



Sicherheit im Biologieunterricht

Handlungshilfe für fachkundige Lehrkräfte
 Hinweise zur Organisation einer Sammlung

2. Auflage 2019

Herausgeber:

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg
Thouretstraße 6, 70173 Stuttgart

Landesinstitut für Schulentwicklung (LS)

Heilbronner Str. 172, 70191 Stuttgart

Unfallkasse Baden-Württemberg (UKBW)

Augsburger Str. 700, 70329 Stuttgart

Inhaltverzeichnis

1	Allgemeine Regeln und Hinweise	6
2	Fachräume	7
2.1	Mindestausstattung	7
2.2	Informationen und Betriebsanweisungen	7
3	Gasbrenner	8
3.1	Allgemeines	8
3.2	Besondere Anforderungen beim Umgang mit Kartuschenbrennern	8
4	Druckgasflaschen	9
5	Umgang mit biologischen Objekten/Biologischen Arbeitsstoffen	10
5.1	Biologische Arbeitsstoffe	10
5.1.1	Begriffserklärung	10
5.1.2	Einschränkungen	10
5.1.3	Bodenproben/Laubstreu	11
5.2	Tiere und tierisches Material (Organe)	11
5.2.1	Allgemeines	11
5.2.2	Einschränkungen (u. a.)	11
5.2.3	Blut	11
5.2.4	(Hühner-)Eier	12
5.2.5	Federn/Knochen	12
5.3	Pflanzen und Pilze	12
5.4	Stopf-, Horn- und Flüssigpräparate	13
5.4.1	Stopf- und Hornpräparate	13
5.4.2	Flüssigpräparate	13
6	Umgang mit Gefahrstoffen/Stoffliste	14
7	Lagerung	21
7.1	Allgemeines	21
7.2	Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten (brennbare Lösemittel)	21

Inhaltverzeichnis

8	Entsorgung	23
8.1	Übersicht – Abfallentsorgung im Fachbereich Biologie	23
8.2	Allgemeines zur Entsorgung	24
8.3	Gefahrstoff – Entsorgungssystem	24
8.4	Entsorgung verletzungsgefährdender Gegenstände	25
8.5	Entsorgung von biologischen Objekten/ Biologischen Arbeitsstoffen	25
8.5.1	Tierische Materialien, Organe (z. B. Schweineaugen, Herzen, Fische).....	25
8.5.2	Mikroorganismen/Zellkulturen	26
9	Rechtliche Grundlagen/weitere Informationen	27
10	Anhang: Stoffliste Mikrobiologie/Gentechnik	28

Vorwort

Im Biologieunterricht können verschiedenste Gefährdungen auftreten. Tätigkeiten mit biologischen Objekten/Biologischen Arbeitsstoffen, Gefahrstoffen und Arbeitsmitteln sind als Beispiele zu nennen.

Die vorliegende Handlungshilfe richtet sich an fachkundige Lehrkräfte im Fach Biologie. Sie informiert über wesentliche Aspekte zur Sicherheit im Biologieunterricht und die Organisation bzw. Führung einer Sammlung.

Die Handlungshilfe wird durch das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, das Landesinstitut für Schulentwicklung und die Unfallkasse Baden-Württemberg herausgegeben. Die Handlungshilfe wurde im Auftrag der „Arbeitsgruppe Sicherheit“, in der das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, das Landesinstitut für Schulentwicklung und die Unfallkasse Baden-Württemberg zusammenarbeiten, durch Herrn **Rico Lippold** (Fachreferent Biologie am Regierungspräsidium Karlsruhe), Herrn **Dr. Sven Jacobowski** (Fachberater am Regierungspräsidium Karlsruhe) und Herrn **Thomas Fuß** (Fachberater am Regierungspräsidium Stuttgart) erstellt.

Die Handlungshilfe ist als Arbeits- und Orientierungshilfe für den Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen, Gefahrstoffen und Arbeitsmitteln im Biologieunterricht konzipiert und beruht auf dem Stand 2019. Es wird darauf hingewiesen, dass für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Handlungshilfe keine Haftung übernommen wird. Weiterhin können sich die Vorgaben für den Umgang mit den beschriebenen Stoffen und Arbeitsmitteln ändern. Jede Nutzerin/jeder Nutzer muss die aufgeführten Inhalte auf Grundlage der geltenden gesetzlichen und weiteren Vorgaben eigenverantwortlich prüfen und an die tatsächlichen Gegebenheiten anpassen.

In der vorliegenden 2. Auflage wurden insbesondere folgende Punkte aktualisiert:

- Kap. 3.2 Besondere Anforderungen beim Umgang mit Kartuschenbrennern,
- Kap. 6 Umgang mit Gefahrstoffen/Stoffliste,
- Kap. 7.2 Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten (brennbare Lösemittel).

Diese Handlungshilfe steht unter www.gefahrstoffe-schule-bw.de zum Download zur Verfügung.

1 Allgemeine Regeln und Hinweise

Jede fachkundige Lehrkraft hat dafür Sorge zu tragen, dass in den Fachräumen mit möglichst geringer Gefährdung durch Biologische Arbeitsstoffe, Gefahrstoffe und Arbeitsmittel gearbeitet werden kann. Dabei ist insbesondere die Substitutionspflicht zu beachten.

Die Lehrkraft ist verpflichtet, vor jeder Tätigkeit eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.

Bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen bzw. Gefahrstoffen ist die Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

Schülerinnen und Schüler sind in regelmäßigen Abständen sowie vor der Aufnahme von Tätigkeiten zu unterweisen.

Schäden an Bau und Einrichtung sowie das Fehlen von Sicherheitseinrichtungen sind der Schulleitung unverzüglich zu melden.

2 Fachräume

Grundsätzlich gilt:

- Fachräume müssen gegen unbefugtes Betreten gesichert sein,
- Gefahrstoffe und biologische Objekte/ Biologische Arbeitsstoffe sind sachgerecht zu lagern und zu entsorgen,
- Prüfintervalle für Einrichtungen und Geräte sind zu beachten.

2.1 Mindestausstattung

Zur Mindestausstattung gehören u. a.:

- Waschbecken mit Kaltwasseranschluss, Seifenspender, Einmalhandtücher,
- Augenspülvorrichtung mit Kaltwasseranschluss,
- Erste-Hilfe-Material,
- geeignete Löschmittel.

2.2 Informationen und Betriebsanweisungen

Folgende Informationen und Betriebsanweisungen (BA) sind in Fachräumen auszuhängen:

- Fachraumordnung für Schülerinnen und Schüler,
- Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler „Umgang mit gefährlichen Stoffen“,

- Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler „Arbeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen analog Schutzstufe 1“,
- Ggf. Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler „Arbeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen analog Schutzstufe 2“ (Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen, die Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 2 erfordern, werden an allgemein bildenden Schulen i. d. R. nicht durchgeführt).

Darüber hinaus sind folgende Informationen in geeigneter Weise zugänglich zu machen:

- Für Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte in schriftlicher Form:
 - Hinweise zur Ersten Hilfe,
 - Gefahrenpiktogramme,
 - H- und P- Sätze,
 - weitere Betriebsanweisungen und Anleitungen nach Bedarf (z. B. BA für Geräte, BA für ätzende und reizende Stoffe).
- Für Lehrkräfte digital oder in Papierform:
 - Regelungen zur Kennzeichnung, Aufbewahrung, Lagerung von Gefahrstoffen,
 - Sicherheitsdatenblätter aller vorhandenen Gefahrstoffe,
 - vollständiges Gefahrstoffverzeichnis (einmal jährlich zu überprüfen).

3 Gasbrenner

3.1 Allgemeines

- Für das Arbeiten mit einem Gasbrenner ist eine besondere Unterweisung der Schülerinnen und Schüler notwendig (vgl. Unterweisungshilfe für den Umgang mit Gasbrennern unter www.gefährstoffe-schule-bw.de).
- Fest installierte Gasanlagen mit Teclu- oder Bunsenbrennern sind Kartuschenbrennern vorzuziehen.

3.2 Besondere Anforderungen beim Umgang mit Kartuschenbrennern

Bei der Nutzung von Kartuschenbrennern ist Folgendes zu beachten:

- pro Unterrichtsraum dürfen maximal 8 Kartuschenbrenner betrieben werden,
 - es dürfen keine Kartuschenbrenner mit einem Rauminhalt der Druckgaskartusche von mehr als 1 Liter verwendet werden,
 - die Verwendung von Stechkartuschen ist verboten,
 - der Wechsel von Kartuschen erfolgt nur durch eine fachkundige Lehrkraft,
- Kartuschenbrenner müssen vor und nach jeder Benutzung auf Dichtigkeit und erkennbare Mängel geprüft werden,
 - Lagerung:
 - die Lagerung darf nur in Räumen über Erdgleiche erfolgen,
 - Kartuschen (angebrochen und ungeöffnet) werden in Schränken mit wirksamer Lüftung in Bodennähe aufbewahrt,
 - pro Raum dürfen Kartuschen bis zu einer Gesamtmasse von 20 kg (angebrochen und ungeöffnet) gelagert werden,
 - Kartuschen (angebrochen und ungeöffnet) dürfen außerhalb von Sicherheitsschränken nicht zusammen mit anderen Gefahrstoffen gelagert werden.

4 Druckgasflaschen

Bei der Nutzung von Druckgasflaschen ist Folgendes zu beachten:

- Druckgasflaschen mit nicht brennbaren Gasen (z. B. Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid) dürfen nebeneinander aufbewahrt werden,
- Druckgasflaschen müssen durch Ketten, Rohrschellen oder Einstellvorrichtungen gesichert sein,
- Druckgase sind nach Art und Menge auf das für den Unterricht erforderliche Maß zu begrenzen. Pro Gasart darf nur eine Flasche anschlussfertig (mit Druckminderer) vorhanden sein,
- eine Reserveflasche ist nicht zulässig, außer die Lagerung erfolgt im Flaschenschrank (Sicherheitsschrank nach DIN 14470-2),
- Druckgasflaschen dürfen nicht in Fluren, Treppenhäusern oder Rettungswegen sowie in Räumen unter Erdgleiche aufbewahrt werden,
 - der Standort der Druckgasflaschen ist in einen Lageplan einzuzeichnen,
 - der Raum ist mit dem Warnzeichen W 19 „Warnung vor Gasflaschen“ zu kennzeichnen.

5 Umgang mit biologischen Objekten/ Biologischen Arbeitsstoffen

Unter dem Begriff biologische Objekte werden Biologische Arbeitsstoffe nach Biostoffverordnung sowie Tiere, Pflanzen, Organe usw. zusammengefasst.

Beim Umgang mit biologischen Objekten/Biologischen Arbeitsstoffen sind angemessene Hygiene- und Schutzmaßnahmen zu beachten und anzuwenden.

5.1 Biologische Arbeitsstoffe

- Vor Aufnahme einer Tätigkeit mit Biologischen Arbeitsstoffen ist die Gefährdungsbeurteilung nach §§ 4, 7 Biostoffverordnung (BioStoffV) durch eine fachkundige Lehrkraft durchzuführen und zu dokumentieren.
- Für Biologische Arbeitsstoffe besteht eine Substitutionspflicht.
- Für weitere Informationen wird ausdrücklich auf die „Tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation nach BioStoffV für ausgewählte Experimente mit Biologischen Arbeitsstoffen analog der allgemeinen Schutzmaßnahmen (Schutzstufe 1)“ unter www.gefährstoffe-schule-bw.de verwiesen.

5.1.1 Begriffserklärung

Nach § 2 (1) der Biostoffverordnung sind Biologische Arbeitsstoffe

- Mikroorganismen,
- Zellkulturen,
- Endoparasiten (einschließlich ihrer gentechnisch veränderten Formen), die den Menschen durch Infektionen, übertragbare Krankheiten, Toxinbildung, sensibilisierende oder sonstige, die Gesundheit schädigende Wirkungen gefährden können.

5.1.2 Einschränkungen

- Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 3 und 4 (nach § 3 BioStoffV) dürfen an Schulen nicht verwendet werden.
- Erstmalige gezielte Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 (erfordern Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 2) sind vor Aufnahme der Tätigkeit der zuständigen Behörde zu melden (Veterinäramt, Gesundheitsamt).

5.1.3 Bodenproben/Laubstreu

- Die Untersuchung von Bodenproben und Laubstreu ist grundsätzlich möglich.
 - Eine Anreicherung von Schimmelkulturen ist zu vermeiden.
 - Auf eine zeitnahe Entsorgung ist zu achten.
 - Experimente zur Humusbildung/ Kompostierung dürfen ausschließlich im Freien durchgeführt werden. Keine tierischen Abfälle, keine Gülle verwenden.

5.2 Tiere und tierisches Material (Organe)

5.2.1 Allgemeines

- Grundsätzlich erlaubt sind:
 - der Umgang mit Tieren (Ein- und Mehrzeller, wirbellose Tiere, Wirbeltiere),
 - Untersuchungen an toten Tieren/ tierischen Materialien (Organe).
- Untersuchungen an toten Tieren/ tierischen Materialien (Organe) sind nur möglich, wenn diese aus dem Lebensmittelhandel bzw. Schlachthof bezogen werden.
- Geeignete Hygienemaßnahmen sind zu ergreifen.
- Auf das Wohl lebender Tiere ist im Sinne des Tierschutzgesetzes zu achten.

5.2.2 Einschränkungen (u. a.)

- Kranke Tiere oder Tiere, die Vergiftungen auslösen oder Krankheiten übertragen, dürfen nicht gehalten und auch nicht zu Demonstrations- und Beobachtungszwecken eingesetzt werden.
- Spezifisches Risikomaterial, wie z. B. die Augen, das Gehirn und das Rückenmark von Rindern, Schafen oder Ziegen, darf nicht verwendet werden.
- Tierversuche sind in Schulen gemäß Tierschutzgesetz verboten.
- Tote Tiere oder deren Körperteile dürfen nur dann verwendet werden, wenn eine Gefährdung ausgeschlossen werden kann.

5.2.3 Blut

- Experimente mit menschlichem Blut sind verboten.
- Eine Blutzuckerbestimmung darf nur demonstriert werden durch
 - eine Lehrkraft mit eigenem Blut,
 - durch Lernende mit Diabetes nach Rücksprache mit den Erziehungsberechtigten. (Es sind Sicherheitslanzetten bzw. -stechhilfen zu verwenden.)
- Experimente mit tierischem Blut aus dem Schlachthof sind möglich.

5.2.4 (Hühner-)Eier

- Experimente mit Hühnereiern aus dem Lebensmittelhandel sind grundsätzlich erlaubt.
- Auf den Einsatz von Eiern anderer Vogelarten sollte verzichtet werden.

Beim Umgang mit Eiern ist Folgendes zu beachten:

- das Berühren der Eierschalen mit den Lippen ist nicht zulässig (z. B. „Auspussten von Eiern“),
- auf sachgerechte Lagerung (Kühlschrank) sowie Hygienemaßnahmen ist zu achten.

5.2.5 Federn/Knochen

Beim Umgang mit Federn und Knochen ist Folgendes zu beachten:

- Federn und Knochen, die von Tieren aus der freien Natur stammen, dürfen im Unterricht wegen möglicher Übertragung von Krankheitserregern oder Allergenen, wie z. B. Vogelgrippeerregern oder Milben, nicht verwendet werden,
- mitgebrachte Federn/Knochen sind nur zu Anschauungszwecken und nicht für Schülerexperimente einzusetzen. Eine Gefährdung muss ausgeschlossen werden (ggf. in einer Folientüte präsentieren),
- eine Anweisung zum Sammeln von Federn/Knochen durch Schülerinnen und Schüler (z. B. als Hausaufgabe) darf nicht erfolgen,

- Federn, die aus dem Bettengeschäft oder dem Lehrmittelhandel stammen und damit geprüft und hygienisch einwandfrei sind, dürfen im Unterricht auch für Schülerexperimente genutzt werden,
- Knochen aus dem Lebensmittelhandel dürfen verwendet werden (vgl. 5.2.1 und 5.2.2).

5.3 Pflanzen und Pilze

Im Umgang mit (giftigen) Pflanzen ist Folgendes zu beachten:

- giftige Pflanzen und Giftpilze sind nach Art und Anzahl auf den notwendigen Bedarf im Unterricht zu beschränken,
- giftige Pflanzen oder deren Teile (Blätter, Wurzeln, Samen, Früchte) und Giftpilze müssen gekennzeichnet werden (vgl. u. a. RiSU),
- nach Untersuchungen, insbesondere von giftigen Pflanzen und Giftpilzen, sind die Hände zu waschen,
- falls erforderlich (z. B. bei Neigung zu Allergien), geeignete Schutzhandschuhe tragen.

5.4 Stopf-, Horn- und Flüssigpräparate

5.4.1 Stopf- und Hornpräparate

Vor allem ältere Stopfpräparate und z. B. die Hornsubstanz älterer Fußpräparate können mit heute nicht mehr zulässigen Konservierungsmitteln (z. B. Arsenverbindungen) behandelt sein.

Im Umgang mit diesen Präparaten ist Folgendes zu beachten:

- die Aufbewahrung erfolgt in geschlossenen Schränken, um Belastungen durch Ausgasungen und Stäube zu vermeiden,
- die Verwendung von Handschuhen wird empfohlen,
- der Transport erfolgt möglichst in geschlossenen Behältnissen,
- ein direkter Schülerkontakt mit den Präparaten ist zu vermeiden (lediglich Anschauung),
- nicht mehr benötigte Präparate mit ggf. problematischer Konservierung sollten fachkundig entsorgt werden.

5.4.2 Flüssigpräparate

Im Umgang mit Flüssigpräparaten ist Folgendes zu beachten:

- die Aufbewahrung erfolgt in geschlossenen Schränken,
- Flüssigpräparate sind regelmäßig auf Dichtigkeit zu prüfen,
- das Volumen der Flüssigpräparate zählt nicht zur maximal zulässigen Lagermenge von entzündbaren Flüssigkeiten (vgl. Punkt 7.2).

6 Umgang mit Gefahrstoffen/Stoffliste

- Vor Aufnahme einer Tätigkeit mit Gefahrstoffen ist eine Gefährdungsbeurteilung nach § 6 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) durch eine fachkundige Lehrkraft durchzuführen und zu dokumentieren. (www.gefahrstoffe-schule-bw.de; Dokumentationen von Muster-Gefährdungsbeurteilungen für das Fach Biologie).
- Für Gefahrstoffe besteht eine Substitutionspflicht.
- Die Menge der Gefahrstoffe ist auf das notwendige Maß zu reduzieren.
- Gefahrstoffe müssen ordnungsgemäß gekennzeichnet sein.
- Stoffe, für die an allgemeinbildenden Schulen in Baden-Württemberg ein Aufbewahrungs- und Verwendungsverbot besteht (z. B. Kongorot, Sudan III), sind zu entsorgen (www.gefahrstoffe-schule-bw.de; „Verbindliche Information zur Auswahl von Gefahrstoffen“ und die darin enthaltene „Negativliste“). Ebenso sind nicht identifizierbare Stoffe zu entsorgen.
- Auf sachgerechten Umgang und sachgerechte Entsorgung ist zu achten.

Die Gefahrstoffeinstufungen in der Stoffliste wurden in Abgleich mit der DGUV Information 213-098, verschiedenen Gefahrstoffdatenbanken (u. a. GESTIS) sowie unter Einbeziehung entsprechender Sicherheitsdatenblätter durch die Autoren dieser Handreichung im Juni 2019 erstellt. Insbesondere für die aufgeführten Verdünnungen und die Entsorgungsvorschläge handelt es sich ausdrücklich um Richtwerte und Empfehlungen. Die Gefahrstoffeinstufungen sowie Entsorgungsempfehlungen der aufgelisteten Stoffe können sich ggf. ändern. Vor der Verwendung der aufgeführten Stoffe sind die Gefahrstoffeinstufungen, die Beschriftungen der Gefäße und die Entsorgungshinweise der Inverkehrbringer sowie die gültigen rechtlichen Vorschriften zu beachten. Dies gilt auch für die Verwendung weiterer Stoffe.

Die Autoren weisen darauf hin, dass es sich bei den Angaben in der Stoffliste lediglich um Handlungshilfen handelt. Die Verantwortung für die Verwendung und Entsorgung sowie den weiteren Umgang mit den Stoffen liegt allein bei der Lehrkraft.

Stoffliste

In der folgenden Liste sind Stoffe aufgeführt, die für Experimente zur Erfüllung des Bildungsplanes im Biologieunterricht (ab Klasse 5) hilfreich sind.

Stoffe	Gefahrstoff-einstufung	Entsorgungsempfehlung	Verwendungsbeispiele
Diverse Stoffe			
Agar		Restmüll	Mikrobiologische Experimente
Ammoniumsulfat		geringe Mengen im Ausguss	Proteinfällung
Calciumcarbonat		Restmüll, Ausguss	Blattpigmentextraktion
Calciumhydroxid		G4, geringe Mengen im Ausguss	Herstellung von Kalkwasser
Dinatriumhydrogenphosphat		geringe Mengen im Ausguss	Phosphatpuffer, pH-Optimum Enzyme
Glycerin (Propan-1,2,3-triol)		G1, geringe Mengen im Ausguss	Gleitmittel für Stopfen und Glasschliffe
Kaliumchlorid		geringe Mengen im Ausguss	Ruhepotenzial
Kaliumdihydrogenphosphat		geringe Mengen im Ausguss	Phosphatpuffer, pH-Optimum Enzyme
Kaliumnitrat		geringe Mengen im Ausguss	Herstellung von Lösungen
Kaliumnitratlösung 10 %		Ausguss	Plasmolyse
Kaliumpermanganat	 kein Gefahrstoff < 0,02 M	Lösungen < 2mg/l im Ausguss, ggf. Reduktion mit Natriumsulfit und Schwefelsäure → G4	Diffusion
Natriumchlorid		geringe Mengen im Ausguss	Osmose

Umgang mit Gefahrstoffen/Stoffliste

Stoffe	Gefahrstoff-einstufung	Entsorgungsempfehlung	Verwendungs-beispiele
Natriumhydrogen-carbonat		geringe Mengen im Ausguss	Fettverdau mit Pankreatin
Ochsengalle		Restmüll, Ausguss	Verdauungs-experimente
Pepton aus Fleisch		verschlossen im Rest-müll, geringe Mengen sehr stark verdünnt im Ausguss	Mikrobiologische Experimente
Seesand		Restmüll	Blattpigment-extraktion
Nährstoffe			
Fructose		Restmüll, Ausguss	Nährstoffe
Glucose		Restmüll, Ausguss	Nährstoffe, Verdauung
Saccharose		Restmüll, Ausguss	Nährstoffe
Speiseöl, z. B. Sonnenblumenöl		G1, geringe Mengen im Restmüll bzw. Ausguss	Nährstoffexperimente, Neutralrotexperiment
Stärke löslich		Restmüll, Ausguss	Verdauungs-experimente
Stärke, z. B. Weizen- oder Kartoffelstärke		Restmüll, Ausguss	Nährstoffexperimente
Saure und alkalische Lösungen		Nicht über Augenhöhe lagern!	
Calciumhydroxid-lösung 0,17 % (Kalkwasser)		Ausguss	Kohlenstoffdioxid-nachweis
Essigsäure 25 %		stark verdünnt im Ausguss	Rotkohlexperiment zur Biomembran, Herstellung von Lösungen
Essigsäure 10 %		Ausguss	Hühnereiexperiment Osmose

Stoffe	Gefahrstoff-einstufung	Entsorgungsempfehlung	Verwendungsbeispiele
Natriumhydroxid-lösung 1 M (Natronlauge)		G4, geringe Mengen stark verdünnt im Ausguss	Standardreagenz
Salzsäure 1 M		G4, geringe Mengen stark verdünnt im Ausguss	Standardreagenz, Herstellung verdünnter Lösungen

Entzündbare Flüssigkeiten

Lagerung vorzugsweise in einem entlüfteten, feuerbeständigen Sicherheitsschrank für entzündbare Flüssigkeiten; Ausnahmeregelung: Gesamtnennvolumina bis 20 Liter/Raum auch ohne Sicherheitsschrank lagerbar (vgl. 7.2)

Aceton (Propanon)		G1, geringe Mengen im Ausguss	Blattpigment-chromatographie, Proteinfällung
Benzin 100–140°		G1	Blattpigment-chromatographie
Ethanol		G1, geringe Mengen im Ausguss	DNA-Extraktion, Chlorophyllextraktion
Isopropanol (Propan-2-ol)		G1, geringe Mengen im Ausguss	Blattpigment-chromatographie
Phenolphthalein < 1 % in Ethanol		G1, geringe Mengen im Ausguss	Ureaseaktivität
Universalindikator		G1, geringe Mengen im Ausguss	Säure-Base-Indikator

Umgang mit Gefahrstoffen/Stoffliste

Stoffe	Gefahrstoff-einstufung	Entsorgungsempfehlung	Verwendungsbeispiele
Nachweisreagenzien/Färbemittel			
BENEDICT-Reagenz		G4	Glucosenachweis statt FEHLING-Reagenz
Biuret-Reagenz		G4	Proteinnachweis
Carminessigsäure (Essigsäure 25 %–50 %)		G4, geringe Mengen stark verdünnt im Ausguss	Färbung von Mitosestadien
Glucose-Teststäbchen (GOD-Test)		Restmüll	Nährstoffnachweis
LUGOLSche-Lösung (Iod-Kaliumiodidlösung)		geringe Mengen stark verdünnt im Ausguss	Stärkenachweis
Methylenblau		Feststoffe G3, Lösungen G1, geringe Mengen stark verdünnt im Ausguss	Herstellung von Lösungen
Methylenblaulösung 0,5%		Ausguss	Färbereagenz Cytologie
Neutralrot		Feststoffe G3, Lösungen G1, geringe Mengen stark verdünnt im Ausguss	Vitalfärbung, Funktion der Biomembran
Säure-Base-Indikatoren: siehe entzündliche Flüssigkeiten			

Stoffe	Gefahrstoff-einstufung	Entsorgungsempfehlung	Verwendungsbeispiele
Enzymatik			
Enzyme im Kühlschrank lagern			
Amylase		Feststoff G3, geringe Mengen im Ausguss	Verdauungsexperimente, Enzymatik
Braunstein (Mangan(IV)-oxid)		G4, geringe Mengen im Ausguss	Enzymkatalyse
Glucose-1-phosphat		Restmüll, Ausguss	Stoffwechsel Stärkesynthese
N,N-Dimethylharnstoff		Feststoff G3, Ausguss	Ureasehemmung, ersetzt Thioharnstoff
Harnstoff		Restmüll, Ausguss	Enzymatik
Kaliumhexacyanoferrat (III)		geringe Mengen stark verdünnt im Ausguss	Luminolexperiment
Katalase		Restmüll, Ausguss	Enzymatik
Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat		G4	Enzymhemmung
Luminol		Restmüll, Ausguss	Chemolumineszenz, Energiestoffwechsel
Pankreatin		Feststoff G3, geringe Mengen im Ausguss	Verdauungsexperimente
Pepsin		Feststoff G3, geringe Mengen im Ausguss	Verdauungsexperimente
Platin-Perlkatalysator oder Platin-Draht		–	Enzymkatalyse

Umgang mit Gefahrstoffen/Stoffliste

Stoffe	Gefahrstoff-einstufung	Entsorgungsempfehlung	Verwendungsbeispiele
Urease		Feststoff G3, geringe Mengen im Ausguss	Enzymatik
Wasserstoffperoxidlösung 30 % (Lagerung im abgesaugten Schrank, z. B. Säureschrank; die nach Sprengstoffgesetz abgabeüberwachte Chemikalie nur in geringen Mengen lagern)		mit viel Wasser verdünnt im Ausguss	Ansetzen von Lösungen
Wasserstoffperoxidlösung 3 %		Ausguss	Katalaseaktivität, Luminolreaktion

7 Lagerung

7.1 Allgemeines

Bei der Lagerung von gefährlichen Stoffen ist Folgendes zu beachten:

- die Lagerung der aufgeführten Stoffe erfolgt in einem Gefahrstofflager oder einem geeigneten Schrank,
- Gefahrstoffe dürfen nicht im Abzug gelagert werden,
- ätzende Stoffe dürfen nicht über Augenhöhe aufbewahrt und gelagert werden,
- Lebensmittel zum Verzehr dürfen nicht in Fachräumen aufbewahrt und gelagert werden,
- Lebensmittel zu Experimentierzwecken müssen als solche gekennzeichnet werden (z. B. „Lebensmittel nur für Experimente – nicht zum Verzehr geeignet“).
- empfindliche Enzyme sollten im Kühlschrank gelagert werden,
- für weitere Gefahrstoffe oder für größere Gefahrstoffmengen sind die geltenden Sicherheitsbestimmungen zu beachten (u. a. TRGS 510).

7.2 Lagerung von entzündbaren Flüssigkeiten (brennbare Lösemittel)

Die Aufbewahrung von entzündbaren Flüssigkeiten erfolgt bevorzugt in Sicherheitsschränken mit entsprechenden Feuerwiderstandsklassen, die wirksam nach außen entlüftet sind.

Weiterhin ist Folgendes zu beachten:

- entzündbare Flüssigkeiten werden nicht in einem Abzug gelagert bzw. aufbewahrt,
- nur in begründeten Ausnahmefällen dürfen entzündliche/entzündbare Flüssigkeiten im Kühlschrank bereitgehalten werden. Dieser darf im Innenraum keine Zündquellen haben (z. B. Lichtschalter, Temperaturregler),
- in Unterrichtsräumen werden keine entzündbaren Flüssigkeiten gelagert,
- entzündbare Flüssigkeiten werden für den Handgebrauch am Arbeitsplatz in Behältnissen von höchstens 1 l Nennvolumen bereitgestellt.

Für die Aufbewahrung kleinerer Mengen leicht entzündbarer Flüssigkeiten (H225) außerhalb von Sicherheitsschränken (z. B. Aceton, Benzin 140°, Ethanol, Isopropanol) gelten folgende Bestimmungen:

- max. 20 l Gesamtnennvolumen (inkl. Entsorgungsgefäße),

Lagerung

- als Nennvolumen zählt das Volumen der Gefäße, nicht das Volumen der aktuell enthaltenen Flüssigkeit,
- die Menge ist auf das benötigte Maß zu reduzieren,
- die Aufbewahrung erfolgt in dicht verschlossenen Behältern, die eine elektrostatische Aufladung ausschließen,
- die Aufbewahrung kann bis max. 2,5 l in zerbrechlichen Behältern erfolgen, darüber hinaus bis max. 10 l Nennvolumen nur in nicht zerbrechlichen Behältern,
- unter den Gefäßen befinden sich passende Auffangvorrichtungen,
- es liegt keine erhöhte Brandgefahr durch Zündquellen in der Nähe vor,
- ein Feuerlöscher ist vorhanden.

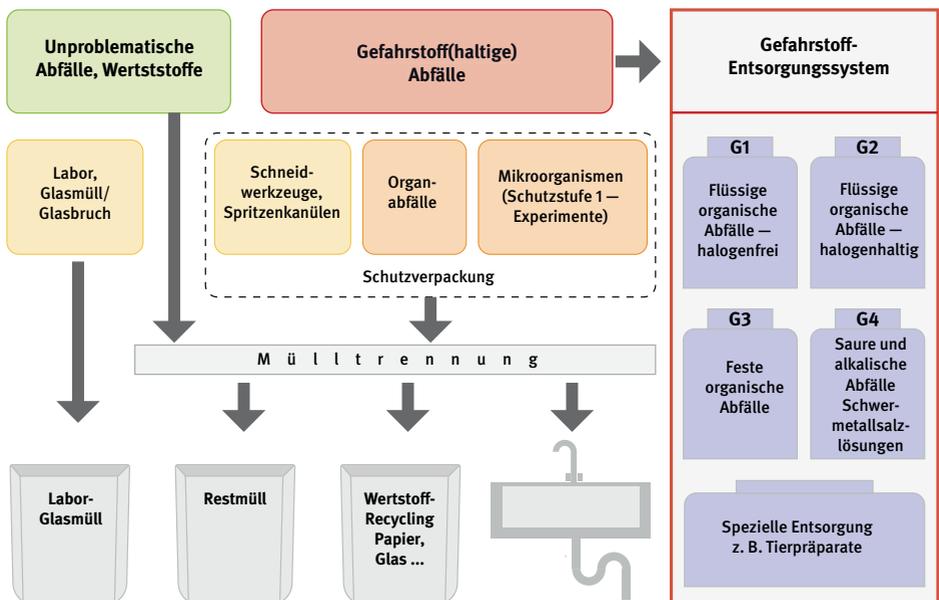
Hinsichtlich der Mengenbeschränkungen zur Aufbewahrung extrem entzündbarer (H224) und entzündbarer Flüssigkeiten (H226) außerhalb von Sicherheitsschränken vgl. DGUV Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“.

8 Entsorgung

Die sachgerechte Entsorgung von Abfällen hat sowohl unter rechtlichen als auch unter pädagogischen Aspekten zu erfolgen (Multiplikations- und Vorbildfunktion).

8.1 Übersicht – Abfallentsorgung im Fachbereich Biologie

Der abgebildete Entsorgungsplan zeigt beispielhaft, wie Abfälle im Fachbereich Biologie entsorgt werden können.



8.2 Allgemeines zur Entsorgung

- Die Entsorgung von Verbrauchsmaterialien obliegt dem Schulträger (Sachkostenträger).
- Ein Entsorgungskonzept ist in Abstimmung mit dem Schulträger und dem Entsorgungsberechtigten (i. d. R. das beauftragte Entsorgungsunternehmen) zu erstellen.
- Die sichere und umweltverträgliche Sammlung und Entsorgung von Gefahrstoffen ist zwischen den betroffenen Fachbereichen der Schule abzustimmen.
- Weitere Hinweise zur Entsorgung von Gefahrstoffen finden sich u. a. im Dokument „Entsorgung von Gefahrstoffen“ (www.gefährstoffe-schule-bw.de).
- Stoffe, für die an allgemeinbildenden Schulen in Baden-Württemberg ein Aufbewahrungs- und Verwendungsverbot besteht (z. B. Kongorot, Sudan III) sind zu entsorgen (www.gefährstoffe-schule-bw.de; „Verbindliche Information zur Auswahl von Gefahrstoffen“ und die darin enthaltene „Negativliste“). Ebenso sind nicht identifizierbare Stoffe zu entsorgen.

8.3 Gefahrstoff – Entsorgungssystem

Das Volumen der Entsorgungsbehälter zählt zum 20 l Gesamtnennvolumen für entzündbare Flüssigkeiten (vgl. 7.2).

Entsorgungsgefäße:

- müssen den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen durch das Füllgut standhalten,
- sind grundsätzlich ordnungsgemäß gekennzeichnet, geschlossen und so aufzubewahren, dass sie Unbefugten nicht zugänglich sind,
- müssen vor elektrostatischer Aufladung (Entladungsfunke) geschützt sein,
- müssen bei über 5 l Fassungsvermögen aus leitfähigem Material bestehen,
- sind in regelmäßigen Abständen auf deren ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen.

Entsorgungsgefäß	Erläuterung
Gefäß 1: Flüssige organische Abfälle – halogenfrei	Die Aufbewahrung sollte in lichtgeschützten Gefäßen (z. B. schwarzen Kunststoffbehältern, Braunglasflaschen) mit entlüftendem Stopfen in einem Schrank mit Absauganlage erfolgen.
Gefäß 2: Flüssige organische Abfälle – halogenhaltig	
Gefäß 3: Feste organische Abfälle	Die Aufbewahrung sollte in Kunststoff- oder Glasbehältern unter Verschluss erfolgen.
Gefäß 4: Saure und alkalische Abfälle, Schwermetallsalzlösungen	Die Aufbewahrung kann in Kunststoffbehältern erfolgen. (Ein permanenter pH-Wert größer als 8 ist einzuhalten, damit bei eventuell vorhandenen Cyanidresten kein Cyanwasserstoff freigesetzt wird.)

8.4 Entsorgung verletzungs-gefährdender Gegenstände

Folgendes ist zu beachten:

- das Reinigungspersonal ist vor Gefährdungen und Verletzungen zu schützen,
- es ist darauf zu achten, dass an den zu entsorgenden Gegenständen keine Gefahrstoffreste anhaften,
- Spritzenkanülen sind in einem sicheren Abwurfbehälter zu sammeln und im Restmüll zu entsorgen,
- Skalpelle und andere Schneidwerkzeuge sind vor der Entsorgung im Restmüll sachgerecht zu verpacken,
- zerbrochenes Laborglas ist separat zu sammeln und im Restmüll (nicht im Glasrecycling) zu entsorgen.

8.5 Entsorgung von biologischen Objekten/Biologischen Arbeitsstoffen

Auf eine zeitnahe Entsorgung ist zu achten.

8.5.1 Tierische Materialien, Organe (z. B. Schweineaugen, Herzen, Fische)

- In kleinen Mengen verschlossen im Kunststoffbeutel über den Restmüll entsorgen.
- In größeren Mengen erfolgt die Entsorgung über die Tierkörperbeseitigungsanstalt, die „K3-Tonne“ einer Mensa oder ggf. auch über den Schlachthof.
- Regionale Bestimmungen der örtlichen Behörden sind zu beachten.

8.5.2 Mikroorganismen/Zellkulturen

Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 1

- Alle Biologischen Arbeitsstoffe der Risikogruppe 1 sind verschlossen in einem dafür bestimmten Abfallbehälter zu sammeln und über den Restmüll zeitnah zu entsorgen.
- Dies gilt auch für die in der „Tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation nach BioStoffV“ aufgeführten Biologischen Arbeitsstoffe bei Experimenten analog Schutzstufe 1.
- Die Entsorgung von Teichwasser und Bodenproben (auch Heuaufguss) erfolgt zeitnah, z. B. über den Kompost oder Gartenteich.

Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2

- Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2/Schutzstufe 2 sind zu autoklavieren und anschließend verschlossen über den Restmüll zu entsorgen.

9 Rechtliche Grundlagen/ weitere Informationen

- Biostoffverordnung
 - Gefahrstoffverordnung
 - DGUV Regel 102-001 „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biostoffen im Unterricht“
 - DGUV Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“ (u. a. Mindestausstattung von Fachräumen, Kapitel III-4, S. 63 ff.)
 - DGUV Information 213-098 Stoffliste zur DGUV Regel 113-018. „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“; aktuelle Online-Version siehe <https://degintu.dguv.de>
 - Informationen des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, www.gefahrstoffe-schule-bw.de
 - Informationen der Unfallkasse Baden-Württemberg, www.ukbw.de
 - Informationen der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherungen (DGUV), www.gestis.de und www.sichere-schule.de
 - DEGINTU – Gefahrstoffinformationssystem für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der Gesetzlichen Unfallversicherung, <https://degintu.dguv.de>
 - Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU)
- Hinweis:* Die „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht“ (RiSU) wurde in Baden-Württemberg vom Kultusministerium nicht für die Schulen verbindlich erklärt, sie kann jedoch als Arbeits- und Orientierungshilfe herangezogen werden. Ein Rechtsanspruch ist hieraus jedoch nicht abzuleiten.

10 Anhang: Stoffliste Mikrobiologie/ Gentechnik

In der folgenden Liste sind Stoffe aufgeführt, die für Experimente in der Sekundarstufe II zur Erfüllung des Bildungsplanes im Biologieunterricht hilfreich sein könnten.

Die GefahrstoffEinstufungen in der Stoffliste wurden in Abgleich mit der DGUV Information 213-098, verschiedenen Gefahrstoffdatenbanken (u. a. GESTIS) sowie unter Einbeziehung entsprechender Sicherheitsdatenblätter durch die Autoren dieser Handreichung im Juni 2019 erstellt. Insbesondere für die aufgeführten Verdünnungen handelt es sich ausdrücklich um Richtwerte und Empfehlungen. Die GefahrstoffEinstufungen sowie Ent-

sorgungsempfehlungen der aufgelisteten Stoffe können sich ggf. ändern. Vor der Verwendung der aufgeführten Stoffe sind die GefahrstoffEinstufungen, die Beschriftungen der Gefäße und die Entsorgungshinweise der Inverkehrbringer sowie die gültigen rechtlichen Vorschriften zu beachten. Dies gilt auch für die Verwendung weiterer Stoffe.

Die Autoren weisen darauf hin, dass es sich bei den Angaben in der Stoffliste lediglich um Handlungshilfen handelt. Die Verantwortung für die Verwendung und Entsorgung sowie den weiteren Umgang mit den Stoffen liegt allein bei der Lehrkraft.

Chemische Stoffe	GefahrstoffEinstufung	Entsorgungsempfehlung
Mikrobiologie und Antibiotika		
Kühlschranklagerung wird für einige Antibiotika empfohlen		
Agar-Agar		Restmüll, nach Kultivierung ggf. Sterilisation
Antibiotika	Diverse Gefährdungen	antibiotikahaltige Nährböden nach Gebrauch autoklavieren und verpackt in den Restmüll
Ampicillin-Natriumsalz		Feststoff G3 Lösung G1
Kanamycinsulfat		Feststoff G3 Lösung G1

Chemische Stoffe	GefahrstoffEinstufung	Entsorgungsempfehlung
Penicillin G		Feststoff G3 Lösung G1
Streptomycinsulfat	 reproduktionstoxisch	Feststoff G3 Lösung G1
Tetracyclhydrochlorid		Feststoff G3 Lösung G1
DNA- und Protein-Elektrophorese		
Agarose für die Elektro- phorese		Restmüll
EDTA (Ethylenamintetra- essigsäure-di-Natriumsalz- Dihydrat)		G1
TRIS Tris (hydroxymethyl)- aminomethan		Feststoff G3, Lösung, Ausguss
TAE (TRIS/Acetate/EDTA)- Puffer (50x)	 als 1x Puffer kein Gefahrstoff	mit viel Wasser verdünnen, Ausguss
TBE (TRIS/Borat/EDTA)- Puffer (10x)	 als 1x Puffer kein Gefahrstoff	mit viel Wasser verdünnen, Ausguss
TBS (TRIS/NaCl)-Puffer (10x)	 als 1x Puffer kein Gefahrstoff	mit viel Wasser verdünnen, Ausguss
TE (TRIS/EDTA)-Puffer (100x)	 als 1x Puffer kein Gefahrstoff	mit viel Wasser verdünnen, Ausguss

Anhang: Stoffliste Mikrobiologie/Gentechnik

Chemische Stoffe	GefahrstoffEinstufung	Entsorgungsempfehlung
TGS (TRIS/Glycin/SDS)-Puffer (10x)	 als 1x Puffer kein Gefahrstoff	mit viel Wasser verdünnen, Ausguss
Pufferkits für Plasmid-aufreinigung		verschlossene Tubes in den Restmüll
6x DNA-Ladepuffer		Siehe unter Ethidiumbromid
PAGE-Fertiggele		Restmüll
Ethidiumbromid	 > Nitril-Handschuhe tragen > keine Tätigkeit durch Schülerinnen und Schüler	Nach Belichtung Gele in den Restmüll/Laufpuffer in den Ausguss extra Sammelgefäß und gesonderte Entsorgung wird empfohlen
Wässrige Ethidiumbromid-Lösung 0,1 bis unter 0,5 %		Nach Belichtung Gele in den Restmüll/Laufpuffer in den Ausguss extra Sammelgefäß und gesonderte Entsorgung wird empfohlen
Coomassie-Brilliantblau-Lösung		Gele in den Restmüll, Lösung verdünnen, Ausguss
Glycerin		mit Wasser verdünnen, Ausguss

Unfallkasse Baden-Württemberg

Hauptsitz Stuttgart

Augsburger Straße 700 | 70329 Stuttgart

Postanschrift: 70324 Stuttgart

Sitz Karlsruhe

Waldhornplatz 1 | 76131 Karlsruhe

Postanschrift: 76128 Karlsruhe

Servicenummer

T. 0711 9321-0 | F. 0711 9321-9500

E-Mail: info@ukwb.de