



KANTONALES LABOR  
ZÜRICH

---

# Sicherer Umgang mit Chemikalien in Naturwissenschaften und Technik

---

Leitfaden für Verantwortliche an Volksschulen

---



# Impressum / Inhalt

---

## Impressum

### Herausgeber

Kantonales Labor Zürich



Erarbeitet im Rahmen von ChemNetZH, dem kantonalen Netzwerk zur Koordination des Vollzugs des Chemikalienrechts.

### Autoren

- » **Urs Näf**, Kantonales Labor Zürich, Abteilung Chemikalien
- » **Jürg Sinniger**, AWEL, Abteilung Gewässerschutz

### mit Beiträgen von

- » **Brigitte Fischer**, AWEL, Sektion Abfallwirtschaft (Entsorgung)
- » **Beat Häring**, Amt für Wirtschaft und Arbeit, Arbeitsbedingungen (Arbeitsinspektorat)
- » **Felix Zuberbühler**, Amt für Wirtschaft und Arbeit, Arbeitsbedingungen (Arbeitsinspektorat)
- » **Kantonale Fachstellen für Chemikalien** (chemsuisse)

### Kooperationspartner

Volksschulamt des Kantons Zürich

Stand: 20.2.2013

## Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>Verwendung des Leitfadens</b>	<b>5</b>
<b>1 Allgemeines zu Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz an Schulen</b>	<b>7</b>
Allgemeines	7
Aufgaben und Zuständigkeiten	7
Organisatorische Voraussetzungen	7
Detailliertere Regelungen	8
Chemikalien ausserhalb von «Naturwissenschaften und Technik»	8
Hinweis auf den Umgang mit (Mikro-)Organismen und Radioaktivität	8
<b>2 Einkauf von Chemikalien</b>	<b>9</b>
Grundsätze	9
Sicherheitsinformationen	9
Problematische und verbotene Stoffe	9
<b>3 Lagerung und Aufbewahrung von Chemikalien</b>	<b>11</b>
Grundsätze	11
Kennzeichnung von Gebinden durch die Schule	12
Die Chemikaliensammlung	14
Entrümpelung der Chemikaliensammlung	15
Einrichtung und Ausrüstung in Sammlung und Unterrichtszimmer	16
Besondere Anforderungen für die Lagerung von Gasflaschen	17
<b>4 Verwendung und Handhabung von Chemikalien</b>	<b>19</b>
Grundsätze	19
Verwendungsverbote und -einschränkungen	20
Demonstrationsversuche	24
Besondere Hinweise für Experimente für Schülerinnen und Schüler	25
Chemikalien ausserhalb «Naturwissenschaften und Technik»	26
Hinweis auf arsenhaltige Tierpräparate	27

<b>5</b>	<b>Entsorgung von Chemikalien</b>	<b>29</b>
	Grundsätze	29
	Vorgehen	29
	Exkurs: Umgang mit Sonderabfall	31
	Abfallarten in Schulen	32
<b>6</b>	<b>Erste Hilfe bei Notfällen mit Chemikalien</b>	<b>35</b>
	Grundsatz	35
	Allgemeines zum Vorgehen in Notfällen mit Chemikalien	35
	Externe Alarmierung: Wichtige Notrufnummern	36
	Vorgehen im Brandfall	36
	Einatmen giftiger Stoffe	36
	Augenspritzer	37
	Hautkontakt	37
	Einnahme von Giften	37
	Unbeabsichtigte Freisetzung gefährlicher Chemikalien	37
	Erforderliche Mittel für Erste Hilfe	38
<b>7</b>	<b>Rechtlicher Bezug</b>	<b>41</b>
	Übersicht über die wichtigsten Rechtserlasse	41
	Besondere Bestimmungen zum Arbeitnehmerschutz	42
	Arbeitnehmerschutz beim Umgang mit Organismen	44
	Bezugsquellen für die Gesetzestexte	45
<b>8</b>	<b>Weitere Unterlagen und Publikationen</b>	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>Adressen</b>	<b>48</b>
	Kanton Zürich	48
	Bundesstellen	49
<b>10</b>	<b>Verzeichnis der Beiblätter</b>	<b>50</b>
	Haftungsausschluss	50

# Vorwort

---

Dieser Leitfaden beschreibt die Grundsätze des richtigen Umgangs mit Chemikalien an Volksschulen. Er zeigt, wie man übersichtliche Chemikaliensammlungen einrichtet, Experimente sicher durchführt und Chemikalien richtig entsorgt. Zudem erläutert er, wie die Verantwortlichkeiten innerhalb des Schulhauses geregelt werden können.

In Volksschulen spielen Chemikalien vor allem im Rahmen des Unterrichts von «Naturwissenschaften und Technik» eine Rolle, nämlich dann, wenn von der Chemie – der Lehre von den Stoffen, ihren Eigenschaften und Umwandlungen – die Rede ist. Um den Unterricht lebendig, anschaulich und praxisbezogen zu gestalten, führt die Lehrperson Demonstrationsversuche vor oder lässt die Schülerinnen und Schüler selbst experimentieren. Die Chemikalien, die dafür benötigt werden, müssen vor ihrer Verwendung jedoch eingekauft und gelagert werden; braucht man sie nicht mehr, steht ihre Entsorgung an. Da Chemikalien giftig, brennbar, brandfördernd, explosiv oder umweltgefährdend sein können, erfordern alle Formen des Umgangs mit ihnen Umsicht und Sorgfalt. Der Leitfaden zeigt, was es im Zusammenhang mit Chemikalien zu beachten gilt, damit die Sicherheit gewährleistet ist und Menschen, Einrichtungen und Umwelt vor Schäden geschützt werden. Er möchte aber nicht nur vor den Gefahren warnen, sondern die Lehrpersonen dazu ermutigen, im Chemieunterricht Versuche durchzuführen. Ist man sich der Gefahren, die von Chemikalien ausgehen, bewusst, so bietet ihr Einsatz im Unterricht die Gelegenheit, Anliegen des Gesundheits- und Umweltschutzes zu thematisieren und die Schülerinnen und Schüler für einen sorgfältigen und verantwortungsvollen Umgang mit Gefahrenquellen vorzubereiten.

Der Leitfaden richtet sich an alle, die direkt oder indirekt mit der Sicherheit in «Naturwissenschaften und Technik» betraut sind. Das sind insbesondere die Verantwortlichen für die Chemikaliensammlungen und die Lehrpersonen. Sie sind in erster Linie zuständig für die sichere Handhabung von Chemikalien im Unterrichtszimmer und im Labor. Ebenfalls zu den Adressaten dieses Leitfadens gehören die Schulleitungen und Schulbehörden, die letztlich für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit an der Schule verantwortlich sind.

Verfasst wurde der Leitfaden von den Fachstellen des Kantonalen Labors Zürich, des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft sowie des Amtes für Wirtschaft und Arbeit, wobei die Autorinnen und Autoren wertvolle Unterstützung des Volksschulamts erhalten haben. Das Autorenteam hofft, mit dem Leitfaden ein Hilfsmittel geschaffen zu haben, das zu Sicherheit im Unterrichtszimmer und Schulhaus motiviert. 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.

## Verwendung des Leitfadens

---

Der erste Teil des Leitfadens ist der Organisation der Sicherheit gewidmet. Er beschreibt, welche Aufgaben im Zusammenhang des Gesundheits- und Umweltschutzes anfallen, wer verantwortlich ist für die Erledigung dieser Aufgaben und wie sie sinnvoll delegiert werden können. Dieser Teil richtet sich neben den Lehrpersonen insbesondere an die Verantwortlichen von Behörde und Schulleitung.

Die folgenden Teile enthalten primär «technische» Informationen, die sich vorwiegend an die beauftragten Fachkräfte richten. Zuerst wird auf den Einkauf und die Lagerung der Chemikalien eingegangen, wobei auch die Anforderungen an die Einrichtung und den Unterhalt der Chemikaliensammlung erwähnt werden. Das Kapitel über den Umgang mit Chemikalien weist auf verbotene und problematische Stoffe hin und führt die erforderlichen Schutzmassnahmen beim Experimentie-

ren auf. Das folgende Kapitel befasst sich mit der korrekten Entsorgung von Chemikalienresten und Rückständen aus den Versuchen. Obwohl oberstes Ziel des Leitfadens ist, Unfälle zu verhüten, werden schliesslich die Massnahmen der Ersten Hilfe vermittelt, wobei insbesondere Wert auf die Bereitstellung und Instandhaltung der dafür erforderlichen Einrichtungen gelegt wird.

Die abschliessenden Kapitel weisen auf die rechtlichen Grundlagen hin, die diesem Leitfaden zugrunde liegen, und listen wichtige Unterlagen, Publikationen und Internetadressen für weiterführende Informationen auf.

Schliesslich wird der Leitfaden ergänzt durch ein Set von Beiblättern mit Detailinformationen oder Vorlagen, die als Word- oder pdf-Dateien heruntergeladen werden können.





# 1 Allgemeines zu Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz an Schulen

## Allgemeines

**Schulen gelten als Betriebe.** Als solche sind sie verpflichtet, die Aufgaben zu Gewährung der Sicherheit und zum Schutz der Gesundheit gemäss der EKAS-Richtlinie 6508 (ASA-Richtlinie, vgl. Kapitel 7 «Rechtlicher Bezug») wahrzunehmen. Das Sicherheitskonzept der Schule muss daher auch den Umgang mit Chemikalien, gegebenenfalls auch mit Mikroorganismen und Radioaktivität, abdecken. Im Weiteren müssen Schulen im Umgang mit gefährlichen Materialien die Aspekte des Umweltschutzes berücksichtigen.

## Aufgaben und Zuständigkeiten

**Die Verantwortung** für die Sicherheit liegt grundsätzlich beim Arbeitgeber, im Falle einer Schule also bei der Schulbehörde und der Schulleitung. Diese Instanzen sind verantwortlich dafür, dass ein Sicherheitskonzept erstellt und die notwendigen Massnahmen im Bereich Sicherheit sowie Gesundheits- und Umweltschutz getroffen werden.

Bei der Umsetzung des Sicherheitskonzepts sind die betroffenen Personen mit einzubeziehen (Mitglieder der Schulleitung, Lehrkräfte, Mitarbeitende sowie Schülerinnen und Schüler).

Zu den Aufgaben der Schule gehören auch die Information des Personals über seine Pflichten und die Instruktion über die Art und Weise, wie die Massnahmen umgesetzt werden sollen.

**Die Zuständigkeiten und Kompetenzen** müssen klar geregelt werden. Für alle Aufgaben müssen Beschreibungen festgehalten und den verantwortlichen Personen zur Kenntnis gebracht werden. Es sind insbesondere folgende Punkte zu regeln:

→ Wer ist für Einkauf, Lagerung, Verwendung und Entsorgung der Chemikalien verantwortlich?

→ Welche genauen Aufgaben haben die Personen, die für einen bestimmten Bereich zuständig sind?

→ Welches sind die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der einzelnen Lehrpersonen?

→ Gibt es unterschiedliche Zuständigkeiten für verschiedene Bereiche (Naturkunde, Werkräume, Reinigung, Schwimmbad, Gartenunterhalt)?

## Organisatorische Voraussetzungen

**Sicherheitsbeauftragte.** Die Gemeinden und Schulen haben die Möglichkeit, die Verantwortlichkeiten im Detail entsprechend ihren Bedürfnissen zu regeln. Üblicherweise werden die Erstellung und Umsetzung eines Sicherheitskonzepts an eine Sicherheitsbeauftragte oder einen Sicherheitsbeauftragten delegiert. Für bestimmte Bereiche, etwa den Umgang mit Chemikalien, können weitere Personen (z.B. die gesetzlich vorgesehenen Fachpersonen) entsprechende Aufgaben übernehmen.

**Chemikalien-Ansprechperson.** Wie in jedem Betrieb ist in jeder Schule eine Chemikalien-Ansprechperson zu bezeichnen. Sie ist die Kontaktperson für die Vollzugsbehörden und soll über die betriebsinternen Zuständigkeiten im Bereich Chemikalien Auskunft erteilen können. Ausserdem soll sie die Kompetenz haben, Weisungen der Behörden umzusetzen oder an die richtige interne Stelle weitergeben zu können. Als Chemikalien-Ansprechperson kommen daher in erster Linie die verantwortliche Person für die Chemikaliensammlung oder die Schulleiterin resp. der Schulleiter in Frage.

**Fachkenntnisse.** Die mit der Chemikaliensicherheit beauftragte Person muss über ausreichende Fachkenntnisse im jeweiligen Bereich verfügen. Dabei sind auch die Vorgaben der Gesetzgebung für die einzelnen Bereiche (Chemikalien, evtl. auch Biosicherheit, Strahlenschutz) zu beachten.

Im Demonstrationsversuch wird teilweise mit gefährlichen Stoffen gearbeitet. Lehrkräfte müssen in der Lage sein, Sicherheitsaspekte umfassend einzuschätzen. Für den unmittelbaren Umgang mit gefährlichen Chemikalien ist grundsätzlich die jeweilige Lehrperson verantwortlich. Es ist Aufgabe jeder Lehrerin und jedes Lehrers, sich und andere durch angemessene Sicherheitsmassnahmen vor Schäden zu schützen. Durch den verantwortungsvollen und umsichtigen Umgang lernen auch die Schülerinnen und Schüler die Handhabung gefährlicher Stoffe und Situationen.

### Detailliertere Regelungen

Detailliertere Regelungen ergeben sich in der Regel aus dem Sicherheitskonzept. Es sind beispielsweise Rechte und Pflichten für folgende Themenbereiche festzuhalten:

- Von wem wird die Chemikaliensammlung organisiert und betreut?
- Sind besondere Regeln für den Umgang mit Chemikalien festzuhalten?
- Wer ist berechtigt, Chemikalien einzukaufen?
- Wer sorgt für die Entsorgung alter Chemikalien und Chemikalienreste?
- Wer hat Zugang zu welchen Chemikalien?
- Wer informiert neue Lehrpersonen sowie Mitarbeitende über die Chemikaliensicherheit?
- Wie wird die Schülerschaft auf den Umgang mit Chemikalien vorbereitet?
- Sind allenfalls erforderliche Fachbewilligungen vorhanden?

### Chemikalien ausserhalb von «Naturwissenschaften und Technik»

**Werkunterricht.** Insbesondere im Werkunterricht werden Arbeiten durchgeführt, bei denen eine Exposition gegenüber Chemikalien stattfindet (Lackieren,

Kleben, Löten etc.). In diesem Bereich wird auf die separate Broschüre des Bundesamtes für Gesundheit verwiesen (BAG Broschüre «Heimwerker»).

#### Lagerung grösserer Mengen von Chemikalien.

Werden in einem Schulhaus grössere Mengen an Chemikalien (etwa für die Wasseraufbereitung in einem Schwimmbad oder die Reinigung) gelagert, gelten allenfalls weitere Vorschriften (Bewilligungspflicht, Störfallverordnung). Dies sollte mit den zuständigen Behörden geklärt werden.

**Fachbewilligungen.** Bei gewissen Tätigkeiten wird vorausgesetzt, dass die ausführende Person über eine spezielle Fachbewilligung verfügt. In einer Schule gilt dies vor allem für:

- die Desinfektion von Badewasser,
- die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln beim Unterhalt der Umgebung

Die Schule muss sicherstellen, dass die Ausführung dieser Tätigkeiten durch eine Inhaberin oder einen Inhaber eines Fachbewilligungs-Ausweises oder zumindest unter Aufsicht einer Person, die über einen Ausweis verfügt, durchgeführt wird.

### Hinweis auf den Umgang mit (Mikro-) Organismen und Radioaktivität

**Besondere Regelungen.** Der Umgang mit (Mikro-) Organismen, radioaktiven Stoffen und Strahlenquellen ist in diesem Leitfaden nicht abgedeckt.

Es wird davon ausgegangen, dass an Volksschulen keine gefährlichen Tätigkeiten in diesen Bereichen durchgeführt werden.

Falls dies trotzdem der Fall ist, finden sich im Kapitel 7 «Rechtlicher Bezug» Hinweise auf die entsprechenden rechtlichen Grundlagen sowie im Kapitel 9 «Adressen» die Adressen der zuständigen Fachstellen.

## 2 Einkauf von Chemikalien

---

### Grundsätze

**Übersicht behalten.** Normalerweise werden Chemikalien von mehreren Lehrpersonen verwendet. Wichtig ist, den Überblick über die Sammlung zu behalten, «Altlasten» zu vermeiden und den Einkauf besonders problematischer Chemikalien zu verhindern. Es wird empfohlen, dass die für die Sammlung verantwortliche Person alle Bestellungen tätigt.

**Bedarfsgerechter Einkauf.** Chemikalien sollten nach Möglichkeit nur in Mengen gekauft werden, die innerhalb einiger Jahre 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. Für den Unterricht werden in der Regel keine Gebinde mit mehr als 500 g bzw. ml Inhalt benötigt.

**Doppel- und Mehrfachbestände vermeiden.** In Schulsammlungen finden sich häufig mehrere Gebinde mit der gleichen Chemikalie, oft unterschiedlichen Alters. Beim Eingang neuen Materials ist darauf zu achten, dass Altbestände des gleichen Stoffs, die nicht mehr verwendet werden, ausgeschieden werden.

### Sicherheitsinformationen

**Sicherheitsdatenblätter.** Mit der Lieferung von Chemikalien erhalten die Verwenderinnen und Verwender zu jedem Produkt ein Sicherheitsdatenblatt. Es enthält wichtige Informationen über die (gefährlichen) Eigenschaften des Stoffs und die zu treffenden Massnahmen für die sichere Lagerung und Handhabung. Ausserdem liefert es Angaben zur Ersten Hilfe bei Notfällen mit dem betreffenden Stoff und Hinweise für dessen Entsorgung.

→ Die Schule ist verpflichtet, von allen Chemikalien, die sie verwendet, das Sicherheitsdaten-

blatt aufzubewahren. Dies betrifft in erster Linie Chemikalien mit Gefahrenpiktogrammen bzw. Gefahrensymbolen.

→ 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 elektronisch abgelegt werden oder auf CD vorhanden sein. Für Chemikalien mit den Piktogrammen GHS05 (Ätzwirkung), GHS06 (Totenkopf) oder GHS08 (Gesundheitsgefahr) (bzw. den Gefahrensymbolen C oder T, ätzend oder giftig) sollte ein Papierausdruck vorhanden sein.

→ Falls kein Sicherheitsdatenblatt mitgeliefert wird, ist dieses vom Lieferanten anzufordern.

**Sicherheitsinformationen beachten.** Alle Verwenderinnen und Verwender, insbesondere aber Lehrpersonen, die mit Chemikalien arbeiten, sind verpflichtet, die Informationen der Hersteller auf der Etikette und im Sicherheitsdatenblatt zu beachten. Bei neuen Lieferungen sind diese Angaben zu konsultieren. Dies hilft, die gefährlichen Eigenschaften eines Stoffs in Erfahrung zu bringen und allfällige neue Einstufungen zu erkennen.

### Problematische und verbotene Stoffe

**Verbotene Stoffe.** Einzelne Stoffe dürfen aufgrund der Chemikalien- bzw. Umweltschutzgesetzgebung nicht verwendet werden.

→ Beachten Sie die Liste verbotener Stoffe im Kapitel 4 «Verwendung und Handhabung von Chemikalien» (Tabelle 3).

Sind in der Chemikaliensammlung noch Restbestände verbotener Stoffe vorhanden, sind diese in verschlossenen Gefässen als Sonderabfall zu entsorgen (vgl. Kapitel 5 «Entsorgung von Chemikalien»).

**Problematische Stoffe.** Chemikalien mit besonders problematischen Eigenschaften sollten höchstens in geringen Mengen eingekauft und gelagert und nur unter besonderen Vorsichtsmassnahmen verwendet werden. Dazu gehören Stoffe mit folgenden Eigenschaften:

→ sehr giftige Stoffe

→ krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe

→ explosionsgefährliche Stoffe

→ Stoffe, die bei unsachgemässer Lagerung oder Verwendung gefährlich werden können (Bildung explosiver Stoffe, Austrocknung, Zersetzung, Selbstentzündung etc.)

→ Beachten Sie die Hinweise im Kapitel 3 «Lagerung und Aufbewahrung von Chemikalien».

→ Beachten Sie die Hinweise auf problematische Stoffe im Kapitel 4 «Verwendung und Handhabung von Chemikalien» (Tabelle 4)!



## 3 Lagerung und Aufbewahrung von Chemikalien

### Grundsätze

Je nach Menge und Art der Chemikalien gelten bei der Aufbewahrung unterschiedlich strenge Regeln. Die folgenden Grundsätze sind jedoch allgemein gültig. Weitere Angaben beziehen sich auf typische Verhältnisse in Schulen.

**Zugänglichkeit der Chemikalien.** Chemikalien sind grundsätzlich für Unbefugte unzugänglich aufzubewahren. Dazu gehören neben den Schülerinnen und Schülern auch alle anderen Personen, die nicht über die nötigen Fachkenntnisse für den Umgang mit Chemikalien verfügen.

- In Schulen müssen Chemikalien unter Verschluss gelagert werden.
- Auch während Pausen dürfen Chemikalien nicht unbeaufsichtigt stehen gelassen werden (z.B. Schulzimmer, Versuchslabor).

Chemikalien mit einem besonderen Gefahren- und Missbrauchspotenzial – falls solche überhaupt vorhanden sind – müssen, so weit möglich, auch gegen Diebstahl (vorsätzlichen Zugriff) geschützt werden. Sie sollten etwa nicht in einer frei zugänglichen Glasvitrine, sondern in einem Raum mit einer verschlossenen Türe aufbewahrt werden. Dies betrifft vor allem folgende Stoffe:

- sehr giftige Chemikalien
- Stoffe, die gefährliche physikalische Eigenschaften aufweisen oder zu gefährlichen Experimenten verleiten könnten:
  - Natrium
  - Chlorate, Perchlorate (Verzicht, *siehe Tabelle 4*)
  - Nitrate (besonders Ammoniumnitrat)
  - Phosphor
- Stoffe mit psychotropen Wirkungen, die als Drogen missbraucht werden können
- radioaktive Mineralien, Präparate oder Stoffe

**Trennung von anderen Produkten.** Chemikalien sind übersichtlich und getrennt von anderen Produkten aufzubewahren. Insbesondere dürfen sie nicht zusammen mit Lebens- oder Heilmitteln gelagert werden.

Lebensmittel wie Zucker, Zitronensaft oder ähnliche Stoffe, die für Versuche eingesetzt werden, sind, falls sie in der Chemikaliensammlung gelagert werden, getrennt von den übrigen Stoffen (mindestens auf einem separaten Tablar) zu platzieren und gut sichtbar zu beschriften (z.B. «Nicht zum Verzehr – Nur für Versuchszwecke»).

- Bezüglich der Ordnung in der Chemikaliensammlung und der Trennung von Chemikalien von Lebensmitteln hat die Schule über den rein technischen Aspekt hinaus auch ihre Vorbildfunktion wahrzunehmen.

**Sicherheitskennzeichnung.** Schränke und Lagerräume, in denen gefährliche Stoffe aufbewahrt werden, sollten mit den entsprechenden Sicherheitszeichen gekennzeichnet werden:



Hinweis auf ätzende Stoffe  
(Schränk mit Säuren oder Laugen)



Hinweis auf giftige Stoffe  
(Schränk mit giftigen Stoffen)



Hinweis auf entzündliche Stoffe  
(Schränk mit Lösemitteln)

Die Sicherheitszeichen können beispielsweise bei der SUVA bestellt werden ([www.suva.ch](http://www.suva.ch), Broschüre «Sicherheitszeichen», 88101).

## Kennzeichnung von Gebinden durch die Schule

### Verpackung und Behälter für Chemikalien.

Chemikalien sollten grundsätzlich in der Originalverpackung aufbewahrt werden. Falls dies nicht möglich ist, sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Verboten ist das Umfüllen von Chemikalien jeglicher Art in Lebensmittelgebinde (PET-Flaschen, Kaffeedosen, Konfitürengläser etc.)!
- Behälter muss gegen den Stoff beständig sein
- In der Regel Standflaschen aus Glas verwenden
- Keine Gefäße mit Kork- oder Gummistopfen
- Konzentrierte oxidierende Säuren (Salpetersäure, Schwefelsäure) nicht in Kunststoffbehälter abfüllen
- Keine Aufbewahrung von Natronlauge oder Kalilauge in Glasflaschen mit Schliffstopfen
- Bei zersetzlichen Stoffen (z.B. Wasserstoffperoxid, konzentrierte Ameisensäure): Gefäß mit Entlüftungsstopfen verwenden
- Für lichtempfindliche Stoffe braunes Glas verwenden (auch Ether)

**Kennzeichnung.** Schulchemikalien, die nicht in der Originalverpackung aufbewahrt werden, oder selbst hergestellte Lösungen müssen durch die Schule selbst ausreichend und dauerhaft beschriftet werden.

Ausgenommen sind Behälter, die bei der Arbeit nur während eines kurzen Zeitraums verwendet werden oder deren Inhalt oft wechselt. Solche Behälter dürfen aber nicht unbeaufsichtigt herumstehen oder für längere Zeit aufbewahrt werden.

**Umfang der Kennzeichnung.** Da die Kennzeichnung nur für Chemikalien dienen soll, die zum eigenen Gebrauch bestimmt sind, genügt eine erleichterte Kennzeichnung. An Schulen wird folgende Kennzeichnung erwartet:

- Bezeichnung des Inhalts (Stoffbezeichnung)
- Gefahrensymbol(e)
- Gefahrenhinweise (R-Sätze/H-Sätze) und Sicherheitsratschläge (S-Sätze/P-Sätze)

Bei Platzmangel wird empfohlen, nur die Nummern der entsprechenden Sätze anzubringen.

**Hinweis:** Im Hinblick auf den Wechsel des Kennzeichnungssystems sollen die Gebinde nur noch nach dem GHS gekennzeichnet werden (vgl. Beiblätter C «Klassierung häufig verwendeter Lösungen» und E «Bedeutung der Chemikalienkennzeichnung nach GHS»).

### Beispiele für Chemikalienetiketten:

<b>Silbernitrat</b>		CAS-Nr. 7761-88-8
<b>Gefahrenhinweise</b> H272, H314, H410	<b>Sicherheitsratschläge</b> P221, P264, P280, P305+P351+P338, P310, P501	
<b>GEFAHR</b>		

### Ammoniaklösung 10%



H 314\*: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H 335: Kann die Atemwege reizen.



P 280: Schutzhandschuhe/Augenschutz tragen.

P 301+P 330+P 331: **Bei Verschlucken:** Mund ausspülen.  
KEIN Erbrechen herbeiführen.

P 305+P 351+P 338: **Bei Kontakt mit den Augen:** Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

P 403+P 233: Behälter dicht verschlossen an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

**GEFAHR**

Musterschule, 1234 Musterhausen

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

**Hilfsmittel.** Etiketten für Schulchemikalien können unter den untenstehenden Adressen bezogen respektive selbst ausgedruckt werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der Ausdruck auf normalen Papier-Etiketten bezüglich der Beständigkeit nicht vergleichbar ist mit den lieferbaren Chemikalienetiketten.

#### Bezug von Etikettensätzen

- 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/index.php](http://www.chemiemaster.de/etiketten/index.php)
- Private Website, Thomas Seilnacht,  
[www.seilnacht.com/Chemie/etikett.html](http://www.seilnacht.com/Chemie/etikett.html)

#### Software zur Chemikalienverwaltung mit Etikettendruck

- Gefahrstoff-Informations-System Schule D-GISS, [www.d-giss.de](http://www.d-giss.de)
- 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)

## Die Chemikaliensammlung

**Sicherheitsdatenblatt.** Von allen gefährlichen Chemikalien, die in der Schule vorhanden sind, ist ein Sicherheitsdatenblatt aufzubewahren (siehe auch Kapitel 2 «Einkauf von Chemikalien»).

**Chemikalienliste.** Es wird empfohlen, eine Liste mit den vorhandenen Chemikalien zu führen, die Auskunft gibt über Art, Menge, Alter und Eigenschaften der vorhandenen Chemikalien. So können etwaige (gesetzliche) Pflichten zum Schutz von Lehrpersonen, Angestellten sowie Schülerinnen und Schülern erkannt werden.

→ Eine Vorlage für die Chemikalienliste findet sich im Beiblatt H «Chemikalienliste».

→ Statt der Liste in Papierform kann auch eine Software verwendet werden. Empfehlenswert ist das D-GISS (Deutsches Gefahrstoffinformationssystem Schule, [www.d-giss.de](http://www.d-giss.de))  
Hier sind Daten zur Einstufung und Kennzeichnung der meisten Stoffe hinterlegt und es lassen sich weitere Aufgaben damit erledigen (z.B. Etikettendruck).

**Gruppierung der Chemikalien.** Die weit verbreitete alphabetische Lagerung nach der Stoffbezeichnung darf nicht für alle Stoffe verwendet werden. Chemikalien, die miteinander gefährlich reagieren können, müssen separat gelagert werden.

→ Die Chemikalien sind für die Lagerung zu gruppieren.

→ Erst innerhalb dieser Gruppen ist eine alphabetische Anordnung möglich.

	Stoffgruppe			
	Säuren	Laugen	Lösemittel/Brennbare Flüssigkeiten	übrige Chemikalien feste Stoffe
<b>Beispiele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Salzsäure</li> <li>→ Salpetersäure</li> <li>→ Schwefelsäure</li> <li>→ Wasserstoffperoxid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Natronlauge</li> <li>→ Kalilauge</li> <li>→ Ammoniaklösung</li> <li>→ Javel-Lösung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Alkohol</li> <li>→ Ether</li> <li>→ Kohlenwasserstoffe</li> <li>→ konzentrierte Essigsäure</li> <li>→ Gaskartuschen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ übrige Chemikalien (fest)</li> <li>→ Salze</li> <li>→ Natrium</li> </ul>
<b>Anmerkungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schrank sollte wenn möglich an höchster Stelle entlüftet sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Anschluss an Lüftung vorteilhaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schrank aus feuerhemmendem Material</li> <li>→ Schrank sollte am tiefsten Punkt entlüftet sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ bei besonders problematischen Stoffen: evtl. separater «Giftschrank» nötig</li> </ul>
<b>Hinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Kleine Mengen Säuren und Laugen können im gleichen Schrank gelagert werden, wenn sie in separaten Auffangwannen stehen.</li> <li>→ Falls nur ein einziger belüfteter Schrank vorhanden ist, kann es vorteilhaft sein, Säuren und Laugen mit den Lösemitteln zu lagern (kleine Mengen, in separaten Auffangwannen).</li> <li>→ Chemikalien nicht über Körperhöhe lagern.</li> <li>→ Flüssigkeiten sollten im Schrank unten gelagert werden. Ätzende Flüssigkeiten dürfen nicht über Augenhöhe gelagert werden.</li> <li>→ Falls sich die Chemikaliensammlung in einem Unterrichts- oder Praktikumsraum befindet, sollte die Menge brennbarer Flüssigkeiten 20 Liter nicht überschreiten.</li> </ul>			

Tabelle 1: Gruppierung und Lagerung der Chemikalien

## Entrümpelung der Chemikaliensammlung

Chemikaliensammlungen können in kurzer Zeit zu gefährlichen «Altlasten» werden. Sie müssen daher periodisch «ausgemistet» werden (alle 1–2 Jahre).

**Was soll ausgemustert werden?** Kandidaten zum Entsorgen sind folgende Chemikalien bzw. Gebinde.

### Allgemein:

- sehr alte Chemikalien
- alle nicht mehr gebrauchten Chemikalien
- mehrfach vorhandene Chemikalien
- verbotene und problematische Chemikalien
- radioaktive Stoffe (z.B. Uranylacetat)

### Stoffe, die bei langer Lagerung problematisch werden:

- Natrium, Kalium (Luftkontakt, Peroxidbildung!)
- Ether (Peroxidbildung)
- Pikrinsäure (Explosionsgefahr beim Eintrocknen)
- konzentrierte Ameisensäure 98–100% (Überdruck, Berstgefahr des Behälters)

### Chemikalien in unsicheren, alten Behältern:

- spröde Behälter (z.B. wegen konzentrierter Salpetersäure in Kunststoffflaschen)
- Behälter mit unlesbaren Etiketten
- Gebinde mit Beschlag, Ausblühungen (Grund?)
- undichte oder ungeeignete Behälter
- Chemikalien in Lebensmittelgebinden

Hinweise auf problematische Chemikalien, die im Schulunterricht nicht mehr verwendet werden dürfen oder sollten, sind im Kapitel 4 «Verwendung und Handhabung von Chemikalien» zusammengestellt. Bitte beachten Sie auch die Hinweise im Kapitel 5 «Entsorgung von Chemikalien».



**Vorsicht.** Beim Entrümpeln der Sammlung sind die entsprechenden Schutzmaßnahmen zu treffen. Folgende Grundregeln sind beim Aufräumen der Chemikaliensammlung zu beachten:

- Mantel, Schutzbrille und mindestens Einweghandschuhe tragen.
- Alte Kunststoffgebilde vorsichtig behandeln (evtl. spröde).
- Chemikalien mit besonderen Gefahren erkennen und richtig behandeln.
- **Bei Unsicherheit kann die Entrümpelung einer Fachfirma übertragen werden.**

Spezielle Vorsicht ist insbesondere bei den folgenden Stoffen angebracht:

**Ameisensäure 98–100%.** Ameisensäure kann sich langsam zersetzen und Kohlenmonoxidgas (CO) abspalten, was bei dichten Behältern zu einem Überdruck führt. Behälter, die keine Druckentlastung haben, können bersten. Bei der Lagerung 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.

**Asbest und asbesthaltige Gegenstände und Geräte.** Asbestdrahtgitter, Asbestschnüre, Asbesthandschuhe, Asbestdecken, alte Pical-Platten etc. Nicht mehr verwenden. Dicht in Plastik verpacken und entsorgen.

**Calciumcarbid.** Alte Bestände entsorgen. Trocken lagern. Nicht in Metallgefäßen oder Gefäßen mit Metalldeckeln lagern.

**Diethylether (Äther).** Aufbewahrung in dunklen Behältern. Alte, eingetrocknete Bestände entsorgen. Gebinde mit weissen Krusten oder Niederschlag nicht öffnen oder stark schütteln. Schläge vermeiden (gebildete Peroxide können explodieren).

**Kalium.** In Schulen nicht verwenden. Nicht öffnen oder stark schütteln. Schläge vermeiden (gebildete Peroxide können explodieren).

**Natrium.** Muss vollständig unter Paraffinöl gelagert werden. Nötigenfalls Paraffinöl nachfüllen. Alte Bestände durch neues Material ersetzen.

**Phosphor, weiss oder gelb.** Entsorgen. Gebinde nicht öffnen. Selbstentzündung bei trockener Lagerung.

**Pikrinsäure.** Eingetrocknete Pikrinsäure ist sehr explosiv bei Schlag oder Reibung. Pikrinsäure kann nur normal entsorgt werden, wenn sie  
 → feucht oder als Suspension und  
 → in einem sauberen, beschrifteten Gebinde (kein Metallgefäss) vorliegt.

In allen anderen Fällen oder wenn Zweifel bestehen, darf das Gefäss keinesfalls geöffnet oder unsanft behandelt werden. Informieren Sie das Kantonale Labor!

**Quecksilber.** Nicht verwenden. Lagerung nur zu Demonstrationszwecken in bruchsicherem Gefäss (Polyethylenflasche) oder bruchsicherem Übergefäss unter Entlüftung.

## Einrichtung und Ausrüstung in Sammlung und Unterrichtszimmer

**Standort der Chemikaliensammlung.** Mit Vorteil befindet sich die Sammlung in einem separaten Lagerraum oder, bis maximal 100 Liter brennbare Flüssigkeiten, im Vorbereitungszimmer.

Die Lagerung kleiner Mengen von Chemikalien in Unterrichtszimmern ist möglich, sofern nicht mehr als 100 Personen darin Platz haben. Keinesfalls dürfen Chemikalien in Fluchtwegen aufbewahrt werden.

**Belüftung der Schränke.** Insbesondere bei der Lagerung von flüssigen Chemikalien entstehen Dämpfe, die gesundheitsschädlich oder feuergefährlich sein können.

- Schränke, in denen flüchtige Säuren (v.a. Salzsäure), Laugen (v.a. Ammoniaklösung) oder brennbare Flüssigkeiten aufbewahrt werden, müssen künstlich belüftet sein.
- Ausnahmen bilden Schränke mit kleinen Mengen dieser Stoffe in dichten Gebinden (Mengen bis 20 Liter).
- Geruch im Schrank und Zimmer, Ausblühungen an Flaschenöffnungen sowie Beläge auf den Gebinden deuten auf unzureichende Belüftung und/oder undichte Gefässe hin.
- Bei ausreichender Lüftung muss das Abluftsystem üblicherweise nicht explosionsgeschützt ausgeführt sein (Luftwechselrate mindestens 10 bezogen auf Schrankinhalt).



### Brennbare Flüssigkeiten – Brandschutz.

Bei der Lagerung und Verwendung «leichtbrennbarer» Flüssigkeiten (d.h. mit Flammpunkt unter 30°C) und brennbarer Gase ist dem Brandschutz besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

- An Arbeitsplätzen dürfen maximal 100 Liter brennbare Flüssigkeiten in schwer brennbaren Schränken aufbewahrt werden.
- Sie müssen über eine nicht brennbare Auffangwanne verfügen.
- Für Mengen ab 100 Liter brennbarer 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 (SUVA-Merk-

blatt «Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen», Nr. 2153.d).

- Brennbare Flüssigkeiten dürfen nicht in normalen Kühlschränken aufbewahrt werden.
- Vom Hersteller explosionsgeschützte Kühleinrichtungen oder im Innenraum entsprechend umgerüstete Kühlschränke (Beleuchtung entfernt, Thermostat aussen) sind als solche zu kennzeichnen.
- Standgefässe am Arbeitsplatz dürfen maximal 2.5 Liter brennbare Flüssigkeiten enthalten.

Lager von mehr als 450 Litern brennbarer Flüssigkeiten benötigen eine feuerpolizeiliche Bewilligung. Im Zweifelsfall wird eine Beurteilung durch die Feuerpolizei oder das Arbeitsinspektorat empfohlen (Adressen siehe Kapitel 9 «Adressen»).

**Weitere technische Anforderungen.** Detaillierte Planungsvorschriften für Naturlehrzimmer sind nicht Bestandteil dieses Leitfadens. Es wird jedoch auf folgende wichtige Punkte hingewiesen:

- Grundsätzlich sollen Unterrichtsräume durch Fenster ausreichend belüftet bzw. entlüftet werden können.
- Bei künstlicher Belüftung ist eine Luftwechselrate von 6–8 vorzusehen.
- Bei Umluftsystemen muss mindestens die Möglichkeit bestehen, die Lüftung des Chemikalienzimmers (z.B. im Gefahrfall) vom Lüftungssystem der übrigen Räume abzukoppeln.
- Abzüge (Kapellen) sollen die Norm EN 14175 Teil 2 erfüllen.
- Nach Möglichkeit sollten Durchreicheabzüge vorhanden sein/installiert werden. Fahrbare Abzüge sind nur für einfache Zwecke einsetzbar. Absaugvorrichtungen, die im Experimentiertisch integriert sind, können ebenfalls geeignet sein, die Abluft, welche in Apparaturen oder über Versuchsaufbauten entsteht, abzusaugen.
- Zuleitungen für Brenngase/Erdgas müssen über einen gekennzeichneten Haupthahn unterbrochen werden können.

- Für die Planung von Räumen kann die «Empfehlung Laborbauten» (Art. Nr. 314.020.d) der KBOB konsultiert werden:

☞ [www.bbl.admin.ch](http://www.bbl.admin.ch) > kbob > Publikationen.



**Im Chemikalienbereich herrscht Rauchverbot.** Es müssen entsprechende Verbotsschilder angebracht werden.



**Fluchtwege und Notausgänge** aus Unterrichtszimmer und Schullabor 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 mit einer druckmindernden Brause, Seife und Einweg-Papiertüchern ausgerüstet sein.

Weitere Installationen zur Ersten Hilfe vgl. Kapitel 6 «Erste Hilfe bei Notfällen mit Chemikalien».

## Besondere Anforderungen für die Lagerung von Gasflaschen

**Lagerung von Gasflaschen.** Gasflaschen dürfen nicht im Unterrichtszimmer gelagert werden. In der Sammlung oder dem Vorbereitungszimmer dürfen nur so viele Behälter stehen, wie für einen ungestörten Ablauf des Unterrichts nötig sind (max. eine Flasche pro Sorte). Grössere Mengen müssen im Freien (gegen Zugriff geschützt) oder in ausreichend belüfteten und entsprechend ausgerüsteten separaten Lagerräumen gelagert werden.

Kleine Gasbrenner (Kartuschen) können in Schränken mit Lüftungsöffnungen in Bodennähe in genügend gelüfteten Räumen aufbewahrt werden, jedoch nicht in Kellerräumen. Nach Möglichkeit sollte eine zentrale Gasversorgung installiert werden.



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

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

Nach Möglichkeit ist auf Gasflaschen mit giftigen oder ätzenden Gasen (Chlor, Ammoniak etc.) zu verzichten. Wasserstoff ist, sofern erforderlich, in möglichst kleinen Gasflaschen (z.B. mit Inhalt 10 Liter) einzukaufen. Für diese Gase gelten spezielle Aufbewahrungsvorschriften. Dazu sind die Angaben und Merkblätter der Lieferanten zu beachten.

Lager von mehr als 50 kg Flüssiggas (Propan, Butan etc.) benötigen eine feuerpolizeiliche Bewilligung. Solche brennbaren Gase dürfen nicht in Untergeschossen aufbewahrt werden.

Wichtige Hinweise zum Umgang mit Gasflaschen und Flüssiggas befinden sich im Beiblatt B «Umgang mit Druckgasflaschen».



## 4 Verwendung und Handhabung von Chemikalien

### Grundsätze

**Information.** Vor der Verwendung von Chemikalien muss sich die Verwenderin oder der Verwender über die Eigenschaften der Stoffe, der Reaktionsprodukte und deren Entsorgung informieren. Dazu dienen die Etiketten und Sicherheitsdatenblätter der zu verwendenden Stoffe sowie die Experimentieranleitungen.

→ Die Angaben der Herstellerin auf der Etikette und im Sicherheitsdatenblatt sind zu beachten.

**Substitution.** Versuche sollten mit möglichst unproblematischen Stoffen durchgeführt werden. Soweit wie möglich sind Stoffe zu vermeiden, die sehr giftig, hochentzündlich, explosionsgefährlich, krebserregend, mutagen oder fortpflanzungsgefährdend sind oder die umweltgefährdende Abfälle ergeben.

	Unerwünschter Stoff	Möglicher Ersatzstoff
	→ Ameisensäure 98–100 %	→ Ersatz durch verdünntere Säure (85 %)
	→ Benzol (Verbot beachten)	→ Xylol
	→ Bleinitrat (für Fällungsreaktionen)	→ Eisensalze → Silbernitrat
	→ Diethylether (Äther)	→ Petrolether
	→ Kalium	→ Natrium
	→ Methanol	→ Ethanol
	→ n-Hexan	→ Cyclohexan → n-Heptan → Petrolether
	→ Phenolphthalein	→ Thymolphthalein
	→ Quecksilberoxid (für Thermolyse) (Verbot beachten)	→ Silberoxid → Diiodpentoxid
	→ Salpetersäure konz.	→ verdünntere Säure

Tabelle 2: Beispiele von Ersatzstoffen

## Verwendungsverbote und -einschränkungen

**Verbotene Stoffe.** Die Verwendung gewisser Stoffe ist aufgrund der Umwelt- und Chemikaliengesetzgebung verboten. Die von gesetzlichen Verboten betroffenen Stoffe dürfen auch an Schulen nicht verwendet werden.

Diese Verbote sind in der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81, siehe auch Kapitel 7 «Rechtlicher Bezug») festgehalten. Mit der Übernahme von Stoffverboten für besonders besorgniserregende Stoffe aus der EU (REACH) werden laufend neue Stoffe betroffen sein. Die ChemRRV (speziell deren Anhang 1.17) sollte daher periodisch konsultiert werden.



Stoff	Begründung/Bemerkungen
→ Asbest*	→ krebserregend
→ Benzol (neu: Benzen)	→ krebserregend
→ Bleichromat	→ krebserregend und fortpflanzungsgefährdend
→ Bleisulfchromatgelb	
→ Bleichromatmolybdatsulfatrot	
→ Chloroform	→ krebserregend
→ Tetrachlorkohlenstoff (Tetrachlormethan)	→ ozonschichtabbauend, giftig
→ 1,1,2-Trichlorethan	→ ozonschichtabbauend
→ Tetrachlorethan (1,1,1,2- und 1,1,2,2-)	→ sehr giftig
→ Quecksilber* und Quecksilberverbindungen	→ umwelt- und gesundheitsgefährdend

Tabelle 3: Wichtige Stoffe mit gesetzlichen Verwendungsverboten

\* Das Aufbewahren in verschlossenen Gebinden zu Demonstrationszwecken ist möglich.

### Weitere Einschränkungen und Empfehlungen.

Neben den verbotenen Stoffen gibt es eine Reihe von problematischen Stoffen oder Stoffgruppen, die in der Schule generell nicht verwendet werden sollten. Sie werden in der Tabelle 4 mit dem Hinweis «Verzicht» versehen.

Ausserdem gibt es eine Reihe von Stoffen oder Stoffgruppen, die für Experimente für Schülerinnen und Schüler im Klassen- oder Halbklassenverband nicht gut geeignet sind. Experimente mit diesen Stoffen müssen mit der notwendigen Vorsicht und entsprechend angepassten Schutzmassnahmen durch die Fachlehrperson durchgeführt werden.

→ Mit Stoffen mit dem Hinweis «Demonstrationsversuch» sollen keine Experimente von Schülerinnen und Schülern im Klassen- oder Halbklassenverband durchgeführt werden (siehe Hinweise zu «Experimente für Schülerinnen und Schüler», Seite 25 f).

→ Demonstrationsversuche erfordern entsprechende Vorsichtsmassnahmen (siehe auch Hinweise dazu auf Seite 24 f).

→ Hinweise zum Jugend- und Mutterschutz finden sich auf Seite 23 f.



R26, R27, R28



H330, H310, H300



R45, R46, R48,  
R49, R60, R61



R40, R62, R63,  
R68



H340, H350, H360  
H341, H351, H361

#### Eigenschaften/Stoffe

#### Bemerkungen

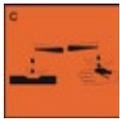
##### sehr giftige Stoffe

→ Arsenverbindungen	Verzicht. Reste entsorgen.
→ Brom	Verzicht. Reste entsorgen.
→ Chlorgas	Verzicht. Reste entsorgen.
→ Cyanide (Kaliumcyanid, Natriumcyanid, Blausäure)	Verzicht. Entsorgung beachten.
→ Flusssäure über 5 %	Verzicht. Reste entsorgen. <sup>1)</sup>
→ Phosphor (weiss, gelb)	Verzicht. Entsorgung beachten.

##### krebserregende, erbgutverändernde, fortpflanzungsgefährdende Stoffe

siehe auch Tabelle 3 «Verbotene Stoffe»

→ Dichromate (Ammoniumdichromat, Kaliumdichromat, Natriumdichromat)	Vulkanversuch durch anderen Versuch oder Film ersetzen.
→ Chromate, Chromsäure, Chrom(VI)-Verbindungen	Demonstrationsversuche in Kapelle. Staubbildung vermeiden. Mutterschutz.
→ Trichlorethen (Trichlorethylen)	Verzicht.
→ Nickelverbindungen	Demonstrationsversuche. Staubbildung vermeiden. Mutterschutz.
→ Bleiverbindungen	Demonstrationsversuche. Mutterschutz.
→ Cadmiumverbindungen	Verzicht.
→ Cobaltverbindungen	Demonstrationsversuche in Kapelle. Staubbildung vermeiden. Mutterschutz.
→ Borverbindungen (Borsäure, Borax, Tetraborate, Perborate)	Kleine Mengen verwenden. Mutterschutz.
→ Phenolphthalein	Experimente für Schülerinnen und Schüler nur mit fertiger Indikatorlösung. Ersatz durch Thymolphthalein prüfen. Mutterschutz.



R34, R35



H314



diverse Gefahrenhinweise



R1, R2, R3

EUH01  
H201 bis H204

R12



H220

### Eigenschaften/Stoffe

### Bemerkungen

#### Stark ätzende Stoffe

konzentrierte Säuren allgemein (Salzsäure, Schwefelsäure)	Für Experimente für Schülerinnen und Schüler verdünnte Säuren.
konzentrierte Laugen allgemein (Natronlauge, Kalilauge, feste Alkalihydroxide)	Für Experimente für Schülerinnen und Schüler verdünnte Laugen.
Salpetersäure (rauchend, über 65 %)	Verzicht für Konz. über 65 %. Reste entsorgen. <sup>1)</sup>
Ameisensäure 98–100 %	Ersatz durch verdünnte Säure (85%). Reste entsorgen. <sup>1)</sup>

#### Andere gesundheitsgefährdende Stoffe

Toluol	Verwendung in Kapelle. Demonstrationsversuche. Ersatz durch Xylol prüfen.
Formaldehydlösung über 25 %	Demonstrationsversuche.
sensibilisierende Stoffe (Allergien) R42, R43 bzw. H317, H334	Demonstrationsversuche.
Stoffe mit Gefährdung über Muttermilch R64 bzw. H362	Mutterschutz.

#### Stoffe mit Explosionsrisiko

Pikrinsäure	Verzicht. Keine Aufbewahrung. Reste entsorgen. <sup>1)</sup>
Kalium	Verzicht. Keine Aufbewahrung. Sehr gefährlich. Reste vorsichtig entsorgen.
Natrium	Lagerung unter Paraffin. Nur Demonstrationsversuche mit Kleinmengen. Alte Bestände regelmässig entsorgen.
Diethylether (Äther)	Alte Bestände entsorgen. <sup>1)</sup> Nicht eintrocknen lassen.
Tollens-Reagens	Reagens nicht aufbewahren; nach Gebrauch vernichten.
Perchlorsäure, Perchlorate, Azide	Verzichten. Reste entsorgen.
Wasserstoffperoxid 30 %	Nur stabilisiertes Produkt. Für Experimente für Schülerinnen und Schüler verdünnte Lösung.
Ammoniumnitrat	Verzichten. Reste entsorgen.
Chlorate	Nur Demonstrationsversuche.

#### Hochentzündliche Gase

siehe auch Beiblatt B «Umgang mit Gasflaschen»

Wasserstoff	Wenn möglich verzichten. Lüftung und Lagerung beachten. Menge minimieren.
Ethin (Acetylen)	Bedarf prüfen. Menge minimieren.



R50/53, R59



H410



H420

Eigenschaften/Stoffe	Bemerkungen
<b>Umweltgefährliche Stoffe</b> siehe auch Tabelle 3 «Verbotene Stoffe»	
Schwermetalle (Kupfer, Silber etc.)	Verwendung auf Mindestmass beschränken. Stäube vermeiden. Entsorgung beachten.
Schwermetalle (Blei, Chrom etc.)	siehe auch «krebserzeugende Stoffe» in dieser Tabelle.
Schwermetalle (Quecksilber) ozonschichtabbauende Stoffe	Tabelle 3 «Verbotene Stoffe». Tabelle 3 «Verbotene Stoffe». Entsorgung beachten.

Tabelle 4: Nicht abschliessende Auswahl problematischer Stoffe und zugehörige Empfehlungen (Auflistung nach Hauptgefahren)

<sup>1)</sup> Vorgehen vgl. Kapitel 3 «Lagerung und Aufbewahrung von Chemikalien» unter «Entrümpelung der Chemikaliensammlung»

**Bedeutung der Gefahrenkennzeichnung.** Die Kennzeichnung von Chemikalien ist in den Beiblättern D (bisherige EU-Kennzeichnung) und E (GHS) erklärt. An den Gefahrenhinweisen (R-Sätze bzw. H-Sätze) werden die besonderen Gefahren erkannt. Vorsicht: Auf alten Etiketten sind evtl. neue Klassierungen nicht berücksichtigt!

**Woran erkennt man (weitere) problematische Stoffe?** Die Tabelle 4 enthält einige typische Stoffe, die an Schulen angetroffen werden. Die Liste ist jedoch nicht vollständig, da viele weitere Stoffe problematische Eigenschaften aufweisen. Der sichere Umgang mit solchen Stoffen muss von den Lehrpersonen aufgrund der Produkteinformationen (Etikette, Sicherheitsdatenblatt) und Literaturangaben festgelegt werden.

**Hinweis auf Mutterschutz und Jugendschutz.** Im Hinblick auf den Schutz von Müttern und Jugendlichen gibt es in der Arbeitsgesetzgebung besondere Vorschriften (siehe Kapitel 7 «Rechtlicher Bezug»). Diese sind für Arbeitnehmer (Lehrerinnen und Lehrer, Personal, Lernende) verbindlich. An Schulen sollen

sie jedoch auch für Schülerinnen und Schüler angewendet werden. Bei der Auswahl von Demonstrationsversuchen und Experimenten für Schülerinnen und Schüler sind daher die folgenden Vorschriften zu beachten:

#### Mutterschutz

- Grundsätzlich muss an allen Schulen abgeklärt werden, ob Frauen im gebärfähigen Alter (Lehrerinnen, Angestellte, Schülerinnen) folgenden Stoffen ausgesetzt sein können:
  - Stoffe mit R40, R45, R46, R49, R60, R61, R62, R63, R64 bzw. mit H340, H350, H351, H360, H361, H362
  - Quecksilberverbindungen (Verbot)
  - Mitosehemmer (Hemmung der Zellteilung)
  - Kohlenstoffmonoxid (CO)
- Vor dem Umgang mit diesen Stoffen ist von einer kompetenten Person mit einer Risikoanalyse zu belegen, dass keine gefährliche Exposition von Frauen resultiert. Insbesondere ist sicherzustellen, dass die entsprechenden Grenzwerte der SUVA (MAK-Werte) eingehalten werden.

- Die Beurteilung muss schriftlich festgehalten und regelmässig überprüft werden. Betroffene Personen sind darüber zu informieren.

### Jugendschutz

- Jugendliche bis zum 18. Altersjahr dürfen keine Arbeiten mit Stoffen mit den folgenden Eigenschaften durchführen:
  - R39, R40, R42, R43, R45, R46, R48, R60, R61 bzw. H340, H350, H351, H360, H370, H372, H317, H334, H373
- Ausnahmen sind in den entsprechenden Ausbildungsreglementen für Berufe, bei denen diese Arbeiten für die Ausbildung unentbehrlich sind, festgehalten.

### Demonstrationsversuche

**Grundsatz.** An Volksschulen sollte auf besonders gefährliche Experimente verzichtet werden. Als gefährlich gelten Experimente dann, wenn sie explosionsartig oder unter Abgabe von viel Wärme ablaufen, oder wenn Ausgangs- oder Endstoffe gesundheits- oder umweltgefährdend sind.

**Sicherheitsbetrachtung.** Bei neuen Experimenten und insbesondere bei Versuchen, die explosionsartig oder unter Abgabe von viel Wärme ablaufen können, oder wenn Ausgangs- oder Endstoffe besonders gesundheits- oder umweltgefährdend sind, ist deren Sicherheit explizit zu beurteilen. Diese Beurteilung kann beispielsweise mithilfe des Beiblatts G «Checkliste für neue chemische Experimente» durchgeführt werden.

Bei Standardexperimenten aus anerkannten Lehrmitteln kann auf eine explizite Sicherheitsbetrachtung verzichtet werden.

**Schutzmassnahmen.** Beim Experimentieren sind jederzeit die erforderlichen Schutzmassnahmen zu treffen. Dabei kann es sich um technische, organisatorische und persönliche Schutzmassnahmen handeln, wobei sie in dieser Reihenfolge Priorität haben (Beispiel: Das Absaugen giftiger Gase ist gegenüber dem Anziehen einer Schutzmaske zu bevorzugen).

**Arbeitsplätze.** Alle Arbeitsflächen sollten glatt und leicht zu reinigen sein.

**Abzug.** Versuche, bei denen Rauch, gesundheitsschädliche Gase oder Dämpfe entstehen, sind ausschliesslich in einem Abzug (Kapelle) durchzuführen.

Dazu gehören typischerweise

- Verbrennungsvorgänge aller Art,
- Versuche mit kochenden Säuren oder Laugen,
- Verwendung leichtflüchtiger Lösemittel und
- Versuche mit starker Rauch- oder Geruchsentwicklung.

**Bodenbelag.** Zimmer mit Teppichböden sind für Experimente mit Chemikalien ungeeignet.

**Brandschutz.** Experimente sind auf nicht brennbaren Unterlagen durchzuführen.

**Schutzscheibe.** Generell ist ein Sicherheitsabstand zwischen den Experimenten und der Klasse einzuhalten (mind. 1.2 m). Falls Versuche, bei denen mit dem Bersten von Gefässen oder dem Verspritzen von Chemikalien zu rechnen ist, ausserhalb der Kapelle durchgeführt werden, muss man zwischen Experiment und Schülerschaft eine Schutzscheibe aufstellen. Die Gefahr, dass Gefässe zerspringen, besteht vor allem bei stark exothermen Reaktionen oder wenn die Gefässe unter Über- oder Unterdruck stehen.



**Augenschutz.** Beim Umgang mit Säuren, Laugen und Lösemitteln oder mit ätzenden oder reizenden Stoffen ist eine Schutzbrille anzuziehen, allenfalls ist ein Gesichtsschutz (Schutzschild) erforderlich.



**Hautschutz und Körperschutz.** Grundsätzlich sollte beim Experimentieren immer ein Labormantel getragen werden. Dies erfolgt nicht nur zum Schutz vor Spritzern, sondern auch aus allgemeinen (arbeits-)hygienischen Gründen.

Zum Schutz gegen Säuren, Laugen, gewisse Lösemittel sowie gegen ätzende oder reizende Stoffe dienen Handschuhe. Als allgemeiner Schutz gegen einzelne Spritzer genügen Einweghandschuhe. Wenn ein Kontakt vorhersehbar ist sowie zum Schutz gegen konzentrierte Säuren und Laugen sind eigentliche Schutzhandschuhe erforderlich (gemäss Angaben im Sicherheitsdatenblatt).

→ Schutzausrüstung verschiedener Anbieter kann über das Portal der SUVA bestellt werden ([www.sapros.ch](http://www.sapros.ch)).

**Zugänglichkeit.** Werden bei Demonstrationsversuchen gefährliche Stoffe verwendet oder hergestellt, ist darauf zu achten, dass diese auch vor und nach dem Unterricht (Pausen) nicht unbeaufsichtigt stehen gelassen werden.

**Mutterschutz,** vgl. Hinweis Seite 23.

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

## Besondere Hinweise für Experimente für Schülerinnen und Schüler

### Experimente für Schülerinnen und Schüler

dürfen nur unter Aufsicht durchgeführt werden, wobei zwischen Klassen- oder Halbklassenunterricht und Vertiefungsarbeiten einzelner Schülerinnen oder Schüler unterschieden werden kann. Einzelarbeiten erlauben den entsprechend Betreuten allenfalls Umgang mit Stoffen, die im Klassenverband nicht verwendet werden sollten.

**Die Klassengrösse** soll dem Gefahrenpotenzial praktischer Arbeiten angepasst sein. Einfache Versuche sind auch mit grösseren Klassen durchführbar. Praktika sollen aber mit einer angepassten Anzahl Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden.

**Verbotene Stoffe** und Einschränkungen sind in Tabelle 4 aufgelistet. Nicht für Experimente für Schülerinnen und Schüler geeignet sind Versuche mit folgenden Stoffen:

- Krebserregende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe
- sensibilisierende Stoffe
- konzentrierte Säuren und Laugen (stark ätzend)
- hochentzündliche Flüssigkeiten (R12 bzw. H224)
- Versuche, die eine Absaugung erfordern (Entstehung von Rauch, Staub oder Dämpfen)



**Schutzausrüstung.** Für die Experimente für Schülerinnen und Schüler sind mindestens die gleichen Schutzmassnahmen wie bei den Demonstrationsversuchen zu treffen.

Die Schülerinnen und Schüler sollten beim Experimentieren mit Chemikalien grundsätzlich einen Labormantel und eine Schutzbrille tragen. Je nach Versuch sind auch Handschuhe erforderlich.



### **Kennzeichnung der Reagenzien.**

Werden Chemikalien oder Reagenzien für die Experimente für Schülerinnen und Schüler einzeln in kleine Gebinde abgefüllt, sind auch diese mit dem Inhalt und mindestens den betreffenden Piktogrammen/Gefahrensymbolen zu kennzeichnen.

**Entsorgungsgefässe** für Resten oder Reaktionsprodukte sind bereitzustellen. Für Stoffe, die miteinander gefährlich reagieren können, sind separate Gefässe nötig.

**Vereinbarung.** Die Schülerinnen und Schüler müssen vor dem Experimentieren mit den Laborregeln bekannt gemacht werden. Eine Vereinbarung zwischen der Lehrperson und den Schülerinnen und Schülern kann dabei gute Dienste leisten (Beispiel siehe entsprechendes Beiblatt A «Experimentierregeln für Schülerinnen und Schüler»).

**Mutterschutz und Jugendschutz,** vgl. Hinweise auf den Seiten 23f.

## **Chemikalien ausserhalb «Naturwissenschaften und Technik»**

An Schulen werden auch ausserhalb des Unterrichts in «Naturwissenschaften und Technik» Chemikalien verwendet. Der Umgang mit diesen Produkten ist nicht Gegenstand dieses Leitfadens. Im Sinne eines Querverweises wird hier auf die wichtigsten weiteren Einsatzgebiete von Chemikalien aufmerksam gemacht.

**Hinweise auf Schutzmassnahmen.** Auch in den untenstehenden Bereichen sind die erforderlichen Schutzmassnahmen beim Umgang mit Chemikalien zu treffen. Folgende Hinweise sind beachtenswert:

### **Werkunterricht**

- Lösemittelhaltige Lacke oder Klebstoffe nur bei guter Belüftung verwenden.
- Beim Umgang mit entzündlichen Flüssigkeiten Zündquellen vermeiden.
- Staub von Harthölzern ist krebserregend und sollte vermieden bzw. minimiert werden. Technische und persönliche Schutzmassnahmen sind erforderlich.

### **Reinigungsmittel**

- Bei der Verwendung ätzender Produkte (Kalkentferner, Ablaufreiniger, Sanitärreiniger) müssen Schutzbrille und evtl. Handschuhe getragen werden.

### **Schwimmbadchemikalien**

- Die erforderlichen Massnahmen im Schwimmbad-Bereich sind umfangreich. Da die zuständige Person über eine entsprechende Fachbewilligung verfügen muss, wird hier auf weitere Ausführungen verzichtet.

### **Pflanzenschutzmittel und Dünger**

- Pflanzenschutzmittel bedarfsgerecht einkaufen.
- Vor der Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngern Gebrauchsanweisung lesen.
- Verwendungseinschränkungen und -verbote beachten.
- Insbesondere dürfen auf und an Strassen, Wegen und Plätzen sowie Dächern und Terrassen keine Unkrautvertilgungsmittel ausgebracht werden.
- Pflanzenschutzmittel und Dünger dürfen auf keinen Fall in Gewässer oder die Kanalisation gelangen. Reste müssen als Sonderabfall entsorgt werden.

## Hinweis auf arsenhaltige Tierpräparate

Ältere Tierpräparate («ausgestopfte Tiere») können giftige Konservierungsmittel, insbesondere Arsenverbindungen, enthalten. Diese Präparate, die manchmal sehr wertvoll sind, können jedoch ohne Gesundheitsgefährdung weiterhin für den Unterricht verwendet werden, sofern bei der Aufbewahrung und Handhabung einige Punkte beachtet werden:

### Arsengehalt

- Besonders ältere Präparate von Felltieren und Vögeln können Arsenverbindungen enthalten.
- Fische und Reptilien enthalten diese eher nicht.
- Im Fall arsenhaltiger Tierpräparate ist auch der Staub, der sich auf den Tieren oder in Vitrinen ansammelt, arsenhaltig.

### Aufbewahrung

- Die Tierpräparate sollten in verschlossenen Vitrinen aufbewahrt werden.
- Die Reinigung von Schränken, Vitrinen sowie von den Präparaten sollte mit feuchten Lappen durchgeführt werden, um das Aufwirbeln von Staub zu vermeiden. Dabei ist eine Schutz-ausrüstung (Staubschutzmaske, Handschuhe) zu verwenden.

### Unterricht

- Die Präparate sollen nur unter Aufsicht der Lehrperson vorgeführt werden.
- Der Hautkontakt mit Tierpräparaten ist zu vermeiden.
- Falls es trotzdem zu einem Hautkontakt gekommen ist, müssen die Hände sofort gründlich gewaschen werden.

Das Kantonale Labor kann auf Anfrage eine zerstörungsfreie, qualitative Untersuchung von Tierpräparaten durchführen.

Falls die Präparate aus anderen Gründen nicht mehr verwendet werden können, müssen sie als Sonderabfall entsorgt werden.



## 5 Entsorgung von Chemikalien

### Grundsätze

Die Schule muss dafür sorgen, dass problematische Restchemikalien nicht ins Abwasser gelangen und einer umweltgerechten Entsorgung zugeführt werden.

**Abfälle vermeiden und reduzieren.** In diesem Zusammenhang ist auf folgende Empfehlungen hinzuweisen, die auch im Hinblick auf die allgemeine Sicherheit nützlich sind.

Abfälle können vermieden oder reduziert werden durch:

- Bedarfsgerechten Einkauf
- Durchführung der Experimente mit kleinen Mengen
- Verzicht auf umweltgefährliche und sehr toxische Chemikalien (z.B. halogenierte Lösemittel, Dichromate)

**Prinzip.** Bei der Entsorgung von Chemikalienresten geht es nicht darum, diese in der Schule mit möglicherweise gefährlichen Reaktionen zu «entgiften». Die Chemikalien sollen gesammelt und dem richtigen Entsorgungsweg zugeführt werden.

### Vorgehen

**Ausscheidung alter Chemikalien.** Neben den Abfällen aus den chemischen Versuchen und Experimenten sollten auch ungebrauchte, alte Chemikalienreste regelmässig entsorgt werden.

Bitte beachten Sie die Hinweise im Abschnitt «Entrümpelung der Chemikaliensammlung» im Kapitel 3 «Lagerung und Aufbewahrung von Chemikalien».

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

**Chemikalien mit besonders gefährlichen Eigenschaften.** Besonders gefährliche Chemikalien gehören zur Gruppe E, da ihre Entsorgung zusammen mit Chemikalien der Gruppen A bis D gefährlich sein kann.

Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	Gruppe D	Gruppe E
Salzlösungen verdünnte Säuren und Laugen schwermetallfrei	schwermetallhaltige Lösungen	Lösemittel halogenfrei	halogenierte Lösemittel (falls vorhanden)	Altchemikalien Chemikalienreste
wässrige Lösungen ohne Schwermetalle	Lösungen mit Blei-, Chrom-, Queck- silber-, Silber-, Kupferverbindungen	Alkohol, Aceton, Toluol, Kohlen- wasserstoffe	chlorierte Lösemittel	diverse Stoffgruppen
In den Ausguss und Nachspülen (evtl. nach Neutralisation)	Entsorgungskanister UN-geprüft Beschriftung «Metallsalzlösungen – Sonderabfall»	Entsorgungskanister UN-geprüft Beschriftung «Organische Löse- mittel – Sonderabfall»	Entsorgungskanister UN-geprüft Beschriftung «Halogenierte Löse- mittel – Sonderabfall»	In Verpackung belassen. Sammlung in Kunststoff-Box

Tabelle 5: Gruppierung von Chemikalienabfällen

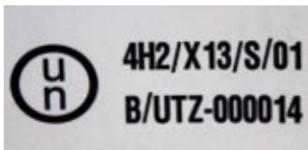
Liegen besonders gefährliche Chemikalien als Reste aus Experimenten vor, müssen sie u.U. vor der Entsorgung trotzdem in unschädliche Verbindungen überführt werden. Anleitungen dazu findet man in der Literatur. Dies betrifft Stoffe wie Calciumcarbid, Chlorate, Cyanide, Fluoride (Flusssäure), Kalium, Lösungen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

Ausserdem sind feste Abfälle, die Schwermetalle enthalten, in einem eigenen, entsprechend markierten Behälter zu sammeln (Gruppe E). Ebenfalls separat zu sammeln sind etwaige Reste von Fotochemikalien.

Verschmutzte Glaswaren, die nicht gereinigt werden können oder dürfen, werden ebenfalls wie die Gruppe E gesammelt und gelagert. Saubere Labor-Glaswaren werden über den Kehrriech entsorgt, da sie sich nicht für das Recycling eignen.

**Aufbewahrung.** Für die Lagerung von Chemikalienresten und Abfällen sind die folgenden Regeln zu beachten. Insbesondere sind gefährliche Reaktionen und das Auslaufen zu vermeiden.

- Chemikalienreste nach Möglichkeit in der Originalverpackung belassen, sonst klar beschriften.
- Packungen sollen mit dem Vermerk «Sonderabfall» versehen werden.
- Beständige und dichte Abfallbehälter verwenden
- Chemikalienabfälle nicht in Getränkeflaschen sammeln.
- Kontakt unterschiedlicher Abfälle vermeiden (flüssig/fest, Säuren/Laugen, brennbare Stoffe/Oxidationsmittel).
- Kanister oder Packungen in Auffangwanne oder Kunststoffbox stellen.
- Gebinde mit Abfällen in einem ausreichend belüfteten Raum aufbewahren.
- Chemikalienabfälle und Altchemikalien für Unbefugte unzugänglich aufbewahren.



Prägung für UN-geprüfte Gebinde (UN-geprüfte Behälter entsprechen den internationalen Anforderungen für Gefahrgut-Transporte.)



Kunststoffbox



Kanister für Lösemittelabfälle

Kunststoffbox für Chemikalienreste



Kanister in Auffangwanne

Abbildung 1: Behälter für Sammlung von Chemikalienabfällen und -resten

Abbildung 2: Auffangbehälter für Gebinde mit Chemikalienabfällen

**Rückgabe.** Für die Rückgabe der Chemikalien gibt es grundsätzlich die folgenden Möglichkeiten:

#### Abholung durch Entsorgungsfirma

Die Abholung durch eine Entsorgungsfirma bietet diverse Vorteile und Gewähr für den richtigen Transport.

- Ein gutes Angebot für Schulen hat die Firma EcoServe: EcoServe International AG, Umwelt- u. Entsorgungsdienstleistungen, Bresteneggstrasse 5, 5033 Buchs AG, Telefon 062 837 08 10, [www.ecoserve.ch](http://www.ecoserve.ch)
- Weitere Entsorgungsunternehmen für Sonderabfälle können unter [www.abfall.ch](http://www.abfall.ch) gefunden werden.

#### Rückgabe an öffentliche Sammelstelle

Chemikalienreste und -abfälle können an die öffentlichen Sammelstellen gebracht werden:

- Sammelstelle Hagenholz  
Zürich ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, Hagenholzstrasse 110, Zürich-Oerlikon, Telefon 044 645 77 77, Mo–Fr 7.00–17.00 Uhr
- Triagestelle KEZO Hinwil, KVA,  
Wildbachstrasse 2, Hinwil, Telefon 044 938 31 23, Mo–Fr 7.00–16.15 Uhr, letzter Samstag im Monat: 8.00–10.45 Uhr.
- Transportvorschriften beachten (vgl. unten «Umgang mit Sonderabfall»).

**Hinweis:** Das Sonderabfallmobil in den Gemeinden nimmt nur Chemikalienreste aus privaten Haushalten entgegen. Schulen dürfen hier nicht entsorgen.

**Rückgabe an den Lieferanten.** Für normale Chemikalien besteht für den Lieferanten keine Rücknahmepflicht gegenüber gewerblichen Verbrauchern. Reste von Biozidprodukten (Desinfektionsmittel) und Pflanzenschutzmitteln müssen jedoch zurückgenommen werden (allenfalls gegen Verrechnung). Für (grössere) Chemikalienreste aus der Badewasserdesinfektion oder dem Umgebungsunterhalt kann auch dieser Weg gewählt werden.

## Exkurs: Umgang mit Sonderabfall

**Was gilt als Sonderabfall?** Als Sonderabfall gelten Abfälle, die im Abfallverzeichnis (LVA) zur «Verordnung über den Verkehr mit Abfällen» (VeVA) als solche aufgeführt sind. Jede Abfallart hat einen Code.

**Was ist für die Abgeberbetriebe wichtig?** Abgeber von Sonderabfällen sollten folgende Punkte berücksichtigen:

#### → Betriebsnummer

Die Abgeber (-Betriebe) von Sonderabfällen benötigen eine Betriebsnummer.

Diese kann bei der kantonalen Abfall-Fachstelle beantragt werden.

(Online-Abfrage der Betriebsnummer über

[www.veva-online.ch](http://www.veva-online.ch) möglich)

#### → Begleitscheine

Werden Sonderabfälle aus Betrieben zur Entsorgung gebracht, benötigen sie einen Begleitschein. Ausgenommen sind:

- Kleinmengen aller Arten bis 50 kg pro Abfallcode und Lieferung (Angabe der Betriebsnummer und Aufbewahrung der Entsorgungsquittung genügt)
- Warenretouren in Originalpackung an den Lieferanten

**Was ist beim Transport zu beachten?** Der Transport von Sonderabfällen richtet sich in den meisten Fällen nach den Vorschriften über Gefahrguttransporte (Beförderung gefährlicher Güter).

Besonders Abfalltransporte über der sogenannten Freigrenzen-Menge sollten vermieden werden, da es sonst erforderlich ist, einen Gefahrgutbeauftragten zu bezeichnen und einen eigentlichen Gefahrguttransport durchzuführen. Ein solcher verlangt ausgebildete Chauffeure, orangefarbige Warntafeln, spezielle Fahrzeuge und weitere Anforderungen (siehe dazu «Sonderabfälle aus Gewerbe – Merkblatt für einen gesetzeskonformen Transport» des

AWEL unter [www.abfall.zh.ch](http://www.abfall.zh.ch) > Sonderabfälle & andere kontrollpflichtige Abfälle > Abgeber > Sonderabfall aus Betrieben).

Für Transporte unterhalb der Freigrenze (unter 1000 Massenpunkten) genügen

- das Vorhandensein eines Beförderungspapiers (mit Menge, ADR-Klassierung und Berechnung der Massenpunkte),
- die Verpackung der Sonderabfälle in ADR-konforme Gebinde und Beschriftung mit dazugehörigen Gefahrenzetteln,
- das Mitführen eines 2 kg-Feuerlöschers und
- die Unterweisung der am Transport beteiligten Personen.

Für typische Abfälle aus Schulen liegt die Freigrenze zwischen 20 und 333 kg. Die genaue Ermittlung der Massenpunkte erfordert vertiefte Kenntnisse über die Regelungen beim Gefahrguttransport.

#### **Fazit:**

Von einem Selbsttransport von Chemikalienabfällen und -resten zu einer Sammelstelle wird abgeraten. In Ausnahmefällen sind Kleinstmengen in sicheren Gebinden in Transportboxen (z.B. in Kunststoff-Stapelboxen) zu stellen. Zwischenräume sind für den Transport mit geeignetem Verpackungsmaterial (z.B. Vermiculit) zu füllen.

### **Abfallarten in Schulen**

In der folgenden Tabelle sind typische Abfälle aus Schulen mit ihren Abfallcodes aufgeführt.

In der Praxis sollte die Klassierung der Abfälle für den Transport, das Ausfüllen der Begleitscheine und die Verpackung für den Transport dem Entsorgungsunternehmen übertragen werden.

Produkt/Stoff	Abfallcode(s)	Bezeichnung	ADR-Klassierung*
<b>Laborchemikalien feste Chemikalienreste</b> Abfallgruppe E (Tabelle 5)	16 05 06 allgemein 16 05 07 anorganische 16 05 08 organische	Laborchemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten, einschliesslich Gemische von Laborchemikalien	3077 (fest) 3082 (flüssig) Klasse 6.1, VG III
<b>Lösemittel halogenfrei</b> Abfallgruppe C (Tabelle 5)	07 07 04 20 01 13	Andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	1993 Klasse 3, VG II
<b>halogenierte Lösemittel</b> Abfallgruppe D (Tabelle 5)	07 07 03 20 01 13	Halogenorganische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen (Chlorgehalt > 2 %)	1992 Klasse 3+6.1 VG II
<b>schwermetallhaltige Lösungen</b> Abfallgruppe B (Tabelle 5)	06 03 13	Lösungen, die Schwermetalle enthalten	3287 Klasse 6.1, VG II
<b>Reinigungsmittel</b>	20 01 29	Reinigungsmittel, die gefährliche Stoffe enthalten	1760 Klasse 8, VG III
<b>Fotochemikalien</b>	20 01 17	Fotochemikalien	1760 Klasse 8, VG III
<b>Farben und Lacke Klebstoffe</b>	20 01 27	Farben, Druckfarben, Klebstoffe und Kunstharze, die gefährliche Stoffe enthalten	1263 Klasse 3, VG III
<b>Säuren</b> Abfallgruppen A, E (Tabelle 5)	20 01 14	Säuren	3264 Klasse 8, VG II
<b>Laugen</b> Abfallgruppe A, E (Tabelle 5)	20 01 15	Laugen	1719 Klasse 8, VG III
<b>Javel-Lauge</b>	20 01 15	Laugen	1791 Klasse 8, VG III
<b>Calciumhypochlorit</b>	20 01 15	Laugen	1748 Klasse 5.1, VG II
<b>Pflanzenschutzmittel</b>	20 01 19	Pestizide	2902 (flüssig) 2588 (fest) Klasse 6.1, VG III
<b>Altöl</b>	13 02 08	Andere Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle (einschliesslich Mineralölgemische)	–
<b>Speiseöl</b>	20 01 25	Speiseöle und -fette, ohne diejenigen, die aus öffentlichen Sammelstellen stammen	–

\*ADR-Klassierung für Transport: unverbindlicher Vorschlag



# 6 Erste Hilfe bei Notfällen mit Chemikalien

## Grundsatz

Grundsätzlich gilt es, beim Umgang mit gefährlichen Chemikalien Zwischenfälle zu vermeiden. Trotzdem ist es wichtig, sich auf gewisse Notsituationen vorzubereiten und allfällige Hilfsmittel bereitzustellen und in gutem Zustand zu halten.

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

- auf der Etikette des Produktes (P-Sätze resp. S-Sätze),
- im Sicherheitsdatenblatt (Abschnitte 4 und 6 des Sicherheitsdatenblattes),
- auf Betriebsanweisungen oder andern internen Informationen.

Es ist die Pflicht des Betriebes, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter vor Ort über die Massnahmen der Ersten Hilfe zu informieren. Dazu steht beispielsweise das Plakat der SUVA zu Verfügung (11030.d). Dieses oder ein anderes, eigenes Notfallplakat ist gut sichtbar im Unterrichtszimmer anzubringen.

## 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
  - interner Sanitätsdienst
  - Sicherheitsbeauftragter
  - Schulleitung
  - Hausdienst
  - externe Alarmierung Fachhilfe
- Nothilfe leisten
  - evtl. Patientin oder Patienten aus der Gefahrenzone bringen
  - ABC-Schema/lebensrettende Sofortmassnahmen durchführen
  - Massnahmen bei Vergiftungen ergreifen

**Massnahmen bei Vergiftungen und Verätzungen**

**Erste Hilfe** **Gleichzeitig oder nachher** **Ärztliche Hilfe anfordern bei**

1. Vorfälle möglichst rasch aus der Gefahrenzone entfernen. **Vorsicht: Auch der Retter kann gefährdet sein, deshalb Sicherung.**

2. Betroffenen sanft lagern und warm halten. Nichts einblasen.

3. Der Bewusstlose atmet nicht oder schlecht beengteschnapend, rüchelt, oder Gesichtsfarbe wird bläulich: sofort beatmen.

4. Bei Herztot/Brain: Herzmassage

5. Verätzungen mit Säuren und Laugen

6. Einatmen von Gift

**Ärztliche Hilfe anfordern bei:**

Art	☐
Spital	☐
Sanität	☐
Polizei	☐

Ist keine ärztliche Hilfe ersichtbar, sofort Tox-Zentrum anrufen

**Tox-Zentrum Zürich ☐ 142**

7. **Art und Tox-Zentrum benötigen genaue Informationen.**

**Fragebogen:**

**Wer:** Name, Alter, Gewicht, Geschlecht des Betroffenen, gegebenenfalls Adresse und Telefon.

**Was:** Genaue Beschreibung des Giftes und 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 Flüssigkeiten Angabe der Zusammensetzung, bei Ölsäuren Farbe und Dosis der Einatmung.

**Wann:** Zeitangaben, ist diese genau oder nur ướcungsweise?

**Wie:** Einatmen, Berühren, Einströmen.

**Wohin:** An welchem Arbeitsplatz ist der Unfall geschehen? Welche Stoffe werden dort normalerweise verwendet? (Ziel der Frage: ist kein Systemat-Merkmal? Hat der Vorfälle noch etwas mitgemacht?)

## Externe Alarmierung: Wichtige Notrufnummern

**Allgemeiner Notruf: 112**

**Sanität: 144**

**Feuerwehr: 118**

**Polizei: 117**

**Vergiftungen: 145**, Toxikologisches Informationszentrum (STIZ), nicht dringende Fälle:  
044 251 66 66

### Angaben für die Alarmierung

#### Allgemein:

- Wo ist etwas passiert?
- Was ist passiert?
- Gegenwärtige Situation?
- Wann ist es passiert?
- Einweisposten stellen

#### Bei Vergiftungsmeldungen ans Toxikologische Informationszentrum:

- **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 etc.
- Erste getroffene Massnahmen

## Vorgehen im Brandfall

Im Brandfall gelten die folgenden Regeln:

- Alarmieren Telefon 118, Wo, Was?
- gegebenenfalls: «Chemieunfall»
- Personen retten, Lift nicht benutzen
- Fenster/Türen schliessen, Ruhe bewahren
- Brand bekämpfen mit Löschdecken, Feuerlöschern



## 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.

Am wichtigsten ist der Selbstschutz des Retters oder der Retterin. Wenn der geringste Verdacht besteht, dass sich die Hilfsperson durch Betreten der Gefahrenzone selbst auch einer Gefahr aussetzt, muss die Hilfe den Rettungsdiensten 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; ruhig stellen
- Arzt/Toxikologisches Informationszentrum anrufen

## Augenspritzer

- Auge möglichst rasch und lange mit viel Wasser spülen. (10 Minuten für Säuren, bis 20 Minuten für Laugen)
- Lider offen halten
- immer rasche Nachbehandlung durch Arzt (besonders bei Laugen)

Bei der Nachbehandlung durch den Arzt 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 weitere Aufnahme oder Wirkung des Stoffs durch Wegspülen zu stoppen.

- benetzte Kleider entfernen (Selbstschutz beachten, z.B. Schutzhandschuhe tragen)
- betroffene Hautstellen spülen
  - mit viel fließendem Wasser, dann
  - mit Seife und Wasser nachreinigen (bei Verätzungen/Verbrennungen: keine Seife)
- evtl. trockenen Deckverband anlegen
- evtl. Arzt/Toxikologisches Informationszentrum beiziehen

## Einnahme von Giften

Hinweis: Falls die Patientin oder der Patient bewusstlos ist, müssen stattdessen die lebensrettenden Sofortmassnahmen eingeleitet werden (ABC-Schema).

### 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!)
- Anschliessend Arzt konsultieren

### Übrige Stoffe:

- Auf Anweisung des Arztes oder Toxikologischen Informationszentrums handeln.

Weitere Massnahmen, wie das Erbrechen herbeiführen oder Medizinalkohle verabreichen, dürfen nur nach Anweisung des Arztes oder des Toxikologischen Informationszentrums durchgeführt werden.

## Unbeabsichtigte Freisetzung gefährlicher Chemikalien

**Grössere Notfälle.** Bei grösseren 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 nach folgendem Schema vorgegangen werden.



### 1. Gefahren vergegenwärtigen, die ausgehen von

- giftigen oder ätzenden Stoffen und ihren Dämpfen.
- brennbaren 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 Sicherheitsdatenblattes).

## Erforderliche Mittel für Erste Hilfe



**Hilfsmittel zum Spülen der Augen.** Die Hilfsmittel zum Spülen der Augen («Augenduschen») sind grundsätzlich unmittelbar an den Orten bereitzustellen, an denen die Gefahr von Augenspritzern besteht.

Es kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage. Empfohlen werden Systeme, die am Wassernetz angeschlossen sind oder sterile Spülpackungen (vgl. Abbildung 3).

Von wieder befüllbaren Augenspülflaschen mit Leitungswasser 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 Plattform der SUVA bestellt werden ([www.sapros.ch](http://www.sapros.ch)).

Alle Systeme müssen regelmässig überprüft, gespült bzw. ausgetauscht werden.



**Notdusche.** Notduschen (Duschen) sollten nahe den Arbeitsplätzen, an denen mit grösseren Mengen gefährlicher Chemikalien umgegangen wird, vorhanden sein. Für kleine Spritzer genügt ein Spülbecken mit einer Druck reduzierenden Brause.



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



**Notfall-Apotheke.** Im Naturlehrzimmer muss eine Notfall-Apotheke vorhanden sein.



**Medikamente bei Vergiftungen.** Über allfällige Notfallmedikamente gibt es Angaben im Sicherheitsdatenblatt (Abschnitt 4 des Sicherheitsdatenblattes). In den meisten Fällen sollte es nicht erforderlich sein, spezielle Gegenmittel (für den Arzt) vor Ort bereit zu halten.



**Dekontaminationsmaterial.** Zum Aufnehmen oder «Neutralisieren» von verschütteten Chemikalien sollte entsprechendes Material bereitgestellt werden.

In der Regel genügen wenige Kilogramm eines Universal-Bindemittels 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. Die Eignung von Bindevlies ist mit dem Lieferanten des Vlies abzuklären.

Abgebundenes Material sammelt man beispielsweise in Entsorgungsbeuteln aus Polypropylen. Die Entsorgung kann über die Sonderabfallsammelstelle oder gegebenenfalls über eine Spezialfirma erfolgen (vgl. Kapitel 5 «Entsorgung von Chemikalien»).

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



Abbildung 3: Hilfsmittel für die Augenspülung



## 7 Rechtlicher Bezug

---

### Übersicht über die wichtigsten Rechtserlasse

---

Im Folgenden werden die wichtigsten Rechtsbereiche und -erlasse im Bereich des Umgangs mit Chemikalien und deren Entsorgung kurz dargestellt.

#### **Chemikaliengesetz (ChemG, SR 813.1 ) und Chemikalienverordnung (ChemV, SR 813.11).**

Zweck des Chemikaliengesetzes und der Chemikalienverordnung 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. Allgemeine Anforderungen bei der Abgabe von Chemikalien (z. B. Informationspflicht, Sicherheitsdatenblatt) sowie über die Aufbewahrung (Lagerung) und Verwendung sind ebenfalls Gegenstand der Chemikaliengesetzgebung.

#### **Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81).**

Bestimmungen über einzelne Gruppen von Substanzen oder Produkte sind der Hauptgegenstand der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung. Darin sind die Einschränkungen und Verbote wie beispielsweise das Asbestverbot oder das Quecksilberverbot enthalten. Diese Einschränkungen und Verbote sind in verschiedene Anhänge gegliedert und bilden den Hauptinhalt dieser Verordnung.

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 einzelnen Departementsverordnungen konkretisiert.

#### **Unfallversicherungsgesetz (UVG, SR 832.20) und Verordnung über die Verhütung von Unfällen (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 regelt die diesbezüglichen Pflichten der Arbeitgeber und Arbeitnehmer.

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

**Arbeitsgesetz (ArG, SR 822.11).** Das Arbeitsgesetz 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 1–5 zum Arbeitsgesetz (SR 822.111 – SR 822.115) konkretisieren das Gesetz bezüglich verschiedener Themenbereiche. Die Anforderungen zum Schutz der Gesundheit werden in der Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV3, SR 822.113) definiert.

Die Bestimmungen der Arbeits- und Unfallversicherungsgesetzgebung sind für alle Angestellten und Lehrpersonen einer Schule anwendbar. Für

Schülerinnen und Schüler sollten sie sinngemäss angewendet werden, sofern nicht andere, strengere Bestimmungen gelten.

- R46 bzw. H340 (erbgutverändernd),
- R42, R43 bzw. H317, H334 (sensibilisierend) oder
- R60, R61 bzw. H360 (fortpflanzungsgefährdend)

## Besondere Bestimmungen zum Arbeitnehmerschutz

**Mutterschutz (SR 822.111.52).** Schwangere Frauen und stillende Mütter dürfen nur dann mit gefährlichen oder beschwerlichen Arbeiten betraut werden, wenn auf Grund 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).

In Schulen kommen wenige Chemikalien vor, die eine Risikobeurteilung erforderlich machen. Als für Mutter und Kind besonders gefährlich gelten insbesondere Chemikalien mit den folgenden Gefahrensätzen:

- R40, R45, R46, R49 bzw. H350, H351 (krebserregend),
- R46 bzw. H340 (erbgutverändernd) oder
- R60, R61, R62, R63, R64 bzw. H360, H361, H362 (fortpflanzungsgefährdend).

**Jugendschutz (SR 822.115.2).** Obwohl Schülerinnen und Schüler der Arbeitnehmerschutzgesetzgebung nicht unterstehen, ist der Hinweis auf die entsprechenden Beschränkungen (und deren Einhaltung) zweckmässig. Jugendliche bis zum 18. Altersjahr dürfen nicht für gefährliche Arbeiten beschäftigt werden (ArGV5). Die gefährlichen Arbeiten sind in der Verordnung des EVD über gefährliche Arbeiten für Jugendliche aufgeführt.

Dazu gehört die Arbeit mit Chemikalien mit den R-Sätzen:

- R39 bzw. H370 (irreversible Schäden),
- R48 bzw. H372, H373 (chronische Schädigungen),
- R40, R45 bzw. H350, H351 (krebserregend),

Das Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (BBT) kann mit Zustimmung des SECO die Beschäftigung Jugendlicher ab 16 Jahren für gefährliche Arbeiten vorsehen, sofern dies für die Berufsbildung unentbehrlich ist.

**ASA-Richtlinie (EKAS-Richtlinie 6508).** Die Verordnung über die Unfallverhütung verlangt, dass Betriebe mit «besonderen Gefahren» zur Gewährleistung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit am Arbeitsplatz «Arbeitsärzte und andere Spezialisten der Arbeitssicherheit (ASA-Spezialisten)» beziehen 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.

Zu den oben erwähnten «besonderen Gefahren» gehört auch der Umgang mit gefährlichen Chemikalien, die in den meisten Fällen mit einem Gefahrensymbol oder einem Gefahrenpiktogramm gekennzeichnet sind.

### Weitere EKAS-Richtlinien 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 SUVA bezogen werden: [www.suva.ch](http://www.suva.ch) > Service > Informationsmittel > Waswo-Shop

**Feuerpolizeiliche Vorschriften.** Die feuerpolizeilichen Vorschriften regeln die Anforderungen an Bauten, Räume und Einrichtungen im Hinblick auf den Brandschutz. Ausserdem sind Bewilligungen für grössere Lager brennbarer Flüssigkeiten vorgeschrieben.

- Brandschutzrichtlinie «Gefährliche Stoffe» (27.03)
- Brandschutzrichtlinie «Brennbare Flüssigkeiten» (28.03)
- Merkblatt «Verwendung von Flüssigkeiten in Schulhäusern» (GVZ, 30.08)
- Merkblatt «Fluchtwege in Schulhäusern» (GVZ, 30.12)

Die Brandschutzrichtlinien können bei der Gebäudeversicherung des Kantons Zürich/Kantonale Feuerpolizei bezogen werden: [www.gvz.ch](http://www.gvz.ch) > Feuerpolizei > Brandschutzvorschriften > BSV-Online

**Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01).** Das Umweltschutzgesetz 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.

Das Gesetz wird durch verschiedene Verordnungen konkretisiert, z.B. durch die Luftreinhalte-Verordnung (LRV), die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö), die Störfallverordnung (StfV) und die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV; enthält stoffspezifische Verbote und Beschränkungen, vgl. auch oben).

**Gewässerschutzgesetz (GSchG, SR 814.20) und Gewässerschutzverordnung (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. Es verbietet auch, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, wenn dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht. 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. Zu diesem Zweck gibt sie die ökologischen Ziele für Gewässer vor, die bei allen Massnahmen nach dieser Verordnung berücksichtigt werden müssen. Die GSchV wird durch kantonales Recht ergänzt und konkretisiert.

**Technische Verordnung über Abfälle (TVA, SR 814.600).**

In der Technischen Verordnung über Abfälle 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. Sofern Abfälle nicht verwertet werden können, müssen brennbare Abfälle in geeigneten Anlagen verbrannt werden. Die nicht verwertbaren oder verbrennbaren Abfälle sind auf den in der TVA festgelegten Deponietypen abzulagern. Die eidgenössische Abfallgesetzgebung wird durch kantonale Erlasse und auch kommunale Reglemente ergänzt und konkretisiert.

**Verordnung und Liste über den Verkehr mit Abfällen (VeVA, SR 814.610 und LVA SR 814.610.1).** Die LVA bestimmt, welche Abfälle als Sonderabfälle gelten und teilt jedem Abfall 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.

**Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR/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 ADR/SDR enthält Bestimmungen über die Klassifizierung der gefährlichen Güter, die daraus resultierenden Anforderungen an Verpackungsmaterial und Verpackung, die Kennzeichnung sowie die Ausrüstung und Beladung der Fahrzeuge. Sie regelt ausserdem die Ausbildung der Fahrzeugführer.

## Arbeitnehmerschutz beim Umgang mit Organismen

**Gentechnikgesetz (GTG, SR 814.91).** Zweck des Gentechnikgesetzes 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 fest, im geschlossenen System (Labor), bei Freisetzungsversuchen oder beim Inverkehrbringen.

**Einschliessungsverordnung (ESV, SR 814.912) und Freisetzungsverordnung (FrSV, SR 814.911).** Diese 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 bzw. von ihm bewilligen lassen. Zudem enthalten die Verordnungen Angaben zur Informationspflicht und zu den erforderlichen Sicherheitsmassnahmen beim Umgang mit Organismen.

**Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV, SR 832.321).** Diese Verordnung legt konkret fest, welche Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer 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)
- Verhütung von Berufskrankheiten in diagnostisch-mikrobiologischen Laboratorien (SUVA Bestellnummer 2869/27d)

## Strahlenschutz

**Strahlenschutzgesetz und Strahlenschutzverordnung (StSG, SR 814.50 und 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 über die Ausbildungen und die erlaubten Tätigkeiten im Strahlenschutz (Strahlenschutz-Ausbildungsverordnung, SR 814.501.261)
- Verordnung über den Umgang mit offenen radioaktiven Strahlenquellen (VUOS, SR 814.554)
- Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle (SR 814.557)

### Weitere Unterlagen im Bereich Strahlenschutz:

- Leitfaden zur Erstellung einer betriebsinternen Weisung für den Strahlenschutz (SUVA Bestellnummer 66115)
- Strahlenschutzmessgeräte: Anforderungen und Kontrollen (SUVA Bestellnummer 6609)

## Bezugsquellen für die Gesetzestexte

- Die eidgenössischen Rechtstexte können in der systematischen Rechtssammlung des Bundesrechtes abgerufen werden ([www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html)) oder
- beim Bundesamt für Bauten und Logistik in Papierform bezogen werden ([www.bundespublikationen.ch](http://www.bundespublikationen.ch)).



## 8 Weitere Unterlagen und Publikationen

Gesetzliche Vorschriften und Richtlinien vgl. Kapitel 7 «Rechtlicher Bezug».

	Sicherheits- information	Stoffdaten
Etikette auf der Verpackung zu jedem Stoff	X	
Sicherheitsdatenblatt des Herstellers zu jedem Stoff	X	X
Deutsches Gefahrstoff-Informationssystem Schule <a href="http://www.d-giss.de">www.d-giss.de</a>	X	X
Website von Thomas Seilnacht <a href="http://www.seilnacht.com/Lexikon/Gefahren.htm">www.seilnacht.com/Lexikon/Gefahren.htm</a> <a href="http://www.seilnacht.com/Chemie/ch_index.htm">www.seilnacht.com/Chemie/ch_index.htm</a>	X	X
Unfallkasse Nordrhein-Westfalen – Sichere Schule www.sichere-schule.de <a href="http://www.sichere-schule.de">www.sichere-schule.de</a>	X	
Chemie-Master – Website für den Chemieunterricht <a href="http://www.chemie-master.de">www.chemie-master.de</a>	X	X
Chemie-Treff – Website für Chemieunterricht der Bezirksregierung Düsseldorf <a href="http://www.chemietreff.de">www.chemietreff.de</a>	X	
Merkblatt Schulen (Kantonale Chemikalienfachstellen – chemsuisse) <a href="http://www.chemsuisse.ch">www.chemsuisse.ch</a> > Merkblätter > Merkblatt A09 (pdf)	X	
Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung <a href="http://www.dguv.de/bgja/stoffdatenbank">www.dguv.de/bgja/stoffdatenbank</a>	X	
Sicherheitsdatenblätter grösserer Lieferanten: Merck-Chemikalien: <a href="http://ch.vwr.com">ch.vwr.com</a> > Sicherheitsdatenblätter Fluka/Sigma/Riedel-de-Haen: <a href="http://www.sigmaaldrich.com/switzerland-schweiz.html">www.sigmaaldrich.com/switzerland-schweiz.html</a> > Support > MSDS	X	X
Lagerung gefährlicher Stoffe – Leitfaden für die Praxis (Ausgabe 2011): <a href="http://www.kvu.ch">www.kvu.ch</a> > Arbeitsgruppen > Lagerung gefährlicher Stoffe	X	

## 9 Adressen

### Kanton Zürich

Kantonales Labor Zürich Abteilung Chemikalien Fehrenstrasse 15 / Postfach 8032 Zürich	Telefon 043 244 71 00 chemikalien@klzh.ch <a href="http://chemikalien.klzh.ch">http://chemikalien.klzh.ch</a>	Allgemeines Umgang mit Chemikalien
Amt für Wirtschaft und Arbeit Arbeitsbedingungen «Arbeitsinspektorat» Postfach 8090 Zürich	Telefon 043 259 91 00 as@vd.zh.ch <a href="http://www.ai.zh.ch">www.ai.zh.ch</a>	Sicherheitskonzept Arbeitnehmerschutz EKAS 6508 Gefahrgutbeauftragte
AWEL Sektion Abfallwirtschaft Weinbergstrasse 34 / Postfach 8090 Zürich	Telefon 043 259 39 49 abfall@bd.zh.ch <a href="http://www.abfall.ch">www.abfall.ch</a> <a href="http://www.sonderabfall.zh.ch">www.sonderabfall.zh.ch</a>	Entsorgung Sonderabfälle
AWEL Abteilung Gewässerschutz Hardturmstrasse 105 / Postfach 8090 Zürich	Telefon 043 259 91 40 gwaesserschutz@bd.zh.ch <a href="http://www.gwaesserschutz.zh.ch">www.gwaesserschutz.zh.ch</a>	Umweltgerechte Verwendung von Chemikalien
Kantonale Feuerpolizei Thurgauerstrasse 56 / Postfach 8050 Zürich	Telefon 044 303 11 20 info@gvz.ch <a href="http://www.gvz.ch/feuerpolizei">www.gvz.ch/feuerpolizei</a>	Brandschutz Brandschutzexperten
AWEL Sektion Biosicherheit Walcheplatz 2 Postfach 8090 Zürich	Telefon 043 259 32 62 biosicherheit@bd.zh.ch <a href="http://www.biosicherheit.zh.ch">www.biosicherheit.zh.ch</a>	Umgang mit Organismen

Das Kantonale Labor, das Arbeitsinspektorat und die Feuerpolizei stehen auf Anfrage auch für Begehungen/Beratungen vor Ort zu Verfügung.

### Für die Stadt Zürich

Stadt Zürich Schutz & Rettung Feuerpolizei Beatenplatz 1 / Postfach 8021 Zürich	Telefon 044 411 26 66 <a href="http://www.stadt-zuerich.ch/srz">www.stadt-zuerich.ch/srz</a> > Feuerpolizei	Brandschutz Brandschutzexperten
Stadt Zürich UGZ Arbeitssicherheit Walchestrasse 31 / Postfach 3251 8021 Zürich	Telefon 044 412 26 68 <a href="http://www.stadt-zuerich.ch/arbeitsinspektorat">www.stadt-zuerich.ch/arbeitsinspektorat</a>	Sicherheitskonzept Arbeitnehmerschutz EKAS 6508

### Für die Stadt Winterthur

Feuerpolizei Technikumstrasse 81 8402 Winterthur	Telefon 052 267 62 62 feuerpolizei@win.ch <a href="http://www.baupolizei.winterthur.ch">www.baupolizei.winterthur.ch</a>	Brandschutz Brandschutzexperten
Umwelt- und Gesundheitsschutz Arbeitsinspektorat Obertor 32 8402 Winterthur	Telefon 052 267 57 42 arbeitsinspektorat@win.ch <a href="http://arbeitsinspektorat.winterthur.ch">http://arbeitsinspektorat.winterthur.ch</a>	Sicherheitskonzept Arbeitnehmerschutz EKAS 6508

### Bundesstellen

Bundesamt für Gesundheit Abteilung Strahlenschutz Postfach 3003 Bern	Telefon 031 322 96 14 str@bag.admin.ch <a href="http://www.str-rad.ch">www.str-rad.ch</a>	Bewilligungen Radioaktive Abfälle Dosimetrie Radon
Bundesamt für Umwelt Kontaktstelle Biotechnologie des Bundes 3003 Bern	Telefon 031 323 55 99 contact.biotech@bafu.admin.ch <a href="http://www.bafu.admin.ch/biotechnologie">www.bafu.admin.ch/biotechnologie</a> <a href="http://www.contactbiotech.ch">www.contactbiotech.ch</a>	Meldungen Organismenlisten Kurslisten
Suva Bereich Physik-Strahlenschutz Postfach 4358 6002 Luzern	Telefon 041 419 61 33 physik@suva.ch <a href="http://www.suva.ch">www.suva.ch</a>	Strahlenschutz Kurse Beratung

## 10 Verzeichnis der Beiblätter

---

Die Beiblätter zu diesem Leitfaden stehen zum Download zur Verfügung. Download-Site:

[www.vsa.zh.ch](http://www.vsa.zh.ch) > Schulbetrieb & Unterricht > Fächer, Lehrpläne & Lehrmittel > Mensch & Umwelt

### A Experimentierregeln für Schülerinnen und Schüler

→ Sicherheitsregeln beim Experimentieren mit Chemikalien

### B Umgang mit Druckgasflaschen

- Grundregeln
- Literatur
- Bedienung der Gasflaschen
- Verhalten im Gefahrfall
- Farbkennzeichnung von Gasen

### C Klassierung häufig verwendeter Lösungen

- EU-Symbole
- GHS

### D Bedeutung der Chemikalienkennzeichnung (EU-Symbole)

- Elemente der Kennzeichnung
- Gefahrensymbole
- R-Sätze (Hinweise auf besondere Gefahren)
- S-Sätze (Sicherheitsratschläge)

### E Bedeutung der Chemikalienkennzeichnung nach GHS

- Prinzipien des GHS
- Piktogramme und ihre Bedeutung
- Was ändert sich für die Verwender von Chemikalien?
- Was müssen die Verwender beachten?
- Liste der Gefahrenhinweise, H-Sätze (Hazard Statements)
- Liste der Sicherheitshinweise, P-Sätze (Precautionary Statements)

### F Checkliste Chemikalien für Schulen – Selbstkontrolle

### G Checkliste für neue chemische Experimente

### H Chemikalienliste

### Haftungsausschluss

---

- Die Informationen in diesem Leitfaden wurden zum Zeitpunkt der Erstellung sorgfältig erarbeitet.
- Dennoch kann von den beteiligten Personen, den Autoren und den Institutionen, denen sie angehören, unabhängig vom Rechtsgrund, keine Haftung für daraus direkt oder indirekt entstehende Schäden jeglicher Art übernommen werden.



