

## Entsorgung von Gefahrstoffen

### Allgemeines

Schulen tragen mit den dort anfallenden Gefahrstoffresten bzw. -abfällen in nicht geringem Umfang zur Umweltbelastung bei. Daher **gilt auch für Schulen der Grundsatz: Abfälle sind möglichst zu vermeiden. Nicht vermeidbare oder verwertbare Abfälle sind umweltverträglich zu beseitigen** (vgl. Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz). **Gemeinsam mit dem Sachkostenträger hat die Schule hierzu ein funktionsfähiges Entsorgungskonzept zu erarbeiten.**

Vor Beginn einer Tätigkeit mit Gefahrstoffen muss die verantwortliche Lehrkraft klären, wie nicht verwertbare Reste und Abfälle gefahrlos und umweltverträglich beseitigt werden können.

**Dabei sind Gefahrstoffabfälle gemäß ihrem Gefährdungspotential zu behandeln.**

Schulen dürfen Gefahrstoffabfälle, die in der Schule anfallen, nicht selbst entsorgen (dies gilt für alle Fachbereiche), sondern organisieren in Absprache mit dem Sachkostenträger die **Abholung sowie die Beseitigung durch Entsorgungsberechtigte** (Ausnahme: Entsorgung von hierfür geeigneten Chemikalienresten in geringen Mengen durch Fachlehrkräfte für Chemie).

Der Sachkostenträger hat die Kosten der Entsorgung einschließlich des (Gefahrgut-) Transports zu tragen.

Die Entsorgung gefährlicher Abfälle ist derart vorzunehmen, dass das Aufbewahren, der Transport und das Beseitigen dieser Stoffe nicht zu einer Gefährdung führen können. Bei der Entsorgung ist insbesondere darauf zu achten, dass Personen (Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler, Reinigungspersonal, Hausmeisterin/ Hausmeister etc.) nicht gefährdet werden.

**Bis zum Abtransport sind die Gefahrstoffabfälle** in geeigneten Sammelgefäßen, für Unbefugte nicht zugänglich, in abschließbaren Räumen des naturwissenschaftlich-technischen Fachbereichs aufzubewahren. Leicht entzündliche/entzündbare Abfälle sind bis zur Abholung kühl, abseits offener Flammen und vor Sonneneinstrahlung geschützt zu lagern.

**Die einzelnen Abfallarten sind getrennt zu sammeln. Hierzu sind Gefäße bereitzustellen, die nach Größe und Bauart für die Sammlung der einzelnen Abfallarten geeignet sind.**

Auch bei der Lagerung von gefährlichen Stoffen bis zur Abholung bzw. Entsorgung gelten die allgemeinen Bestimmungen für die Aufbewahrung und Lagerung von Gefahrstoffen. So sind beispielsweise Stoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauche entwickeln, in Schränken oder Räumen mit einer wirksamen Außenentlüftung aufzubewahren. Die Aufbewahrung entzündlicher/entzündbarer Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt kleiner oder gleich 55 °C ist grundsätzlich in Sicherheitsschränken nach DIN 14470-1 bzw. DIN 12925-1 oder in einem geeigneten Lagerraum vorzunehmen.

**Die Kosten für die Beschaffung der Sammelgefäße sind vom Sachkostenträger zu tragen**, sofern z. B. über eine Budgetierung nichts anderes festgelegt ist.

Die sachgerechte Entsorgung erfolgt auf zwei Wegen (vgl. DGUV Regel 113-018, S. 108 f., vormals GUV-SR-2003 unter <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/sr-2003.pdf>):

#### 1. Die schulinterne Entsorgung durch die fachkundige Lehrkraft:

Die schulinterne Entsorgung darf bei hierfür geeigneten Chemikalienresten in geringen Mengen angewandt werden. Nach GefStoffV und DGUV Information 213-098 (bisher: DGUV Regel 113-019) kann nur die fachkundige Chemielehrkraft diese Stoffe selbst umsetzen. Die Entsorgung ist mit großer Umsicht und Vorsicht vorzunehmen, alle technischen und persönlichen Schutzmaßnahmen sind einzuhalten.

#### 2. Die externe Entsorgung über einen Entsorgungsberechtigten bzw. ein Entsorgungsunternehmen in Absprache mit dem Sachkostenträger:

Die Gefahrstoffabfälle müssen dabei in entsprechenden Gefäßen gesammelt und gelagert werden. Die Entsorgung gefährlicher Abfälle ist zeitlich so vorzunehmen, dass das Aufbewahren, der Transport und das Beseitigen dieser Stoffe nicht zu einer Gefährdung führen können.

Stoffe, die mit anderem Abfall gefährliche Reaktionen verursachen können (z. B. Kaliumperchlorat, Kaliumpermanganat), müssen dem Entsorgungsdienst gesondert, mit Beschriftung des Inhalts, abgegeben werden.

Gefahrstoffabfälle müssen ausschließlich durch einen Entsorgungsberechtigten abgeholt bzw. beseitigt werden und dürfen nicht durch die Lehrkraft oder die Hausmeisterin/den Hausmeister entsorgt werden.

## Art und Anzahl der Gefäße für die externe Entsorgung

**Vor Ort sollte mit dem Sachkostenträger und dem Entsorgungsberechtigten die genaue Art und Anzahl der Gefäße abgeklärt werden oder, ob ein alternatives Entsorgungskonzept sinnvoll bzw. umsetzbar ist.**

Die einzelnen Abfallarten sind getrennt zu sammeln. Es sind Gefäße bereitzustellen, die nach Größe und Bauart für die Sammlung der einzelnen Abfallarten geeignet sind.

### Hierbei gilt:

- Gefäße müssen den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen durch das Füllgut standhalten.
- Die Gefäße sind in regelmäßigen Abständen auf ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen.
- Die Sammelgefäße sind grundsätzlich ordnungsgemäß gekennzeichnet, geschlossen und so aufzubewahren, dass sie Unbefugten nicht zugänglich sind.

Für eine sachgerechte Entsorgung sollten je nach Bedarf vier bis sieben Gefäße vorhanden sein (vgl. DGUV Information 213-098 (bisher: DGUV Regel 113-019)).

- **G1: Gefäß für flüssige organische Abfälle, halogenfrei**  
Die Lösemittelabfälle dürfen auch gelöste organische Stoffe enthalten.
- **G2: Gefäß für flüssige organische Abfälle, halogenhaltig**
- **G3: Gefäß für feste organische Abfälle**
- **G4: Gefäß für saure und alkalische Abfälle, Schwermetallsalzlösungen**  
Anmerkung: Falls feste Schwermetallverbindungen nicht in gelöster Form in G4 entsorgt werden können, möglichst im Originalbehälter entsorgen.
- **G5 und G6: Bei Bedarf je ein Gefäß für Glasbruch mit Quecksilber (G5) und ein Gefäß für Quecksilberverbindungen und quecksilberhaltige Abfälle (G6)**  
Quecksilber muss stets getrennt gesammelt werden und darf nicht zusammen mit anderen Schwermetallen bzw. Schwermetallverbindungen entsorgt werden.
- **Bei Bedarf ein Gefäß für Feststoffabfall für Arbeitsmittel wie Filterpapier, Exsikkatorhülsen etc.**  
Dabei ist darauf zu achten, dass den Arbeitsmitteln keine reaktionsfähigen Rückstände anhaften (z. B. Zinkstaub auf Papiertüchern).

### **Hinweise:**

- Bei der Planung von Experimenten ist stets darauf zu achten, dass nur geringe Abfallmengen anfallen.
- Das Sammelgefäß während der Sammelphase nicht fest verschließen, um einen Druckstau zu verhindern.  
Den Deckel nur lose auflegen oder aufdrehen!
- Andererseits das Sammelgefäß nicht offen stehen lassen, um unerwünschte Verdunstungsverluste zu vermeiden.

## Entsorgung: Übersicht

Der abgebildete Entsorgungsplan zeigt beispielhaft, wie Gefahrstoffe gesammelt und entsorgt werden können. Die Bezeichnung der Gefäße entspricht der Bezeichnung in der DGUV Information 213-098 (bisher: DGUV Regel 113-019).

Fallen im Unterricht noch weitere Abfälle an, sollte mit dem Sachkostenträger und dem Entsorgungsberechtigten die genaue Art und Anzahl der Gefäße abgeklärt werden, bzw. ob ein alternatives Entsorgungskonzept sinnvoll bzw. umsetzbar ist.



## Vorschläge zur Weiterbehandlung und Entsorgung von Problemstoffen

Bei der Weiterbehandlung von Problemstoffen sind folgende Punkte zu beachten:

1. Es ist im Einzelfall stets zu überprüfen, ob die Vorschläge auf die Situation vor Ort angewendet werden können.
2. Reststoffe bis zur schulinternen Entsorgung in den gekennzeichneten Originalgefäßen aufbewahren!
3. Nach Vorbehandlung ist unter Umständen eine Übergabe an eine andere Beseitigungsgruppe erforderlich!
4. Bei allen Maßnahmen sind Schutzbrille, Labormantel und eventuell Handschuhe zu tragen.

### Säuren und Laugen

Säuren und Laugen werden, je nach Konzentration, verdünnt oder neutralisiert und anschließend in den Ausguss geben. Da es bei der Neutralisation von konzentrierten Säuren und Laugen zur Wärmeentwicklung kommt, ist hier vorsichtig vorzugehen.

Gewässergefährdende Säuren oder Laugen (z. B. Bariumhydroxid-Lösungen) werden neutralisiert und in das Gefäß **G4** geben.

### **Verschüttete Säuren**

Verschüttete Säuren werden mit ausreichend Natriumhydrogencarbonat- oder Natriumcarbonat-Pulver bestreut und nach der Reaktion mit einem feuchten Lappen aufgenommen. Anschließend wird mit viel Wasser gespült.

### **Verschüttete Laugen**

Verschüttete Laugen werden mit ausreichend Natriumhydrogensulfat- oder Natriumhydrogencarbonat-Pulver bestreut und nach beendeter Reaktion mit einem feuchten Lappen aufgenommen. Anschließend wird mit viel Wasser gespült.

### Halogene (z. B. Brom, Bromwasser, Chlor, Chlorwasser, Jod, Jodlösung)

Die Lösungen der Halogene werden mit Natriumthiosulfat-Lösung zu den entsprechenden Halogeniden reduziert. Das Reaktionsgemisch wird nach einer Neutralisation mit Natriumhydrogencarbonat ins Abwasser gegeben.

Auf das Lagern von Brom sollte in Schulen verzichtet werden. An Stelle von elementarem Brom sollte Bromwasser verwendet werden. Wird im Unterricht Bromwasser benötigt, finden Sie Hinweise zur Herstellung und Entsorgung unter folgendem Link: [http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/2\\_mat\\_4/e4\\_172/](http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/2_mat_4/e4_172/).

### Alkalimetalle

Lithium wird mit Wasser umgesetzt.

Natriumreste werden in kleinen Portionen in eine größere Menge Ethanol (Brennspiritus) gegeben.

Kaliumreste werden in kleinen Portionen in tertiäres Butanol gegeben. Verkrustete Kaliumstücke reagieren langsam. Nach vollständiger(!) Reaktion wird mit Wasser verdünnt und mit verdünnter Schwefelsäure neutralisiert. Man trennt im Scheidetrichter ab und gibt die wässrige Phase in das Sammelgefäß G1 für flüssige organische Abfälle -halogenfrei. Ethanol und vor allem Methanol sind für diese Umsetzung nicht geeignet. Die Reaktion wäre zu heftig.

Alle Maßnahmen sind wegen der möglichen Wasserstoffentwicklung im Abzug durchzuführen.

### Weitere Problemstoffe

#### **Aluminiumphosphid, Calciumcarbid**

Mit Feuchtigkeit entsteht allmählich giftiger Phosphorwasserstoff (Phosphin) bzw. brennbares Ethin. Die Stoffe werden vorsichtig mit Wasser im Abzug umgesetzt. Anschließend die Lösung in Gefäß G 4 geben.

#### **Lösliche Fluoride, Fluorwasserstoffsäure**

Lösliche Fluoride werden mit Calciumhydroxid zu Calciumfluorid umgesetzt und anschließend in den Ausguss geben. Die Lösungen sind mit größter Vorsicht zu handhaben. Jeglicher Kontakt, vor allem mit Säuren, ist zu vermeiden. Es muss unbedingt in einem Abzug bei geschlossenem Frontschieber gearbeitet werden.

Fluorwasserstoffsäure (Flusssäure) verursacht heimtückische, langwierige Verätzungen und ist sehr giftig. Schon geringe Verätzungen der Haut können zum Tod führen! Da die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Fluorwasserstoffsäure (Flusssäure) an Schulen schwer umzusetzen sind, sollte in Schulen auf Flusssäure verzichtet werden.

Informationen zum Umgang mit Flusssäure finden Sie unter:

[http://www.uni-kassel.de/intranet/fileadmin/datas/intranet/bau\\_technik\\_liegenschaften/vc/02\\_arb/Flusssaure/flusssaure\\_uva101\\_17-1.pdf](http://www.uni-kassel.de/intranet/fileadmin/datas/intranet/bau_technik_liegenschaften/vc/02_arb/Flusssaure/flusssaure_uva101_17-1.pdf)

### **Cyanide, Chromate, Dichromate, Chromsäure, Blausäure**

Für diese Stoffe besteht für Schülerinnen und Schüler an allgemeinbildenden Schulen ein grundsätzliches Tätigkeitsverbot. Für Lehrkräfte bestehen beim Umgang mit diesen Stoffen Tätigkeitsverbote oder Tätigkeitsbeschränkungen sowie die Forderung nach einer besonderen Ersatzstoffprüfung.

Die Entsorgung dieser Stoffe sollte nach Möglichkeit im Originalgefäß über einen Entsorgungsberechtigten erfolgen. Von einer schulinternen Entsorgung wird aufgrund des Gefährdungspotentials (z. B. Entstehung von Blausäure) dringend abgeraten.

### **Hydrazinhydrat**

Hydrazinhydrat kann mit Wasserstoffperoxid ( $w = 30\%$ ) oder Kaliumpermanganat oxidiert werden. Es sind Schutzhandschuhe zu tragen.

### **Kohlenstoffdisulfid**

Kleine Mengen von Kohlenstoffdisulfid können im Abzug oder im Freien verbrannt werden. Es entsteht Schwefeldioxid und Kohlenstoffdioxid.

### **Permanganate**

Permanganate können mit Schwefelsäure angesäuert und mit Natriumsulfit-Lösung reduziert und anschließend in Gefäß **G4** gegeben werden.

### **Organische Basen und Amine**

Organische Basen und Amine können mit verdünnter Salzsäure bzw. Schwefelsäure im Abzug (zur Vermeidung von Geruchsbelästigung) vorsichtig neutralisiert werden (pH-Wert prüfen). Anschließend in Gefäß **G1** gegeben werden.

### **Organische Säuren**

Wässrige organische Säuren werden vorsichtig mit Natriumhydroxid oder Natriumhydrogencarbonat neutralisiert (pH-Wert prüfen) und anschließend in Gefäß **G1** gegeben.

### **Peroxide, organisch**

Organische Peroxide (z. B. Dibenzoylperoxid) können mit Perex® deaktiviert werden. Der organische Rückstand wird anschließend in Sammelgefäß **G1** gegeben.

### **Peroxide, anorganisch**

Wasserstoffperoxid kann, mit viel Wasser verdünnt, in den Ausguss gegeben werden. Anorganische Peroxide sind nach Neutralisation mit überschüssiger Natriumthiosulfat-Lösung zu behandeln und anschließend auf Peroxide zu testen (Kaliumiodidstärke-Papier oder Peroxid-Teststreifen).

### **Phosphor, rot**

Phosphor sollte in kleinen Mengen im Freien oder im Abzug verbrannt werden, da er teilweise zu gelbem Phosphor resublimiert.

Anmerkung: für weißen Phosphor besteht an Schulen ein Tätigkeits- und Aufbewahrungsverbot (DGUV 113-018 S. 18).

### **Silbersalze, ammoniakalische Silbernitratlösungen (TOLLENS-Probe)**

Silber(I)-Lösungen werden direkt nach dem Versuch aufbereitet. Silber(I)-Ionen werden durch Zugabe von Glucose möglichst vollständig reduziert, anschließend angesäuert und nichtreduziertes Silber als Silberchlorid ausgefällt. Die Rückstände werden in Gefäß **G4** gegeben.

### **Anorganische Feststoffe (ohne Metalle und ohne lösliche Salze)**

Anorganische Feststoffe werden in einem brandsicheren Behälter mit Deckel und Sandeinlage gesammelt.

### **Weitere Hinweise zur Weiterbehandlung und Entsorgung:**

Zahlreiche gute Hinweise zur Entsorgung, z. B. im Umgang mit Problemstoffen und weitere Vorschläge zur Weiterbehandlung, finden Sie unter:

<http://www.sichere-schule.de/chemie/vorbereitungsraum/entsorgung/01.htm>

<http://www.bcp.fu-berlin.de/chemie/chemie/sicherheit/entsorgung/index.html>