit ▶ Verstopfung ▶ sicherer Versuchsunterbruch/sicherer Abbruch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind etwaige besondere Gefahren bekannt? ▶ Druck, Vakuum ▶ Temperatur ▶ Entstehung/Freisetzung gefährlicher Gase, Stäube, Dämpfe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fortsetzung Checkliste s. Rückseite

Fortsetzung Versuchsablauf / Aufbau	ja	nein	nicht zutreffend
Sind Apparaturen, Geräte und Versuchsaufbau den Gefahren angemessen und entsprechend sicher? ▶ Beständigkeit und Eignung der Materialien ▶ mechanische Stabilität ▶ Dichtigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schutzmassnahmen/Notfallmassnahmen	ja	nein	nicht zutreffend
Sind gefährliche Chemikalien, Reaktionsprodukte, Abfälle vor dem Zugriff durch Schüler geschützt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind besondere Schutzmassnahmen für Lehrpersonen oder Schüler festgelegt und vorhanden? ▶ Schutzausrüstung (Körper, Hautschutz, Augenschutz) ▶ Lüftung (Kapelle, Absaugung, besondere Raumlüftung) ▶ geschlossenes System ▶ Splitterschutz, Schutzscheibe ▶ Brand-/Explosionsschutzmassnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Massnahmen bei Störungen, Unfällen, Notfällen festgelegt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die entsprechenden Informationen/Materialien/Einrichtungen im Fall von Störungen, Unfällen, Notfällen bereit und funktionstüchtig? ▶ Feuerlöscher, Löschdecke ▶ Neutralisationsmittel, Bindemittel ▶ Erste-Hilfe-Ausrüstung und -Installationen ▶ Notfallnummern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entsorgung	ja	nein	nicht zutreffend
Ist die korrekte Entsorgung/Reinigung der Resten, Abfälle und Geräte bekannt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die entsprechenden Gefässe/Mittel dazu vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei Kreuzen in hellblau hinterlegten Feldern muss die Versuchsanordnung überprüft werden.

## Bemerkungen

.....

.....

.....

Datum: ..... Unterschrift: .....

## K Risikobewertung – Versuche mit Mikroorganismen

Versuch: .....

Lehrerversuch     Schülerversuch     Versuch wurde mit BSO besprochen

### Checkliste

Nr.	Organismen und Tätigkeiten
1	Mit welchen (Mikro-)Organismen wird gearbeitet? .....
2	In welche Gruppe sind diese Organismen eingeteilt? <sup>50</sup> .....
3	In welche (Risiko-)Klasse ist die geplante Tätigkeit eingeteilt? <sup>51</sup> .....
4	Muss eine Meldung an den Bund gemacht werden? <sup>52</sup> .....
Nr.	Sicherheitsmassnahmen
5	Welche Gefahren können von den verwendeten Organismen oder von der geplanten Laborarbeit ausgehen? ..... ..... .....
6	Wie können Organismen aus dem Labor verschleppt werden, und mit welchen Massnahmen lässt sich das verhindern? ..... ..... .....
7	Welche Schutzausrüstung ist notwendig? ..... ..... .....

Fortsetzung Checkliste s. Rückseite

<sup>50</sup> [www.bafu.admin.ch/biotechnologie](http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie) > Publikationen und Studien > Einstufung von Organismen

<sup>51</sup> Analyse von Boden-, Wasser-, Luft- oder Lebensmittelproben gelten als Klasse-1-Tätigkeiten, sofern nicht davon ausgegangen werden muss, dass die Proben ausserordentlich belastet sind.

<sup>52</sup> Eine Meldung muss eingereicht werden für i) alle Tätigkeiten mit gentechnisch veränderten Organismen sowie ii) Tätigkeiten mit krankheitserregenden Organismen ab Gruppe 2.



## L Checkliste für Lehrpersonen – Versuche mit Strahlenquellen

Diese Checkliste kann helfen, das Risiko eines Versuchs mit Strahlenquellen zu eruieren.

Versuch: .....

Lehrerversuch     Schülerversuch

### Checkliste

Materialien/Strahlenquellen	ja	nein	nicht zutreffend
Könnte das Lernziel auch ohne Strahlenexposition erreicht werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Aktivität des verwendeten Materials und die Eigenschaften der entstehenden Strahlung bekannt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die beim Experiment zu erwartende Strahlendosis bekannt und unbedenklich (einmalige Exposition: max. 10 $\mu$ Sv)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist der Umgang bewilligungspflichtig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muss eine Dosimetrie für die beteiligten Personen durchgeführt werden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Anlage für den vorgesehenen Zweck geeignet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Handelt es sich um einen gut beschriebenen Standardversuch?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurde der Versuch mit der/m Strahlenschutz-Sachverständigen erörtert und für sicher befunden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schutzmassnahmen/Notfallmassnahmen	ja	nein	nicht zutreffend
Findet der Versuch unter Anleitung und Aufsicht einer im Strahlenschutz instruierten Lehrperson statt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist sichergestellt, dass keine radioaktiven Stoffe freigesetzt werden, die Kontamination oder Inkorporation verursachen könnten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird der Versuch so durchgeführt und werden Massnahmen ergriffen, dass die Strahlenexposition auf ein Minimum begrenzt wird?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird eine etwaige problematische Strahlenexposition erkannt/mit einem Messgerät überprüft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werden Unbeteiligte vor einer Exposition geschützt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind spezielle Schutzmassnahmen erforderlich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entsorgung	ja	nein	nicht zutreffend
Ist ein korrekter Entsorgungsweg des radioaktiven Materials bekannt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die entsprechenden Gefässe/Lagermöglichkeiten dazu vorhanden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bei Kreuzen in hellblau hinterlegten Feldern ist die Versuchsanordnung zu überprüfen.

### Bemerkungen

.....

Datum: .....

Unterschrift: .....





1

2

3

4

5

6

A









