

**Sicherheit im  
naturwissenschaftlich-technischen  
Unterricht an  
allgemeinbildenden Schulen**

ISBN 3–89314–596–6

Heft 1031/1

Herausgegeben vom  
Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Copyright by Ritterbach Verlag GmbH, Frechen

Druck und Verlag: Ritterbach Verlag  
Rudolf-Diesel-Straße 5–7, 50226 Frechen  
Telefon (0 22 34) 18 66-0, Fax (0 22 34) 18 66 90  
[www.ritterbach.de](http://www.ritterbach.de)

1. Auflage 1999

## Vorwort

Fragen der Unfallverhütung stellen besondere Anforderungen an Lehrerinnen und Lehrer. Die Richtlinien „Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht“ wollen die Kolleginnen und Kollegen bei der Bewältigung dieser Anforderungen unterstützen. Sie zielen darauf, im Schulbereich durch besondere Regelungen insbesondere über den Umgang mit Gefahrstoffen einschließlich ihrer Aufbewahrung, Lagerung und Entsorgung den Menschen vor arbeitsbedingten und sonstigen Gesundheitsgefahren und die Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen zu schützen.

Veränderte Rechts- und Verwaltungsvorschriften erforderten eine Anpassung und Aktualisierung der erstmals 1995 veröffentlichten Richtlinien.

Dazu gehören insbesondere der Wegfall der „Technischen Regeln für Gefahrstoffe“ (TRGS 450) zugunsten der „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht“ (GUV 19.16). Dazu zählen ebenso die Veränderungen der Gefahrstoffverordnung, hier vor allem die Aufhebung des §15b, der den Schutz von Schülerinnen und Schülern und werdenden Müttern zum Inhalt hatte. Die Beschäftigungsbeschränkungen werden jetzt im „Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend“ (Jugendarbeitsschutzgesetz – JarbSchG), im „Gesetz zum Schutze erwerbstätiger Mütter“ (Mutterschutzgesetz – MuSchG) und in der „Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz“ geregelt. Diese neuen Regelungen wurden in die vorliegenden Richtlinien aufgenommen.

Die vorliegende Neufassung der Richtlinien „Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht“ soll den Lehrerinnen und Lehrern die Anwendungen geltender Bestimmungen erleichtern. Sie zielt darauf, Schülerinnen und Schülern sowie Lehrerinnen und Lehrern ein größtmögliches Maß an Sicherheit im naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht zu gewährleisten.



Gabriele Behler

Ministerin für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung  
des Landes Nordrhein-Westfalen

**Auszug aus dem Amtsblatt  
des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und  
Forschung  
des Landes Nordrhein-Westfalen  
Teil 1 Nr. 1/2000**

**Sicherheit im naturwissenschaftlich-  
technischen Unterricht an allgemeinbildenden Schulen**

RdErl. d. Ministeriums  
für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung  
v. 19. 11. 1999 – 734-36-27/0-777/99

## **1 Verantwortung der Schule**

Der Auftrag der Schulen, das Sicherheits- und Umweltbewusstsein der Schülerinnen und Schüler zu wecken und zu fördern und für die Verhütung von Unfällen zu sorgen (§ 46 ASchO), schließt die Verantwortung dafür ein, dass in den Schulen mit Gefahrstoffen sowie mit Materialien und Geräten stets sorgfältig umgegangen wird. Das gilt in besonderem Maße für die naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsfächer.

Zu dieser Verantwortung der Schule gehört auch, die in der Schule tätigen Personen sowie andere Personen, die sich in der Schule aufhalten, vor entsprechenden Gefährdungen zu schützen.

## **2 Umgang mit Gefahrstoffen**

### **2.1 Anwendung der Gefahrstoffverordnung**

Die bundesrechtliche Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) in der jeweils geltenden Fassung enthält wichtige Vorschriften, die auch von den Schulen zu beachten sind.

Zweck der Gefahrstoffverordnung ist es, die Menschen vor arbeitsbedingten und sonstigen Gesundheitsgefahren und die Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen zu schützen, insbesondere sie erkennbar zu machen, sie abzuwenden und ihrer Entstehung vorzubeugen. Die Gefahrstoffverordnung enthält Schutzvorschriften für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, die auch für die Schülerinnen und Schüler gelten. Diese sind durch § 3 Abs. 4 der Verordnung den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern gleichgestellt.

Zum Umgang mit Gefahrstoffen gehören das Herstellen und Gewinnen sowie das Verwenden, wobei unter dem Begriff Verwenden das Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- und Verarbeiten, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Entfernen, Vernichten und das innerbetriebliche Befördern zusammengefasst werden.

Die Gefahrstoffverordnung gehört zum Bereich des Arbeitsschutzes und damit zum Aufgabengebiet der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz. An den Schulen

achten zusätzlich die technischen Aufsichtsbeamtinnen und -beamten der Unfallversicherungsträger unter dem Gesichtspunkt des Unfallschutzes und der Unfallverhütung darauf, dass beim Umgang mit Gefahrstoffen etwaigen Gefährdungen vorgebeugt wird.

Dieser Runderlass bezieht sich nicht auf stoffbedingte Schädigungen, die von der baulichen Ausstattung der Schulen ausgehen können. Insoweit gelten für die in den Schulen tätigen Personen die Vorschriften des allgemeinen Gesundheitsschutzes, d. h. für Lehrerinnen und Lehrer im Beamtenverhältnis insbesondere § 85 LBG sowie §§ 30 ff. BeamtVG, für Lehrerinnen und Lehrer im Angestelltenverhältnis sowie für Schülerinnen und Schüler die Vorschriften des Sozialgesetzbuches (SGG VII) über den Schutz bei Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten.

## 2.2 Äußere Schulangelegenheiten

Die Pflichten des Arbeitgebers und damit auch dessen Verantwortung nach der Gefahrstoffverordnung obliegen in äußeren Schulangelegenheiten dem Schulträger (§ 30 SchVG). Er hat auch die finanziellen Aufwendungen zu tragen, die durch die Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an den Schulen entstehen.

Der Schulträger ist dafür verantwortlich, dass für die Reinigung der Schulräume nur gesundheitlich unbedenkliche Reinigungsmittel beschafft und verwendet werden. Die Schulleiterin oder der Schulleiter kann sich – auch zur Information der Lehrerinnen und Lehrer – mit der Bitte um Auskunft über die verwendeten Reinigungs- und Pflegemittel an den Schulträger wenden.

Im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Unterricht dürfen nur Reinigungsmittel verwendet werden, die keine gefährlichen Stoffe enthalten. Dies gilt insbesondere auch für die Körperreinigung von Schülerinnen und Schülern und für Reinigungsaufgaben, die von Schülerinnen und Schülern erledigt werden.

Der Schulträger ist auch für die Lagerung brennbarer Flüssigkeiten (z. B. Umdruckflüssigkeit) entsprechend der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) vom 27. Februar 1980 (BGBl. I S. 229) in der jeweils geltenden Fassung verantwortlich.

Zur Reinigung von Druckmaschinen im Schulbereich sind in der Regel gefahrstofffreie und biologisch abbaubare Reinigungsmittel ausreichend. Für den Umgang mit Gefahrstoffen in der Verwaltung der Schule ist die Schulleiterin oder der Schulleiter verantwortlich.

## 2.3 Innere Schulangelegenheiten

In den inneren Schulangelegenheiten tragen die Schulleiterinnen und Schulleiter für den Arbeitgeber die Verantwortung für die Einhaltung der Vorschriften der Gefahrstoffverordnung (§§ 20 SchVG, 46 ASchO, 18 Abs. 7 ADO). Sollten die Schulleiterin oder der Schulleiter die Aufgaben des Bereiches für die Gefahrstoffe nicht persönlich wahrnehmen, müssen sie die ihnen obliegenden Aufgaben in genau festzulegendem Umfang auf nur eine fachlich geeignete Lehrerin oder nur einen fachlich geeigneten Lehrer in schriftlicher Form übertragen. Dies ist eine Beauftragung im Sinne des Arbeitsschutzgesetzes (§ 13 Abs. 2 ArbSchG) und schließt die Weisungsbefugnis im Rahmen der übertragenen Pflichten ein. Die Beauftragung bedarf der Zustimmung der Lehrkraft. Insoweit neh-

men Lehrerinnen und Lehrer, die selbst Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer im Sinne der Gefahrstoffverordnung sind, zugleich Aufgaben des Arbeitgebers wahr.

Im Unterricht, vor allem in den naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsfächern, sollen Schülerinnen und Schüler auch einen sicherheits- und umweltbewussten Umgang mit Stoffen, Materialien und Geräten kennen lernen und einüben. Dazu ist es notwendig, dass Schülerinnen und Schüler an Versuchen beteiligt werden und z. B. im Chemieunterricht auch selbst experimentieren. Versuche mit Gefahrstoffen an Schülerinnen und Schülern sind jedoch streng untersagt.

## 2.4 Betriebsanweisungen

Die Gefahrstoffverordnung verpflichtet in § 20 Abs. 1 den Arbeitgeber, eine Betriebsanweisung zu erlassen, in der die beim Umgang mit Gefahrstoffen auftretenden Gefahren für Mensch und Umwelt aufgezeigt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden.

Von Schulleiterinnen und Schulleitern sind deshalb für die Lehrerinnen und Lehrer sowie für die Schülerinnen und Schüler entsprechende Betriebsanweisungen zu erlassen. Muster solcher Betriebsanweisungen sind vom Landesinstitut für Schule und Weiterbildung erarbeitet worden. Den Schulleiterinnen und Schulleitern wird empfohlen, sich bei der Erstellung der Betriebsanweisungen unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Verhältnisse und Bedürfnisse an diesen Mustern zu orientieren.

Die Betriebsanweisungen für Hausmeisterinnen und Hausmeister und Reinigungspersonal erlässt der Schulträger.<sup>1</sup>

## 2.5 Entsorgung

In allen Bereichen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, ist eine sachgerechte und umweltbewusste Entsorgung sicherzustellen.

Die Entsorgung der in der Schule endgültig nicht mehr benötigten oder verwendbaren Gefahrstoffe obliegt dem Schulträger. Er muss ggf. auch die erforderlichen Sammelbehälter bereitstellen, in denen die Gefahrstoffe bis zum Abtransport durch das von ihm beauftragte Entsorgungs- bzw. Transportunternehmen sachgerecht aufbewahrt werden. Einzelheiten der Entsorgung sind zwischen dem Schulträger, der Schule und dem Entsorgungs- bzw. Transportunternehmen abzustimmen. Solange vom Schulträger kein anderes Entsorgungskonzept bestimmt worden ist, wird den Schulen empfohlen, nach dem Vorschlag eines Entsorgungskonzepts zu verfahren, das ebenfalls vom Landesinstitut für Schule und Weiterbildung erarbeitet worden ist.<sup>1</sup>

## 2.6 Chemikalienliste

Zur Einstufung von Chemikalien nach der Gefahrstoffverordnung wird beim Landesinstitut für Schule und Weiterbildung eine Liste geführt und regelmäßig aktualisiert, die zu schulrelevanten Gefahrstoffen die Kennbuchstaben der Gefahrenbezeichnungen, die Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze), die Sicherheitsratschläge (S-Sätze) sowie Angaben über krebserzeugende, erbgutverändernde und reproduktionstoxische Eigenschaften enthält.<sup>2</sup>

Die Liste soll dazu beitragen,

- die in den Sammlungen der Schulen vorhandenen Gefahrstoffe festzustellen,
- diese entsprechend der Gefahrstoffverordnung bzw. den Richtlinien zu kennzeichnen und zu lagern,
- bereits bei der Planung von Experimenten zu entscheiden, ob es sich bei den vorgesehenen Substanzen um Gefahrstoffe handelt, welche Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen oder welche weniger gefährlichen Stoffe verwendet werden sollten.

## 2.7 Richtlinien für den Umgang mit Gefahrstoffen

Zur Anwendung der Gefahrstoffverordnung und der damit im Zusammenhang stehenden Vorschriften der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten und des Sprengstoffgesetzes in den naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsfächern werden hiermit für die allgemeinbildenden Schulen Richtlinien erlassen, in denen die in den Schulen zu beachtenden Vorschriften zusammengefasst und erläutert sind.

Die Richtlinien für den Umgang mit Gefahrstoffen sind Anlage (Teil A) dieses Runderlasses; sie werden nicht im Amtsblatt und der BASS abgedruckt, sondern in der Schriftenreihe des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung „Schule in NRW“ als Heft 1031/1: „Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht an allgemeinbildenden Schulen“ veröffentlicht.

Die in den Richtlinien zitierten Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sind für die Schulen verbindlich; von ihnen darf nur mit schriftlicher Genehmigung der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz abgewichen werden. Die Anforderungen dieser Vorschriften der Gefahrstoffverordnung werden erfüllt, wenn die zusätzlich gegebenen Erläuterungen eingehalten werden. Dies schließt nicht aus, dass den Anforderungen der Gefahrstoffverordnung auch auf andere Weise entsprochen werden kann.

## 3 Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

Für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht an den allgemeinbildenden Schulen werden ferner Sicherheitshinweise erlassen, die sich insbesondere auf

- den Umgang mit biologischem Material,
- das Experimentieren mit elektrischer Energie,
- den Umgang mit Lasern

beziehen. Diese Sicherheitshinweise sind Anlage (Teil B) dieses Runderlasses; sie werden nicht im Amtsblatt abgedruckt, sondern zusammen mit den Richtlinien für den Umgang mit Gefahrstoffen im oben genannten Heft 1031/1 veröffentlicht und den Schulen zur Verfügung gestellt.

In den Sicherheitshinweisen wird Bezug genommen auf Technische Regeln einschließlich DIN/EN- und VDE-Vorschriften und auf Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger, die für die Schulen verbindlich sind sowie auf die „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht“ (GUV 19.16).

Von den Regelungen der GefStoffV kann nach § 17 i. V. m. § 43 und § 44 Abs. 1 auf schriftlichen Antrag mit Zustimmung des zuständigen Amtes für Arbeitsschutz abgewichen werden.

Abweichungen von den Unfallverhütungsvorschriften sind nur mit Zustimmung des zuständigen Unfallversicherungsträgers zulässig, sofern die Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist. Dasselbe gilt für Abweichungen von DIN/EN- und VDE-Vorschriften, die Bestandteil von Unfallverhütungsvorschriften sind. Von Technischen Regeln kann entsprechend §§ 17, 43 und 44 GefStoffV abgewichen werden, wenn auf andere Weise eine ebenso wirksame Maßnahme getroffen wird.

#### **4 Strahlenschutz in Schulen**

Der Runderlass „Strahlenschutz in Schulen“ v. 22. 4. 1994 (BASS 18 – 29 Nr. 3) wird ebenfalls im oben genannten Heft 1031/1 (Teil C) mit aufgeführt.

#### **5 Schlussbestimmungen**

Die bisherigen Richtlinien „Sicherheit im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Unterricht an allgemeinbildenden Schulen“ und der Runderlass vom 20. 1. 1995 (BASS 18 – 29 Nr. 5) werden hiermit aufgehoben.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Die Unterlagen können über das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung – Referat II/4.1 – Postfach 1754, 59491 Soest, oder beim zuständigen Versicherungsträger bezogen werden.

<sup>2</sup> Die Aufgabe der Prävention von Unfallgefahren ist von dem früheren Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales auf die Landesunfallkasse NRW übergegangen.



## Gliederung

Diese Richtlinien sind in drei Teile gegliedert.

**Teil A** enthält die Richtlinien für den Umgang mit Gefahrstoffen nach der Anlage (Teil A) zum RdErl. des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung (BASS 18 – 29 Nr. 5).

In diesen Richtlinien sind die in den allgemeinbildenden Schulen zu beachtenden Vorschriften der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) zusammengefasst und erläutert. Für die Schulen sind die **Vorschriften der Gefahrstoffverordnung** verbindlich. Abweichungen davon sind nur mit der schriftlichen Genehmigung der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz zulässig.

Die Anforderungen dieser Vorschriften der Gefahrstoffverordnung werden erfüllt, wenn die zusätzlich gegebenen **Erläuterungen** eingehalten werden. Dies schließt nicht aus, dass den Anforderungen der Gefahrstoffverordnung auch auf andere Weise entsprochen werden kann.

**Teil B** enthält die Sicherheitshinweise für den Umgang mit Materialien, Stoffen und Geräten sowie zusätzliche Sicherheitsregeln nach der Anlage (Teil B) zum RdErl. des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung (BASS 18 – 29 Nr. 5).

Die Hinweise und Sicherheitsratschläge sollen sowohl den Lehrerinnen und Lehrern als auch den Schülerinnen und Schülern ein sicherheitsgerechtes Verhalten in der täglichen Schulpraxis erleichtern. In diesen Hinweisen wird Bezug genommen auf Technische Regeln einschließlich DIN- und VDE-Vorschriften und auf Unfallverhütungsvorschriften der Unfallversicherungsträger sowie „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht – GUV 19.16“, die für die Schulen verbindlich sind.

Abweichungen von den Unfallverhütungsvorschriften sind nur mit Zustimmung des zuständigen Unfallversicherungsträgers zulässig, sofern die Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist (vgl. § 3 UVV GUV 0.1 „Allgemeine Vorschriften“). Dasselbe gilt für Abweichungen von DIN- und VDE-Vorschriften, die Bestandteil von Unfallverhütungsvorschriften sind.

Von den Technischen Regeln kann abgewichen werden, wenn auf andere Weise eine ebenso wirksame Maßnahme getroffen wird (§ 44 Abs. 2 GefStoffV).

**Teil C** enthält den Erlass über Strahlenschutz in Schulen.

RdErl. des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung (BASS 18 – 29 Nr. 3).

# Inhalt

	Seite
<b>Teil A</b>	
<b>I Umgang mit Gefahrstoffen</b>	17
<b>1 Allgemeine Hinweise</b>	17
1.1 Rechtliche Grundlagen	17
1.2 Ziel der Gefahrstoffverordnung	18
1.3 Überwachung der Bestimmungen	18
<b>2 Begriffsbestimmungen</b>	19
2.1 Gefahrstoffe und Gefährlichkeitsmerkmale	19
2.1.1 Stoffe	20
2.2 Umgang	20
2.2.1 Verwenden	20
2.2.2 Aufbewahren	20
2.2.3 Bereithalten	20
2.2.4 Bereitstellen von Druckgasbehältern	20
2.2.5 Lagern	21
2.3 Arbeitgeber bzw. Arbeitnehmer	21
2.4 MAK, BAT, TRK, Auslöseschwelle	22
<b>3 Verbote und Beschränkungen</b>	23
3.1 Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für besondere Personengruppen	23
3.2 Umgangsbeschränkungen für Lehrkräfte	29
<b>4 Schutz beim Umgang mit Gefahrstoffen</b>	31
4.1 Ermittlungspflicht	31
4.2 Schutzpflicht und Schutzmaßnahmen	35
4.3 Überwachungspflicht	40
4.4 Informationspflicht	40
4.5 Hygienische Maßnahmen und Vorsorgeuntersuchungen	43
4.6 Kennzeichnung von Stoffen	44
4.7 Aufbewahrung und Lagerung von Gefahrstoffen	46

## **Teil B**

<b>II</b>	<b>Umgang mit Biologischem Material</b>	57
<b>1</b>	<b>Allgemeine Hinweise</b>	57
<b>2</b>	<b>Umgang mit Lebewesen in der Schule</b>	57
<b>3</b>	<b>Gesundheitsgefährdungen</b>	58
3.1	Allergien	58
3.2	Giftigkeit	58
3.3	Krankheitserreger	58
3.4	Experimente zur Menschenkunde	58
3.5	Umgang mit Tierpräparaten	59
<b>4</b>	<b>Mikrobiologisches Arbeiten – Umgang mit Bakterien und Pilzkulturen</b>	60
4.1	Arbeitsplatz	60
4.2	Arbeitsgeräte und -Materialien	60
4.3	Entsorgung gebrauchter Kulturen	60
4.4	Schulgeeignete Mikroorganismen	61
<b>5</b>	<b>Gesetzliche Grundlagen</b>	62
<b>6</b>	<b>Unterweisung</b>	62
<b>III</b>	<b>Experimentieren mit elektrischer Energie</b>	63
<b>1</b>	<b>Wirkungen des elektrischen Stroms</b>	63
<b>2</b>	<b>Technische Schutzmaßnahmen im Unterricht</b>	63
2.1	Berührungsgefahr	64
2.2	Schutz durch Schutzkleinspannung/Funktionskleinspannung	64
2.3	Schutz gegen direktes Berühren	66
2.4	Schutz bei indirektem Berühren	66
2.5	Steckerverbindungen und Kabel	67
2.6	Auf- und Abbau von elektrischen Schaltungen	69
2.7	Kondensatoren	69
2.8	Aufgehobene oder fehlende Schutzerdung	69
2.9	Nicht isolierte Leiter	69
2.10	Dreiphasen-Spannung 400 V („Drehstrom“)	70
2.11	Akkumulatoren und Batterien	70

<b>3</b>	<b>Organisatorische Schutzmaßnahmen im Unterricht</b>	70
3.1	Anforderungen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln	70
3.2	Organisatorische Maßnahmen beim Experimentieren mit elektrischer Energie	71
3.3	Prüfungen	72
3.4	Unterweisungen	73
<b>IV</b>	<b>Umgang mit Lasern</b>	75
<b>1</b>	<b>Allgemeine Hinweise</b>	75
<b>2</b>	<b>Begriffe</b>	75
2.1	Laser	75
2.2	Lasereinrichtung	76
2.3	Laserklassen	76
2.4	Laserbereich	76
<b>3</b>	<b>Lasereinrichtungen für Unterrichtszwecke</b>	76
<b>4</b>	<b>Zusatzanforderungen für Laser der Klasse 2</b>	77
<b>5</b>	<b>Allgemeine Anforderungen</b>	77
<b>6</b>	<b>Verantwortung und Unterweisung</b>	78
6.1	Verantwortung	78
6.2	Unterweisung	78
<b>V</b>	<b>Zusätzliche Sicherheitsregeln</b>	80
<b>1</b>	<b>Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte</b>	80
<b>2</b>	<b>Allgemeine Verhaltensregeln</b>	81
<b>3</b>	<b>Umgang mit Glas und Glasgeräten</b>	82
<b>4</b>	<b>Umgang mit Heizgeräten und offenen Flammen</b>	83
<b>5</b>	<b>Erhitzen von Stoffen, Destillation</b>	84
<b>6</b>	<b>Umgang mit Chemikalien und biologischem Material</b>	85
6.1	Allgemeine Hinweise	85
6.2	Experimente mit explosionsgefährlichen Stoffen	86
		13

6.3	Experimente mit explosionsgefährlichen Gas- oder Dampf-Luftgemischen	86
6.4	Gefährdung durch Peroxide	87
6.5	Gefährdung durch Stoffe, die bei Berührung explodieren	87
6.6	Gefährdung durch sonstige explosionsgefährliche Mischungen	87
6.7	Gefährdung durch hoch- und leicht entzündliche Stoffe	88
6.8	Gefährdung durch gelben Phosphor (Tetraphosphor)	88
6.9	Gefährdung durch Alkalimetalle	89
6.10	Umgang mit Halogenen	89
<b>7</b>	<b>Gefahren bei Experimenten in Mechanik, Wärmelehre und Optik</b>	<b>90</b>
7.1	Mechanik	90
7.2	Wärmelehre	90
7.3	Optik	90
<b>8</b>	<b>Verhalten im Gefahrfall</b>	<b>91</b>
8.1	Bei einem Gefahrstoffunfall	91
8.2	Bei Entstehungsbränden	91
8.3	Grundsätze der richtigen Erste-Hilfe-Leistung	91
<b>Teil C</b>		
<b>VI</b>	<b>Strahlenschutz in Schulen</b>	<b>93</b>
1.	Allgemeines	93
2.	Umfang der erlaubten Tätigkeit	94
3.	Veränderungsverbot, Schutzmaßnahmen	95
4.	Erwerb und Abgabe radioaktiver Stoffe, Inbetriebnahme von Röntgen- einrichtungen, Inventarverzeichnis	95
5.	Strahlenschutzverantwortliche	96
6.	Strahlenschutzbeauftragte	96
7.	Lagerung und Sicherung	97
8.	Radioaktive Vorrichtungen	97
9.	Verstöße gegen Strahlenschutzvorschriften	98
10.	Schlussbestimmungen	98
<b>VII</b>	<b>Anhänge</b>	<b>99</b>
Anhang 1	Gefahrensymbole, Bezeichnung, Kennbuchstaben und Einstufung	100
Anhang 2	Gefährlichkeitsmerkmale (§ 4 Abs. 1 u. 2 GefStoffV)	105

Anhang 3	R- und S-Sätze	107
Anhang 4	Herstellungs- und Verwendungsverbote nach § 15 und Anhang IV GefStoffV	115
Anhang 5	Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz	116
Anhang 6	Liste explosionsgefährlicher Stoffe (nach § 2 Abs. 6 SprengG (Auszug))	119
Anhang 7	Modellrechnung „Dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes“	120
Anhang 8	Tabellen zur Biologie	123
	<i>Tabelle 1 Sehr stark giftige und gesundheitsschädliche Pflanzen</i>	123
	<i>Tabelle 2 Giftpilze</i>	125
	<i>Tabelle 3 Beispiele für nicht humanpathogene Stämme von Bakterien- und Pilzarten</i>	127
	<i>Tabelle 4 Beispiele für fakultativ pathogene Mikroorganismen</i>	128
Anhang 9	Checkliste zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung in Fachräumen	129
Anhang 10	Literaturangaben	136
Anhang 11	Wichtige Sicherheitsanforderungen an Bau und Einrichtung naturwissenschaftlicher Fachräume in allgemeinbildenden Schulen	141
	<i>1 Zugänge und Fluchtwege</i>	141
	<i>2 Abstände und Verkehrswege</i>	141
	<i>3 Entlüftung</i>	142
	<i>4 Weitere stoffbedingte Baumaßnahmen</i>	142
	<i>5 Elektrische Installation</i>	143
	<i>6 Gasinstallation</i>	144
	<i>7 Besonderes bei Flüssiggas</i>	145
	<i>8 Sicherheitsanforderungen an Einrichtung und Ausstattung</i>	145
Anhang 12	Abkürzungen	147
Anhang 13	Literaturliste, Unfallverhütungsvorschriften, Regelwerke	152
Anhang 14	Anschriftenverzeichnis	154
<b>VIII</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>158</b>

# I Umgang mit Gefahrstoffen

## Richtlinien zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an allgemeinbildenden Schulen

### 1 Allgemeine Hinweise

#### 1.1 Rechtliche Grundlagen

Umgang mit Chemikalien (chemischen Stoffen) ist eine wesentliche Tätigkeit im Chemieunterricht, daneben auch im Unterricht der übrigen naturwissenschaftlich-technischen Fächer. Zum Umgang gehören die Handhabung von Chemikalien in den Experimenten, ihre Aufbewahrung und Lagerung sowie die Entsorgung. Da dieser Umgang auch mit Gefahren für Gesundheit und Umwelt verbunden sein kann, sind besondere Sorgfaltsregeln, Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen unbedingt zu beachten. Eine maßgebende Vorschrift ist die „Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen“ (Gefahrstoffverordnung<sup>1</sup>, GefStoffV), nachdem seit dem 1. Januar 1988 der geschützte Personenkreis auch auf Schülerinnen und Schüler sowie Studentinnen und Studenten erweitert worden ist. Bei der Umsetzung der Gefahrstoffverordnung ist der Mindeststandard der „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht – GUV 19.16“ in diesem Rahmen zu beachten. Sie sind in den folgenden Richtlinien text eingearbeitet. Weitere Rechtsgrundlagen und Regeln wie z. B.

Chemikaliengesetz (ChemG),  
Technische Regeln Gefahrstoffe (TRGS)<sup>2</sup>,  
Wasserhaushaltsgesetz (WHG),  
Landeswassergesetz (LWG),  
Abfallgesetz (AbfG),  
Sprengstoffgesetz (SprengG),  
Verordnung zum Sprengstoffgesetz (SprengV),  
Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF),  
Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF),  
Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (VAwS),

<sup>1</sup> Die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) hat am 1. Oktober 1986 die Arbeitsstoffverordnung (ArbStoffV) sowie eine Fülle von Einzelvorschriften (z. B. Giftrecht) abgelöst, die bis dahin das Inverkehrbringen und den Umgang mit gefährlichen Stoffen und Zubereitungen regelten. Diesen Richtlinien liegt die Fassung vom 12. Juni 1998 zugrunde.

<sup>2</sup> „Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, hygienischen sowie arbeitswissenschaftlichen Anforderungen an Gefahrstoffe hinsichtlich Inverkehrbringen und Umgang wieder. Sie werden vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst“ (TRGS 001 – Allgemeines, Aufbau, Anwendung und Wirksamwerden der TRGS).

Abwasserverwaltungsvorschrift (AVV),  
Druckbehälterverordnung (DruckbehV),  
Technische Regeln Druckgase (TRG)<sup>3</sup>  
DIN-Normen

sind, soweit sie den Umgang mit Gefahrstoffen im Schulbereich betreffen, hier eingearbeitet und soweit erforderlich an den betreffenden Stellen zitiert.

## 1.2 Ziel der Gefahrstoffverordnung

Der erste Abschnitt in der Gefahrstoffverordnung benennt ihren Grundsatz:

### Zweck der Verordnung

**„Zweck dieser Verordnung ist es, durch Regelungen über die Einstufung, über die Kennzeichnung und Verpackung von gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und bestimmten Erzeugnissen sowie über den Umgang mit Gefahrstoffen den Menschen vor arbeitsbedingten und sonstigen Gesundheitsgefahren und die Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen zu schützen, insbesondere sie erkennbar zu machen, sie abzuwenden und ihrer Entstehung vorzubeugen, soweit nicht in anderen Rechtsvorschriften besondere Regelungen getroffen sind“ (§ 1 GefStoffV).**

### Sicherheits- und Umwelterziehung

Sicherheits- und Umwelterziehung sind wichtige Aufgaben in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern. Hier, vor allem im Chemieunterricht, sind die fachlichen Voraussetzungen und geeignete Schutzmaßnahmen für einen sachgerechten und verantwortungsvollen Umgang mit Stoffen, auch mit Gefahrstoffen zu vermitteln und sicherheitsbewusstes Verhalten zu erlernen. Schließlich sollen Schülerinnen und Schüler selbst experimentieren und dabei einen sicherheitsgerechten Umgang mit Stoffen und Geräten kennen lernen und einüben. Durch diese Erziehung, die auch sachgerechtes Entsorgen einschließt, soll der Unterricht über die Schulzeit hinaus wirken und zu verantwortungsbewusstem Handeln im Alltag, Beruf und in der Gesellschaft beitragen.

## 1.3 Überwachung der Bestimmungen<sup>4</sup>

### Staatliches Amt für Arbeitsschutz, Unfallversicherungs- träger

Die zuständige Behörde für die Überwachung der Durchführung der Gefahrstoffverordnung ist nach Ifd. Nr. 41.1 der Anlage zur Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten auf den Gebieten des Arbeits- und technischen Gefahrenschutzes (ZustVO ArbTG) vom 14. Juni 1994 (SGV. NW. 28) das für die Schulen zuständige Staatliche Amt für Arbeitsschutz. Neben den Staatlichen Ämtern

<sup>3</sup> Eine Erklärung zu den verwendeten Abkürzungen befindet sich im Anhang 12.

<sup>4</sup> Die Zuständigkeitsregelung muss mit der Neufassung der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) angepasst werden; die jeweils gültige Fassung der Zuständigkeitsregelung ist der Sammlung der Gesetze und Verordnungen NW (SGV. NW) unter der Gliederungsnummer 28 zu entnehmen.



für Arbeitsschutz stehen zur Besichtigung und Beratung die technischen Aufsichtsbeamten der zuständigen Unfallversicherungsträger den Schulen zur Verfügung.

Die Bereitstellung aller erforderlichen Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Gefahrstoffen fällt in den ausschließlichen Verantwortungsbereich des Schulträgers.

**Schulträger**

## **2 Begriffsbestimmungen**

Die Gefahrstoffverordnung und die damit im Zusammenhang stehenden weiteren rechtlichen Vorschriften enthalten eine Reihe grundlegender Begriffe, deren Kenntnis zur Beachtung der einschlägigen Vorschriften unabdingbar ist. Nachfolgend werden daher die wichtigsten Begriffe genannt und erläutert.

### **2.1 Gefahrstoffe und Gefährlichkeitsmerkmale**

**Gefahrstoffe**

**„Gefahrstoffe sind die in § 19 Abs. 2 des Chemikaliengesetzes bezeichneten Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse“ (§ 3 Abs. 1 GefStoffV).**

Nach § 19 Abs. 2 des Chemikaliengesetzes (ChemG) sind Gefahrstoffe

- I. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind;
- II. gefährliche Stoffe und gefährliche Zubereitungen nach § 3a Abs. 1 des Chemikaliengesetzes sowie Stoffe und Zubereitungen, die sonstige chronisch schädigende Eigenschaften besitzen.

Gefährliche Stoffe und gefährliche Zubereitungen nach § 3a Abs. 1 des Chemikaliengesetzes sind charakterisiert durch die Gefährlichkeitsmerkmale

1. explosionsgefährlich,
2. brandfördernd,
3. hochentzündlich,
4. leicht entzündlich,
5. entzündlich,
6. sehr giftig,
7. giftig,
8. gesundheitsschädlich,
9. ätzend,
10. reizend,
11. sensibilisierend,
12. krebserzeugend,
13. fortpflanzungsgefährdend,
14. erbgutverändernd,
15. umweltgefährlich.

III. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe oder Zubereitungen nach I. oder II. entstehen oder freigesetzt werden können;

### **2.1.1 Stoffe**

Nach § 3 Chemikaliengesetz sind Stoffe chemische Elemente oder chemische Verbindungen, wie sie natürlich vorkommen oder hergestellt werden, einschließlich der zur Wahrung der Stabilität notwendigen Hilfsstoffe und der durch das Herstellungsverfahren bedingten Verunreinigungen, mit Ausnahme von Lösemitteln, die von dem Stoff ohne Beeinträchtigung seiner Stabilität und ohne Änderung seiner Zusammensetzung abgetrennt werden können.

## **Bundesanzeiger**

Gefahrstoffe werden vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung im Bundesanzeiger veröffentlicht (§ 4a Abs. 1 GefStoffV).

## **Gefahrstoffliste**

Ein Auszug aus dieser Stoffliste und ergänzende Hinweise sind über das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Referat II/4.1, Postfach 1754, 59491 Soest, als „Liste zur Einstufung von Chemikalien gemäß der Gefahrstoffverordnung“ zu beziehen und werden von diesem regelmäßig aktualisiert.

## **Umgang mit Gefahrstoffen**

### **2.2 Umgang**

„Umgang ist das Herstellen einschließlich Gewinnen oder das Verwenden im Sinne § 3 Nr. 10 des Chemikaliengesetzes“ (§ 3 Abs. 2 GefStoffV).

#### **2.2.1 Verwenden**

Verwenden im Sinne des § 3 des Chemikaliengesetzes ist das Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- und Verarbeiten, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Entsorgen und Befördern innerhalb der Schule.

#### **2.2.2 Aufbewahren**

Aufbewahren ist der Oberbegriff für Bereithalten und Lagern.

#### **2.2.3 Bereithalten**

Bereithalten ist das kurzzeitige vorübergehende Aufbewahren für längstens 24 Stunden in der für den Fortgang der Arbeit erforderlichen Menge bei oder in der Nähe von Arbeitsplätzen, um abgefüllt, bearbeitet, transportiert, verarbeitet oder vernichtet zu werden.

#### **2.2.4 Bereitstellen von Druckgasbehältern**

Als Bereitstellen von Druckgasbehältern gilt, wenn gefüllte Druckgasbehälter an den zum Entleeren vorgesehenen Stellen als Reservebehälter an Entnahmeeinrichtungen angeschlossen sind oder zum baldigen Anschluss bereitgehalten werden, soweit dies für den Fortgang der Arbeiten erforderlich ist.

Als Bereitstellen gilt auch, wenn gefüllte Druckgasbehälter

- an Arbeitsplätzen für den Handgebrauch,
- auf Verladerampen oder -flächen zum alsbaldigen Abtransport, in der jeweils erforderlichen Anzahl und Größe bereitgehalten werden.

### 2.2.5 Lagern

Lagern ist nach § 3 Abs. 3 Gefahrstoffverordnung das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an andere (z. B. zur Entsorgung).

### 2.3 Arbeitgeber bzw. Arbeitnehmer

**„Arbeitgeber ist, wer Arbeitnehmer beschäftigt einschließlich der zu ihrer Berufsbildung Beschäftigten. Dem Arbeitgeber steht gleich, wer in sonstiger Weise selbständig tätig wird, sowie der Auftraggeber und Zwischenmeister im Sinne des Heimarbeitsgesetzes. Dem Arbeitnehmer stehen andere Beschäftigte, insbesondere Beamte und in Heimarbeit Beschäftigte, sowie Schüler und Studenten gleich“ (§ 3 Abs. 4 GefStoffV).**

**Arbeitgeber und Arbeitnehmer in Schulen**

Arbeitgeber ist entsprechend den Zuständigkeitsregelungen im Schulwesen des Landes Nordrhein-Westfalen für Organisation, Inhalte und Durchführung des Unterrichts das MSWWF (Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung), vor Ort die Schulleitung.

**Arbeitgeber**

Arbeitnehmer im Sinne der Gefahrstoffverordnung sind Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler sowie die sonstigen Beschäftigten in der Schule.

**Arbeitnehmer**

Bau und Ausstattung der Schule, Anschaffung von Lehr- und Lernmitteln einschließlich persönlicher Schutzausrüstung, Beschaffung und Entsorgung von Verbrauchsmaterialien obliegt dem Schulträger (Schulkostenträger). Für die Gewährleistung der in der Gefahrstoffverordnung geforderten Sicherheit ist eine enge Zusammenarbeit bzw. Abstimmung zwischen der Schule, vertreten durch die örtliche Schulleitung, und dem Schulträger erforderlich.

**Schulträger**

In inneren Schulangelegenheiten trägt die örtliche Schulleitung die Verantwortung des Arbeitgebers im Sinne des ersten Abschnitts der Gefahrstoffverordnung. Sie hat im Rahmen ihrer Organisationshoheit die notwendigen Regelungen zur Durchführung des fünften Abschnitts der Gefahrstoffverordnung in ihrem Zuständigkeitsbereich einzuleiten und die Durchführung zu überwachen.

**Schulleitung**

**„Der Arbeitgeber kann zuverlässige und fachkundige Personen schriftlich damit beauftragen, ihm obliegende Aufgaben nach diesem Gesetz in eigener Verantwortung wahrzunehmen“ (§13 Abs. 2 ArbSchG).**

**Verantwortliche Personen**

Hinweis zur Begriffsbestimmung nach § 2 Abs. 2 Nr. 4 ArbSchG: Dieses Gesetz gilt auch für Beamtinnen und Beamte.

## **Fachlehrerinnen und Fachlehrer**

Zu ihrer Unterstützung überträgt sie dabei ihr obliegende Aufgaben in genau festgelegtem Umfang (z. B. Zuständigkeit für die Lagerung von Chemikalien sowie die Zwischenlagerung von Chemikalienabfällen, die Unterweisung der Lehrerinnen und Lehrer usw.) schriftlich auf eine fachlich geeignete Lehrerin oder auf einen fachlich geeigneten Lehrer, z. B. die Sammlungsleiterin oder den Sammlungsleiter. Die Beauftragung bedarf der Zustimmung der Lehrkraft. Dieser Lehrkraft sind für diese Aufgaben Anrechnungsstunden zuzubilligen.

Unbeschadet der Delegation von Teilen der Arbeitgeberverantwortung verbleiben der Schulleitung die Aufsichts- und Organisationsverantwortung. Für den Umgang mit Gefahrstoffen bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts ist die Fachlehrerin oder der Fachlehrer verantwortlich.

### **2.4 MAK, BAT, TRK, Auslöseschwelle**

Nach der Gefahrstoffverordnung sind MAK, BAT, TRK und Auslöseschwelle beim Umgang mit Gefahrstoffen zu beachten. Es gelten folgende Definitionen:

#### **MAK**

**„(5) Maximale ArbeitsplatzKonzentration (MAK) ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, bei der im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird.**

#### **BAT**

**(6) Biologischer ArbeitsplatzToleranzwert (BAT) ist die Konzentration eines Stoffes oder seines Umwandlungsproduktes im Körper oder die dadurch ausgelöste Abweichung eines biologischen Indikators von seiner Norm, bei der im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird.**

#### **TRK**

**(7) Technische RichtKonzentration (TRK) ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann.**

#### **Auslöseschwelle**

**(8) Auslöseschwelle ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, oder im Sinne des Absatzes 6 im Körper, bei deren Überschreitung zusätzliche Maßnahmen zum Schutze der Gesundheit erforderlich sind. Der Überschreitung der Auslöseschwelle steht es gleich, wenn Verfahren angewendet werden, bei denen Maßnahmen nach Satz 1 erforderlich sind oder wenn ein unmittelbarer Hautkontakt besteht“ (§ 3 Abs. 5–8 GefStoffV).**

**MAK, BAT, TRK und Auslöseschwelle** gelten im Sinne der gesetzlichen Bestimmungen und der jeweils gültigen Listen (Technische Regeln für Gefahrstoffe: TRGS 101, 102, 540, 900 und

901<sup>5</sup>). Die Listen werden jährlich aktualisiert und vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMA) bekannt gemacht. Die Werte für schulrelevante gefährliche Stoffe findet man in der Liste des Landesinstituts für Schule und Weiterbildung (LSW) in Soest: „Liste zur Einstufung von Chemikalien gemäß der Gefahrstoffverordnung“.<sup>6</sup>

„Die Auslöseschwelle ist überschritten, wenn die Einhaltung des Luftgrenzwertes nicht nachgewiesen ist. Bei gesplittetem Luftgrenzwert gilt der niedrigere Wert, sofern nicht im Einzelfall andere Regelungen getroffen werden.“ (TRGS 101)

### 3 Verbote und Beschränkungen

#### 3.1 Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für besondere Personengruppen

Schülerinnen und Schüler dürfen ohne Aufsicht durch eine fachkundige Lehrkraft nicht mit leicht entzündlichen, entzündlichen oder brandfördernden Gefahrstoffen umgehen.

**Mit explosionsgefährlichen Stoffen oder Zubereitungen (einschließlich den Chloraten) dürfen Schülerversuche nicht durchgeführt werden.** Für Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10 ist der Umgang mit hochentzündlichen Flüssigkeiten nicht erlaubt.

Experimente mit oxidierenden Stoffen, ausgenommen Chlorate, und mit brennbaren Stoffen dürfen Schülerinnen und Schüler in Anwesenheit der Lehrkraft durchführen. Die Lehrerin oder der Lehrer hat dafür zu sorgen, dass die Schülerinnen und Schüler mit diesen Stoffen sachgemäß umgehen und dass angemessene Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

Der Umgang mit giftigen (T, R23, R24, R25), gesundheitsschädlichen, ätzenden oder reizenden Gefahrstoffen ist für den Primarbereich nicht gestattet. Ansonsten dürfen Schülerinnen und Schüler unter Aufsicht durch eine fachkundige Lehrkraft mit giftigen, gesundheitsschädlichen, ätzenden oder reizenden Gefahrstoffen umgehen, sofern die Auslöseschwelle unterschritten ist.

Da einige Gefahrstoffe mit dem Gefahrensymbol T sich nahe an der Grenze zur Einstufung nach T+ befinden oder von T+ nach T

**Brandgefährliche Stoffe**

**Explosionsgefährliche und hochentzündliche Stoffe**

**Oxidierende Stoffe, brennbare Stoffe**

**Giftige, gesundheitsschädliche, ätzende und reizende Stoffe**

<sup>5</sup> TRGS 101 Auslöseschwelle für gefährliche Stoffe  
TRGS 102 Technische Richtkonzentration (TRK) für gefährliche Stoffe  
TRGS 540 Sensibilisierende Stoffe  
TRGS 900 Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz  
TRGS 901 Begründung und Erläuterung zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz

<sup>6</sup> Die Materialien, die das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Referat II/4.1, Postfach 1754, 59491 Soest, zum Thema Gefahrstoffverordnung herausgibt, sind über das Landesinstitut zu beziehen.

zurückgestuft wurden, sollte die Lehrkraft generell sorgfältig prüfen, ob sie Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I mit Gefahrstoffen mit dem Gefahrensymbol T experimentieren lässt. Möglicherweise kann das Unterrichtsziel auch mit einem weniger gefährlichen Gefahrstoff erreicht werden.

### **Einstufung in eine niedrigere Gefahrenklasse**

Das Gefahrenpotenzial kann durch Verdünnung verringert werden. Beispiel (w = Massenanteil in Prozent):

Stickstoffdioxid, sehr giftig (T+), ist in den in Autoabgasen auftretenden geringen Konzentrationen weder als sehr giftig (T+) noch als giftig (T) einzustufen. Deshalb können z. B. Abgasuntersuchungen als Schülerversuche durchgeführt werden. Weitere Beispiele:

Formaldehyd	w > 25% (T)	1% ≤ w < 25% (Xn)
Schwefelwasserstoff	w ≥ 7% (T+)	1% ≤ w < 7% (T)
	0,1% ≤ w < 1% (Xn)	
Kupfer(II)-chlorid	3% ≤ w < 25% (Xn)	

Zur Unterschreitung der Auslöseschwelle sind die unter I Ziff. 4.2 aufgeführten Schutzmaßnahmen einzuhalten.

### **Sehr giftige, krebserzeugende, reproduktionstoxische und erbgutverändernde Stoffe**

Mit sehr giftigen (T+, R26, R27, R28), krebserzeugenden (R45, R49), reproduktionstoxischen (R60, R61), erbgutverändernden (R46) oder in sonstiger Weise den Menschen irreversibel oder chronisch schädigenden Gefahrstoffen **dürfen Schülerversuche nicht durchgeführt werden**. Dies gilt ebenso für Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die ihrer Art nach erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können.

Wie „sehr giftige“ Stoffe zu behandeln (d. h. Erfassung, Aufbewahrung, Lagerung, Verbot von Schülerübungen) sind Chlorate, Kalium, Natrium, Quecksilber und Trinitrophenol (Pikrinsäure) (siehe auch unter I Ziff. 4.1 – Bestand an Chemikalien – und I Ziff. 4.7 – Explosionsgefährliche Stoffe).

### **Halbmikromaßstab**

Die für Schülerinnen und Schüler o. a. Verbote und Umgangsbeschränkungen gelten auch für „kleinstmögliche“ Ansätze in geschlossenen Apparaturen (z. B. Halbmikromaßstab). Den Schülerinnen und Schülern werden diese i. d. R. in die Hand gegeben und können leicht zerlegt werden.

### **Verzicht auf ärztliche Untersuchungen**

Nach § 28 Gefahrstoffverordnung werden Vorsorgeuntersuchungen gefordert, wenn beim Umgang mit Gefahrstoffen, die in Anhang VI der Gefahrstoffverordnung benannt sind, die Auslöseschwellen bzw. arbeitsmedizinisch begründete stoffspezifische Werte überschritten sind.

Auf diese Vorsorgeuntersuchungen kann in Schulen verzichtet werden, da die Auslöseschwellen bzw. arbeitsmedizinisch begründete stoffspezifische Werte – sofern die nach Abschnitt 5 erforderlichen Schutzmaßnahmen eingehalten werden und kein Hautkontakt mit hautresorptiven Gefahrstoffen stattfindet – im

Rahmen des lehrplanmäßigen Unterrichts nicht überschritten werden.

Metalle, die zum Beispiel in der Elektrochemie als Elektrodenmaterial verwendet werden, gelten nicht als krebserzeugend, erbgutverändernd oder reproduktionstoxisch, sofern sie nicht als Stäube oder Aerosole auftreten. Sie dürfen daher in Schülerexperimenten verwendet werden.

#### **Arbeiten mit Metallen**

Schülerversuche, bei denen krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Gefahrstoffe in geringen Mengen in der Regel als Reaktionsprodukte entstehen können, dürfen durchgeführt werden, wenn beim Arbeiten mit kleinstmöglichen Ansätzen die notwendigen Schutzmaßnahmen wie Arbeiten im Abzug und mit Schutzhandschuhen beachtet werden (siehe Tabelle 1).

#### **Krebserzeugende Reaktionsprodukte**

Auch im Technik- und Werkunterricht sind beim Löten krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Reaktionsprodukte in geringen Mengen nicht immer auszuschließen. Daher ist beim Löten für eine wirksame Raumlüftung zu sorgen. In der Schule sollten grundsätzlich nur bleifreie Lote verwendet werden. Bis einschließlich der Jahrgangsstufe 10 ist der Umgang mit bleihaltigen Loten nicht gestattet.

Gem. der **FCKW-Halon-Verbots-Verordnung** dürfen bestimmte, die Ozonschicht abbauende Halogenkohlenwasserstoffe in Schulen nicht mehr für Versuche verwendet werden. Dazu gehören Fluorchlor-, Bromchlorfluor- und Bromfluorkohlenwasserstoffe. Zu diesen verbotenen Stoffen gehören auch **Tetrachlormethan** und **1,1,1-Trichlorethan**. Diese Verordnung gilt nicht für die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung zu Forschungs-, Entwicklungs- und Analysezwecken. Da in der Schule weder geforscht (im Sinne der Hochschule) noch entwickelt wird, können diese Substanzen nur noch in der gymnasialen Oberstufe für Analysezwecke (z. B. als Referenzsubstanz in der Gaschromatografie) verwendet werden. So ist z. B. der Einsatz als Lösemittel zur Iodzahlbestimmung nicht zulässig.

#### **Umweltgefährliche Gefahrstoffe**

**Tabelle 1: Beispiele für Experimente, bei denen krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe in geringen Mengen entstehen können**

Experiment	Krebserzeugender/ Erbgutverändernder Stoff	Einstufung	H
Nachweis der Doppelbindung des Ethens mit Brom	1,2-Dibromethan	K 2	H
Reaktion von Ethanol mit Schwefelsäure	Diethylsulfat (Nebenprodukt)	K 2, M 2	H
Brennprobe von Polyacrylnitril	Acrylnitril	K 2	H
Kohle-Pyrolyse	Braun- bzw. Steinkohleteer (Benzo[a]pyren als Bezugs-substanz)	K 2, M 2	
Pyrolyse organischer Stoffe	Pyrolyseprodukte aus organischem Material	K 1/2	
Untersuchung von Autoabgasen	Dieselmotor-Emissionen	K 2	

- K 1: Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken (z. B. anhand von epidemiologischen Studien).
- K 2: Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten (z. B. auf Grund von Tierversuchen).
- M 2: Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten (z. B. auf Grund von Tierversuchen).
- H: Gefahr der Hautresorption; Schutzhandschuhe tragen.

### **Krebsverdächtige Stoffe**

Schülerversuche mit krebserzeugenden Stoffen dürfen nur durchgeführt werden unter sorgfältigster Beachtung der Schutzmaßnahmen wie z.B. Arbeiten im Abzug und mit Schutzhandschuhen.

### **Werdende oder stillende Mütter**

Der Arbeitgeber (vor Ort die Schulleitung), in dessen Verantwortungsbereich werdende oder stillende Mütter durch Verfahren oder Arbeitsbedingungen nach Anlage 1 der Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz gefährdet werden können, muss für diese Tätigkeiten rechtzeitig Art, Ausmaß und Dauer der Gefährdung beurteilen (§ 1 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz).

Auf Grund dieser Gefährdungsbeurteilung hat er nach § 3 der Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz erforderlichen Schutzmaßnahmen zu treffen. (Siehe Anhang 5)

Werdende oder stillende Mütter dürfen nicht mit sehr giftigen, gesundheitsschädlichen oder in sonstiger Weise den Menschen chronisch schädigenden Gefahrstoffen beschäftigt werden, wenn der Grenzwert überschritten wird (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz).

Werdende oder stillende Mütter dürfen nicht mit Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen, die ihrer Art nach erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können, beschäftigt werden, wenn sie den Krankheitserregern ausgesetzt sind (§ 5 Abs. 1 Nr. 2 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz).



Werdende Mütter dürfen nicht mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen beschäftigt werden. Diese Anforderung gilt nicht, wenn die werdenden Mütter bei bestimmungsgemäßem Umgang diesen Gefahrstoffen nicht ausgesetzt sind (§ 5 Abs. 1 Nr. 3 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz).

Werdende Mütter dürfen bei Demonstrationsexperimenten zusehen, sofern durch geeignete Schutzmaßnahmen eine Exposition ausgeschlossen ist. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn das Experiment unter dem Abzug erfolgt.

Stillende Mütter dürfen nicht mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen beschäftigt werden, wenn der Grenzwert überschritten wird (§ 5 Abs. 1 Nr. 4 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz).

Gebärfähige Frauen dürfen nicht mit Gefahrstoffen umgehen, die Blei oder Bleiverbindungen enthalten, wenn der Grenzwert überschritten wird (§ 5 Abs. 1 Nr. 5 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz). Mit Quecksilberalkylen darf an allgemein bildenden Schulen nicht umgegangen werden.

### **Gebärfähige Arbeitnehmerinnen**

Als Grenzwerte in den o. a. Abschnitten sind z. B. Luftgrenzwerte heranzuziehen. Sie werden bei Anwendung der nach Abschnitt 4.2 im Rahmen des lehrplanmäßigen Unterrichts erforderlichen Schutzmaßnahmen eingehalten. Ferner darf kein Hautkontakt mit hautresorptiven Gefahrstoffen stattfinden.

Werdende Mütter dürfen mit krebserzeugenden, erbgutverändernden, fruchtschädigenden oder fortpflanzungsgefährdenden Gefahrstoffen nicht umgehen. Die Lehrerin oder der Lehrer hat vor Beginn eines Experimentes mit den in Satz 1 genannten Stoffen in geeigneter Form darauf hinzuweisen, dass schwangere Schülerinnen bei diesem Experiment nicht anwesend sein dürfen oder auf andere geeignete Weise dafür zu sorgen, dass eine Exposition verhindert wird.

### **Krebserzeugende, fruchtschädigende, fortpflanzungs- gefährdende und erbgutverändernde Stoffe**

Die sich insgesamt ergebenden Beschäftigungsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Lehrkräfte dürfen Schülerinnen und Schülern keine Chemikalien für private häusliche Experimente übergeben. Schülerinnen und Schüler sind davor zu warnen, gefährliche oder spektakuläre Experimente mit Gefahrstoffen zu Hause nachzuvollziehen.

### **Häusliche Experimente**

Sind häusliche Experimente Teil einer Hausaufgabe, so müssen die Schülerinnen und Schüler genaue Anweisungen zu deren Durchführung erhalten. Die Lehrkraft sollte sich darüber im Klaren sein, dass das Anfertigen von Hausaufgaben nicht unter dem Schutz der gesetzlichen Unfallversicherung steht.

**Tabelle 2: Umgangsbeschränkungen für Schülerinnen und Schüler an allgemein bildenden Schulen**

Einstufung des Gefahrstoffes	Beispiele	Schülerexperimente bis einschließlich Jahrgangstufe 10	Schülerexperimente in den Jahrgangsstufen 11 bis 13
1. sehr giftig T+	Brom weißer Phosphor Kaliumcyanid	nicht möglich	nicht möglich
2. giftig T	Kaliumnitrit Methanol Phenol	möglich (siehe auch Ziff. 3.1)	möglich
3. gesundheits- schädlich Xn	Bariumchlorid, $w < 25\%$ Kaliumpermanganat Iodlösung	möglich	möglich
4. ätzend C	Natriumhydroxid Natriumsulfid Silbernitrat konz. Säuren	möglich	möglich
5. reizend Xi	Essigsäure, $10\% \leq w < 25\%$ Natronlauge, $0,5\% \leq w < 2\%$ Salzsäure, $10\% \leq w < 25\%$ Schwefelsäure, $5\% \leq w < 15\%$	möglich	möglich
6. explosions- gefährlich E	Schwarzpulver Kaliumchlorat-Mischungen mit brennbaren Stoffen	nicht möglich	nicht möglich
7. brandfördernd O	Kaliumnitrat Natriumiodat Kaliumpermanganat	möglich	möglich
8. hochentzündlich F+	Acetaldehyd Diethylether Methylformiat Petrolether	nicht möglich mit Flüssigkeiten für Schüler der Sekundarstufe I	möglich
9. leicht entzündlich F	Ethylacetat Octan Toluol	möglich	möglich
10. krebserzeugend T; R 45, R 49	Acrylnitril K 2 Benzol K 1 1,2-Dibromethan K 2	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 1)	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 1)
11. Verdacht auf krebserzeugende Wirkung Xn; R 40	Dichlormethan K 3 1,4-Dioxan K 3 Acetamid K 3	möglich	möglich
12. Erbgutverän- dernd T; R 46	Diethylsulfat M 2	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 1)	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 1)
13. Verdacht auf erb- gutverändernde Wirkung Xn; R 40		möglich	möglich
14. Fortpflanzungs- gefährdend T; R 60, R 61	Blei(II)-acetat R <sub>E</sub> 1 Blei(II)-nitrat R <sub>E</sub> 1 Blei(II)-oxid R <sub>E</sub> 1	nicht möglich	nicht möglich
15. Verdacht auf fort- pflanzungsgefähr- dende Wirkung Xn; R 62, R 63		möglich	möglich

### 3.2 Umgangsbeschränkungen für Lehrkräfte

Der Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen wird im Sprengstoffgesetz (SprengG, 1986) und in den dazugehörigen Verordnungen geregelt. Danach ist den Schulen das Herstellen explosionsgefährlicher Stoffe, die zur Verwendung als Sprengstoffe, Treibstoffe, Zündstoffe und pyrotechnische Sätze (Explosivstoffe) dienen, grundsätzlich nicht gestattet. Davon ausgenommen sind unterrichtsrelevante Reaktionen, bei denen explosionsgefährliche Stoffe anfallen. Diese Reaktionen sind auf kleinste Stoffportionen zu beschränken und mit den angemessenen Sicherheitsvorkehrungen durchzuführen. Die Endprodukte sind unter Beachtung der Sicherheitsvorkehrungen für explosionsgefährliche Stoffe zur Reaktion zu bringen (zu vernichten).

**Explosionsgefährliche Stoffe**

Reaktionen oxidierender Stoffe wie Nitrate, Permanganate mit brennbaren Stoffen wie Schwefel, Holzkohle, sowie aluminothermische Reaktionen sind in kleinstmöglichen Ansätzen erlaubt. Nicht unter das Sprengstoffgesetz (SprengG) fallen Reaktionen mit brennbaren Gasen und Flüssigkeiten.

**Oxidationsmittel, brennbare Gase und Flüssigkeiten**

Weitere Hinweise zum Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen und Reaktionen werden unter V Ziff. 7.2 ff. gegeben.

Krebserzeugende Stoffe sind auch Bestandteil der natürlichen Umwelt. Daher sind sie im Unterricht auch im Rahmen von Gesundheits-, Umwelt- und Sicherheitserziehung zu behandeln. Weil sie Erkrankungen mit unheilbaren Schäden verursachen können, soll für ihre Verwendung ein striktes Minimierungsgebot eingehalten werden.

**Krebserzeugende Stoffe**

**Minimierungsgebot**

**„Zusätzliche Vorschriften für den Umgang mit krebserzeugenden und erbgutverändernden Gefahrstoffen“** enthält der sechste Abschnitt der Gefahrstoffverordnung. Danach gilt in der Schule: Krebserzeugende Stoffe dürfen bis auf wenige Ausnahmen im Unterricht nicht mehr verwendet werden; zugelassen für Lehrerversuche sind nur diejenigen, die in der Tabelle 3 aufgeführt werden. Vor der Verwendung hat unbedingt eine Prüfung auf Ersatzstoffe zu erfolgen; beim Umgang muss ganz besonderer Wert gelegt werden auf die Einhaltung der erforderlichen Schutzmaßnahmen und auf umweltschonende Entsorgung.

**„Für den Umgang mit erbgutverändernden Gefahrstoffen gelten die §§ 36 bis 38 entsprechend“ (§ 40 GefStoffV).**

**Erbgutverändernde Stoffe**

Ebenso dürfen erbgutverändernde Stoffe bis auf die in Tabelle 1 und 3 genannten Ausnahmen im Unterricht nicht mehr verwendet werden (z. B. Benzol). Vor der Verwendung hat unbedingt eine Prüfung auf Ersatzstoffe zu erfolgen; beim Umgang muss ganz besonderer Wert gelegt werden auf die Einhaltung der erforderlichen Schutzmaßnahmen und auf umweltschonende Entsorgung.

**Tabelle 3: Krebserzeugende Stoffe, mit denen der Umgang im Lehrerexperiment zulässig ist**

Krebserzeugender Stoff	Einstufung	H, S	Bemerkungen
Acrylnitril	K 2	H	Als Edukt zur Polymerisation.
Benzol	K 1, M 2	H	Nur in der gymnasialen Oberstufe für Analyse- sowie wissenschaftliche Lehr- und Ausbildungszwecke gestattet. Erster Stoff in der Aromatenchemie, Eigenschaften wichtig für die Theorie.
Beryllium als Metall (in Form atembare Stäube)	K 2		In dieser Form bei sachgemäßer Handhabung in der Schule nicht auftretend.
Cadmiumsulfat (in Form atembare Stäube)	K 2		In dieser Form bei sachgemäßer Handhabung in der Schule nicht auftretend. Als Fällungsreagens in der Analytik.
Lösliche Chrom(VI)-Verbindungen (in Form von Stäuben/Aerosolen)	K 2		In dieser Form bei sachgemäßer Handhabung in der Schule nicht auftretend. Der „Vulkanversuch“ mit Ammoniumdichromat ist untersagt (Bildung von Chrom(III)-chromat).
1,2-Dibromethan	K 2	H	Als Edukt zur Herstellung von Ethen und als Reaktionsprodukt.
1,2-Dichlorethan	K 2		Als Edukt zur Herstellung von Ethen und als Reaktionsprodukt.
Dinitrotoluole (Isomerenmischungen)	K 2	H	Als Reaktionsprodukte, falls Benzol durch Toluol ersetzt wird.
Erdöldestillate (Erdölextrakte)	K 2		Erdöldestillation, Untersuchung von Kohlenwasserstoffen (Flammprobe, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, GC), Umgang mit Benzenen.
Kohlenwasserstoffe, C <sub>26</sub> –C <sub>55</sub> , aromatenreich	K 2		
Hydrazin als Hydrazinhydrat	K 2	H, S	Zur Verwendung in der Brennstoffzelle.
Kaliumbromat	K 2	H, S	Zur Verwendung als Maßlösung in der Analytik.
Nickelsulfid (in Form atembare Stäube)	K 2		In dieser Form bei sachgemäßer Handhabung in der Schule nicht auftretend (Fällungsprodukt).
2-Nitronaphthalin	K 2		Als Reaktionsprodukt, falls Benzol durch Naphthalin ersetzt wird.
2-Nitrotoluol	K 2, M 3	H	Als Reaktionsprodukt bei der Nitrierung von Toluol.
o-Toluidin	K 2	H	Zur Verwendung in der Analytik, z. B. zur fotometr. Best. von Glucose.

K 1: Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken (z. B. anhand von epidemiologischen Studien).

K 2: Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten (z. B. auf Grund von Tierversuchen).

H: Gefahr der Hautresorption; Schutzhandschuhe tragen.

S: Gefahr der Sensibilisierung, d. h. die Stoffe lösen in überdurchschnittlichem Maße Überempfindlichkeitsreaktionen allergischer Art aus.

## 4 Schutz beim Umgang mit Gefahrstoffen

Zum Schutz beim Umgang mit Gefahrstoffen sind in der Gefahrstoffverordnung folgende Verpflichtungen und Anforderungen ausgesprochen:

- Ermittlungspflicht,
- Schutzpflicht und Schutzmaßnahmen,
- Überwachungspflicht,
- Informationspflicht,
- Hygienische Maßnahmen,
- Kennzeichnung von Stoffen,
- Aufbewahrung und Lagerung.

### 4.1 Ermittlungspflicht

**„Der Arbeitgeber, der mit einem Stoff, einer Zubereitung oder einem Erzeugnis umgeht, hat festzustellen, ob es sich im Hinblick auf den vorgesehenen Umgang um einen Gefahrstoff handelt. Der Arbeitgeber, der nicht über andere Erkenntnisse verfügt, kann davon ausgehen, dass eine Kennzeichnung, die sich auf der Verpackung befindet, und dass Angaben, die in einer beigelegten Mitteilung oder einem Sicherheitsdatenblatt enthalten sind, zutreffend sind. Das Ergebnis der Ermittlung nach Satz 1 ist, soweit dabei Gefahrstoffe festgestellt worden sind, der zuständigen Behörde auf Verlangen darzulegen“ (§ 16 Abs. 1 GefStoffV).**

**Ermittlung von  
Gefahrstoffen**

Die Ermittlungspflicht nach § 16 GefStoffV und die daraus resultierenden Konsequenzen für die Schule hat die Schulleitung auf die Lehrerinnen und Lehrer zu übertragen, die die fachliche Verantwortung für den Unterricht, die Schulveranstaltung oder die Sammlungen tragen. Sie erstreckt sich grundsätzlich auf alle Gefahrstoffe, die in der Schule aufbewahrt bzw. bei Schulveranstaltungen verwendet werden.

- Es ist zu prüfen, in welchen Fächern, durch welche Lehrerinnen oder Lehrer mit welchen Gefahrstoffen umgegangen wird.

Auch in allgemein bildenden Schulen ist in der Regel nicht nur das Fach Chemie betroffen. So wird z. B. auch in den Fächern Physik, Biologie, Technik, Werken, Kunst, Hauswirtschaft, Hauswirtschaftswissenschaft, Ernährungslehre, im Fotolabor und in der Druckerei häufig mit Gefahrstoffen umgegangen.

- Sofern in der Schule Schreib- und Bastelmaterialien beschafft werden, ist darauf zu achten, dass nur schadstofffreie und möglichst umweltverträgliche Materialien verwendet werden.

**Schreib- und  
Bastelmaterial**

Im Sinne der Gesundheits- und Umwelterziehung soll auch den Schülerinnen und Schülern bzw. den Eltern die Verwendung derartiger Materialien nahe gelegt werden. Bei der Beschaffung und Verwendung von Fingerfarben ist darauf zu ach-

ten, dass Inhaltsstoffe und Verfallsdatum eindeutig angegeben, weder Methanol noch gesundheitsschädliche Konservierungsstoffe enthalten sind (z. B. Formaldehyd) und keine gesüßten oder aromatisierten Fingerfarben verwendet werden. Die Verwendung von Plakatfarbe als Fingerfarbe ist nicht zulässig.

#### **Kunst/Fotolabor/ Textilgestaltung**

- Bei der Beschaffung von Farben, Ätzmitteln, Entwicklern, Lösemitteln u. Ä. ist darauf zu achten, dass möglichst keine Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung, sondern Ersatzstoffe verwendet werden (z. B. lösemittelfreie Farben, biologisch abbaubare Reinigungsmittel). Bei Neuanschaffungen ist es angebracht, von den Herstellern der betreffenden Stoffe Sicherheitsdatenblätter anzufordern, die diese kostenlos zur Verfügung stellen müssen. Gleiches gilt in Zweifelsfällen bei vorhandenen Zubereitungen.

#### **Ernährungslehre**

- In den Fächern Hauswirtschaftswissenschaften und Ernährungslehre ist bei der Beschaffung von Reinigungsmitteln für den Küchenbereich ebenfalls darauf zu achten, dass keine Gefahrstoffe verwendet werden, sondern nach Möglichkeit nur biologisch abbaubare Reinigungsmittel.

#### **Erfassung von Gefahrstoffen**

- Anhand der Gefahrstofflisten aus dem Bundesanzeiger (§ 4a Abs. 1 GefStoffV), eines Chemikalienkatalogs, der Gefahrstoffliste des Landesinstituts für Schule und Weiterbildung in Soest oder einer Chemikaliendatenbank ist jede Sammlung auf ihren Bestand an Gefahrstoffen zu überprüfen. Die Gefäße müssen entsprechend der GefStoffV gekennzeichnet sein.

#### **Gefahrstofflisten**

**„Der Arbeitgeber ist verpflichtet, ein Verzeichnis aller nach den Absätzen 1 und 3 ermittelten Gefahrstoffen zu führen. Dies gilt nicht für Gefahrstoffe, die im Hinblick auf ihre gefährlichen Eigenschaften und Menge keine Gefahr für die Beschäftigten darstellen. Das Verzeichnis muss mindestens folgende Angaben enthalten:**

- 1. Bezeichnung des Gefahrstoffes,**
- 2. Einstufung des Gefahrstoffes oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften,**
- 3. Mengengebiete des Gefahrstoffes im Betrieb,**
- 4. Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird.**

**Die Angaben können schriftlich festgehalten oder auf elektronischen Datenträgern gespeichert werden. Das Verzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und mindestens einmal jährlich zu überprüfen. Es ist kurzfristig verfügbar aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen“ (§ 16 Abs. 3a GefStoffV).**

Gefahrstoffe müssen in jeder Schule listen- und mengenmäßig erfasst werden (Gefahrstoffkataster). Die Liste ist bei wesentli-

chen Änderungen des Inhalts fortzuschreiben. Wesentliche Änderungen können sein:

- Neuaufnahme von gefährlichen Produkten,
- Änderung der Einstufung gefährlicher Produkte,
- gravierende Änderung der Menge.

Eine Überprüfung sollte regelmäßig, mindestens aber einmal im Jahr erfolgen.<sup>7</sup> Die dabei vorgefundenen, nicht mehr identifizierbaren, entbehrlichen oder verbotenen Gefahrstoffe sind ordnungsgemäß und sachgerecht zu entsorgen.

Bei der Mengenangabe genügt die z. Zt. vorrätige, bzw. die jährlich verwendete Menge. Die Angabe kann in Bereichen von 100 g, 1 kg und 10 kg erfolgen. Von explosionsgefährlichen Stoffen dürfen in der Schule insgesamt nur 100 g vorhanden sein (siehe auch I Ziff. 4.7 – Explosionsgefährliche Stoffe).

Die Stoffe sind nach neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen laufend zu überprüfen. Das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung aktualisiert die von ihm herausgegebenen Stofflisten auf der Grundlage neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse. Von dort sind die aktualisierten Stofflisten zu beziehen und in den Fachkonferenzen zur Kenntnis zu geben.<sup>8</sup>

Das Gesamtvolumen an brennbaren Flüssigkeiten der Gefahrenklassen A1, A2 und B ist je Fachbereich zu ermitteln. (Die zulässigen Volumina sind unter Ziff. 4.7 aufgeführt.)

**„Der Arbeitgeber muss prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko als die von ihm in Aussicht genommenen erhältlich sind. Ist ihm die Verwendung dieser Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse zumutbar und ist die Substitution zum Schutz von Leben und Gesundheit der Arbeitnehmer erforderlich, so darf er nur diese verwenden. Kann der Schutz von Leben und Gesundheit der Arbeitnehmer vor Gefährdung durch das Auftreten von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz nicht durch andere Maßnahmen gewährleistet werden, muss der Arbeitgeber prüfen, ob durch Änderung des Herstellungs- und Verwendungsverfahrens oder durch den Einsatz von emissionsarmen Verwendungsformen von Gefahrstoffen deren Auftreten am Arbeitsplatz verhindert oder vermindert werden kann. Ist dies technisch möglich und dem Arbeitgeber zumutbar, muss der Arbeitgeber die erforderliche Verfahrensänderung vornehmen oder die emissionsarmen Verwendungsformen anwenden. Das Ergebnis der Prüfung**

**n                      a                      c                      h**

## **Bestand an Chemikalien**

## **Gesamtvolumen brennbarer Flüssigkeiten Prüfung auf Ersatzstoffe**

<sup>7</sup> TRGS 440 Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Vorgehensweise (Ermittlungspflichten)

**Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer**

<sup>8</sup> Die Materialien sind über das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Referat II/4.1, Postfach 1754, 59491 Soest, zu beziehen.

**den Sätzen 1 und 3 ist schriftlich festzuhalten und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen“ (§ 16 Abs. 2 GefStoffV).**

Bei gefährlichen Stoffen hat die Fachlehrerin oder der Fachlehrer zu prüfen, ob für das jeweilige Experiment Stoffe mit geringerem gesundheitlichen Risiko eingesetzt werden können, um die in den Richtlinien ausgewiesenen Lernziele zu erreichen. Dies gilt insbesondere für krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende, erbgutverändernde und sehr giftige Stoffe. Die Unterrichtsaufzeichnungen bzw. der Eintrag im Klassenbuch gelten als Nachweis dieser Prüfung. Ersatzstoffe sind zu verwenden, wenn für den unterrichtlichen Einsatz weniger gefährliche Stoffe verfügbar sind.

Nach den §§ 36 und 40 GefStoffV sind vor dem Umgang mit krebserzeugenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen zusätzliche Ermittlungspflichten, Vorsorge- und Schutzmaßnahmen durchzuführen. Hierzu zählen eine Gefahrenbewertung für die jeweilige Tätigkeit, eine besondere Prüfung, ob der Gefahrstoff nicht durch einen weniger gefährlichen Stoff ersetzt werden kann

**Tabelle 4: Zusätzliche Pflichten beim Umgang mit krebserzeugenden und erbgutverändernden Gefahrstoffen**

	Krebserzeugender/ -erbgutverändernder Gefahrstoff	Ersatzstoff(e)	Vorsorge- und Schutzmaß- nahmen	Datum	Name der Lehrkraft
1	Acetaldehyd	Propanal	Abzug	25. 04. 1998	<i>Anton Müller</i>
2	Diethylsulfat zur Etherdarstellung	keine	geschlossenes System, Abzug	11. 11. 1998	<i>Claus Meier</i>
3					
4					
5					

und bei fehlender Substitutionsmöglichkeit die Prüfung, ob zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich sind.

**„Der Arbeitgeber hat vor dem Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen zur umfassenden Bewertung aller Gefahren für jede Tätigkeit, bei der eine Exposition gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen auftreten kann, Art, Ausmaß und Dauer der Exposition der Arbeitnehmer zu ermitteln. Diese Bewertung muss in regelmäßigen Abständen und bei jeder Änderung der Bedingungen, die sich auf die Expo-**



sition der Arbeitnehmer gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen auswirken können, erneut vorgenommen werden“ (§ 36 Abs. 1 GefStoffV).

„Für den Umgang mit erbgutverändernden Gefahrstoffen gelten die §§ 36 bis 38 entsprechend“ (§ 40 GefStoffV).

„Verbleiben bei der Ermittlung nach Absatz 1 Ungewissheiten über die Gefährdung, hat der Hersteller oder Einführer dem Arbeitgeber auf Verlangen die gefährlichen Inhaltsstoffe der Gefahrstoffe sowie die von den Gefahrstoffen ausgehenden Gefahren und die zu ergreifenden Maßnahmen mitzuteilen. Der Arbeitgeber kann, auch soweit diese Angaben nach den Vorschriften des Dritten Abschnitts oder nach anderen Rechtsvorschriften nicht erforderlich sind, mindestens Angaben entsprechend Anhang I Nr. 5 verlangen“ (§ 16 Abs. 3 GefStoffV).

Handelsfertige Zubereitungen sind nicht immer ausreichend gekennzeichnet. In diesen Fällen muss der Hersteller oder Einführer auf Anfrage kostenlos entsprechende Auskünfte erteilen (z. B. durch Sicherheitsdatenblätter). Bei der Neuanschaffung von Gefahrstoffen müssen Sicherheitsdatenblätter nach § 14 GefStoffV in Verbindung mit Anhang I Nr. 5 kostenlos mitgeliefert werden; ggf. sind sie anzufordern. „Die zuständige Behörde kann verlangen, dass ihr bestimmte Sicherheitsdatenblätter vorgelegt werden“ (§ 14 Abs. 7 GefStoffV).

„Bevor der Arbeitgeber Arbeitnehmer beim Umgang mit Gefahrstoffen beschäftigt, hat er zur Feststellung der erforderlichen Maßnahmen die mit dem Umgang verbundenen Gefahren zu ermitteln und zu beurteilen. Welche Maßnahmen zur Abwehr der Gefahren zu treffen sind, die beim Umgang mit Gefahrstoffen entstehen können, hat der Arbeitgeber zu regeln, bevor er mit Gefahrstoffen umgeht“ (§ 16 Abs. 4 GefStoffV).

Vor dem Umgang mit Gefahrstoffen hat die Lehrerin oder der Lehrer die stoffbezogenen Gefahren zu ermitteln und entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen, wie dies nachfolgend unter I Ziff. 4.2 näher erläutert wird.

#### 4.2 Schutzpflicht und Schutzmaßnahmen

„Der Arbeitgeber, der mit Gefahrstoffen umgeht, hat die zum Schutz des menschlichen Lebens, der menschlichen Gesundheit und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen nach den allgemeinen und besonderen Vorschriften des Fünftens und Sechsten Abschnitts einschließlich der dazugehörigen Anhänge und den für ihn geltenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften zu treffen. Im Übrigen sind die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizi-

Auskunftspflicht bei Zubereitungen

Gefahrenbeurteilung und Gefahrenabwehr

Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften

**Broschüren und Informationsmaterial**

**nischen und hygienischen Regeln einschließlich der Regeln über Einstufung, Sicherheitsinformation und Arbeitsorganisation sowie die sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zu beachten“ (§ 17 Abs. 1 GefStoffV).**

Unfallverhütungsvorschriften, Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz etc. stellt der zuständige Unfallversicherungsträger auf Anforderung kostenlos zur Verfügung. Die Schulleitung hat dafür zu sorgen, dass die entsprechenden Vorschriften den in Frage kommenden Lehrerinnen und Lehrern zur Einsichtnahme zur Verfügung stehen. Weitere Materialien zur „Sicherheits- und Umwelterziehung im Chemieunterricht“ sind über das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (LSW) in Soest, Referat II/4.1, zu beziehen, z. B. Liste zur Einstufung von Chemikalien gemäß Gefahrstoffverordnung, Vorschläge für Betriebsanweisungen, Vorschlag für ein Entsorgungskonzept.

**Allgemeiner Schutz**

**Akute Gefahren**

Bau, Einrichtung und Ausstattung sowie sachgerechtes Verhalten von Lehrerinnen und Lehrern und Schülerinnen und Schülern bis hin zur umweltschonenden Entsorgung müssen den allgemeinen Schutz gewährleisten.

**Pausenaufsicht vor und nach Unterrichtsstunden**

**„Maßnahmen zur Abwehr unmittelbarer Gefahren sind unverzüglich zu treffen“ (§ 17 Abs. 2 GefStoffV).**

Handlungsanweisungen sind z. B. den Betriebsanweisungen und dem Alarmplan für die Schule zu entnehmen.

**Beachtung von R- und S-Sätzen**

Beim Umgang mit gefährlichen Stoffen und Apparaturen, von denen erfahrungsgemäß eine Gefährdung ausgeht, sind die genannten rechtlichen Verpflichtungen (u. a. Unfallverhütungsvorschriften, Arbeitsschutzmaßnahmen, Entsorgungsmaßnahmen) unbedingt einzuhalten. Sie umfassen auch die unmittelbare Vor- und Nachbereitung des Umgangs mit gefährlichen Stoffen. Daher sollen Fachlehrerinnen und Fachlehrer unmittelbar vor und nach Unterrichtsstunden, in denen sie regelmäßig mit gefährlichen Stoffen arbeiten, nicht zur Pausenaufsicht eingesetzt werden. Diese Belastungen sind bereits bei der Aufsichtsplanung zu berücksichtigen.

**Schutzmaßnahmen**

**„Bei den zu treffenden Schutzmaßnahmen sind die Kennzeichnungen nach den §§ 6 bis 8, insbesondere die Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) und die Sicherheitsratschläge (S-Sätze) nach § 6 Abs. 1 Nr. 3 und 4 sowie § 7 Abs. 1 Nr. 4 und 5 sowie die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern nach § 14 zu beachten“ (§ 17 Abs. 3 GefStoffV).**

**Geschlossenes System/Hautkontakt**

Wichtige Hinweise zur Ermittlung von Gefahren und zur Festlegung von Schutzmaßnahmen sind den R- und S-Sätzen auf den Gefäßen und in Gefahrstofflisten sowie den Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen.

Zur Abwehr der ermittelten Gefahren bei Arbeiten oder Experimenten mit Gefahrstoffen sind Schutzmaßnahmen zu ergreifen:

**„Das Arbeitsverfahren ist so zu gestalten, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Das Arbeitsverfahren ist ferner so zu gestalten, dass die Arbeitnehmer mit gefährlichen festen oder flüssigen Stoffen oder Zubereitungen nicht in Hautkontakt kommen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist“ (§ 19 Abs. 1 GefStoffV).**

Wenn der Umgang mit gefährlichen Gasen, Dämpfen oder Schwebstoffen in geschlossenen Systemen im Unterricht nicht möglich ist, müssen Maßnahmen nach § 19 Abs. 2 GefStoffV ergriffen werden.

**„Kann durch Maßnahmen nach Absatz 1 nicht unterbunden werden, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe frei werden, sind diese an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig zu erfassen und anschließend ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu entsorgen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist“ (§ 19 Abs. 2 GefStoffV).**

Ist damit zu rechnen, dass beim Umgang mit gefährlichen festen oder flüssigen Stoffen oder Zubereitungen Hautkontakt entsteht, so ist persönliche Schutzausrüstung zu tragen (siehe Erläuterungen zu § 19 Abs. 5 GefStoffV).

Die vollständige Erfassung von gefährlichen Gasen, Dämpfen oder Schwebstoffen ist als ausreichend anzusehen, wenn der Umgang mit Gefahrstoffen in Abzügen, die DIN 12924 entsprechen, erfolgt. Gegebenenfalls ist hinsichtlich der Wirksamkeit der Abzüge ein entsprechender Nachweis durch den Schulträger einzuholen.

Die Saugwirkung des Abzuges muss von der Fachlehrerin oder vom Fachlehrer überwacht werden. Das kann bei bestehenden Anlagen z. B. durch Wollfäden oder Windrädchen geschehen, die im Abzug in der Nähe der Absaugöffnung angebracht sind. Bei Neuanlagen muss die einwandfreie lufttechnische Funktion nach DIN 12924 Teil 1, Abschnitt 4.5.1 durch eine selbsttätig wirkende Einrichtung überwacht werden, die im Falle eines Fehlers optische und akustische Signale gibt. Orientierende Messungen können auch von der Fachlehrerin oder vom Fachlehrer mit Gas-spürpumpe und Prüfröhrchen bzw. mit Strömungsprüfröhrchen (Rauchröhrchen) durchgeführt werden; diese können auch gut in den Unterricht einbezogen werden.

Experimente mit Stoffen, bei denen krebserzeugende, frucht-schädigende und fortpflanzungsgefährdende, erbgutverändernde oder sehr giftige, giftige, ätzende Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe frei werden, sind im Abzug durchzuführen. Gleiches gilt,

**Vollständige Erfassung**

**Leistung der Abzüge**

**Saugwirkung des Abzuges**

**Arbeiten im Abzug**

## Brennöfen

wenn Stoffe mit Verdacht auf o. a. genannte Eigenschaften eingestuft sind. Satz 1 und 2 gelten nicht, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist, z. B. durch vollständige Absorption in einer Apparatur. Im Übrigen gilt das Minimierungsgebot.

## Holzbearbeitungsmaschinen

Brennöfen, bei denen durch den Brennvorgang Gefahrstoffe an die Luft abgegeben werden, müssen eine Entlüftung ins Freie haben bzw. es muss sichergestellt sein, dass die freierwährenden Gase auf andere Weise sicher abgeleitet werden.

Bei der Bearbeitung von Holz ist das gesundheitliche Risiko von Holzstaub in der Luft nach dem Stand der Technik zu minimieren. Das gesundheitliche Risiko von Holzstaub in der Luft wird minimiert, wenn bei der maschinellen Bearbeitung von Holz staubarme Arbeitsbereiche in den Werk- und Maschinenräumen vorliegen.

Diese Bedingungen werden z. B. erreicht, wenn

- die tägliche Expositionszeit eine halbe Stunde pro Unterrichtstag unterschreitet und nur an wenigen Tagen im Jahr an den Holzbearbeitungsmaschinen gearbeitet wird,
- die tägliche Expositionszeit nicht mehr als eine Stunde pro Unterrichtstag beträgt und der Holzstaub bei Standardholzbearbeitungsmaschinen an der Entstehungsstelle abgesaugt wird,
- die tägliche Expositionszeit mehr als eine Stunde pro Unterrichtstag beträgt und die Holzbearbeitungsmaschinen mit Stauberfassungselementen und geprüften Entstaubern ausgerüstet sind.

Die Entstauber können mit einer Zusatzausrüstung auch für die Reinigung der Werk- und Maschinenräume verwendet werden, denn das Abblasen und Aufkehren führt zum Aufwirbeln abgelagerter Holzstäube und ist grundsätzlich nicht mehr zulässig.

## Motorprüfstände/ Schweißarbeitsplätze

Staubtechnisch geprüfte Einrichtungen (Entstauber) tragen entweder das GS-Zeichen des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit (BIA) mit dem Zusatz „C“ oder „K1“ oder das GS-Zeichen des Fachausschusses „Holz“ mit dem Zusatz „H2“.

## Raumlüftung

Bei der üblichen manuellen Holzbearbeitung reicht natürliche Raumlüftung (Fensterlüftung) aus.

## Fachliche Einschätzung

Abgase von Motorprüfständen sowie Abluft von Schweißarbeitsplätzen sind an der Entstehungsstelle wirksam abzusaugen und ins Freie abzuleiten.

**„Ist eine vollständige Erfassung nach Absatz 2 nicht möglich, so sind die dem Stand der Technik entsprechenden Lüftungsmaßnahmen zu treffen“ (§ 19 Abs. 3 GefStoffV).**

Umgang mit Stoffen oder Zubereitungen, bei denen giftige, ätzende, gesundheitsschädliche oder reizende Gase, Dämpfe oder

Schwebstoffe frei werden können, dürfen unter dem Einsatz raumlufttechnischer Maßnahmen (z. B. Entlüftung durch Fenster oder Abluftventilatoren) nur dann durchgeführt werden, wenn die Stoffmengen so klein bemessen werden, dass nach fachlicher Einschätzung der Lehrerin oder des Lehrers eine Gefährdung auszuschließen ist.

**Dauerhaft sichere  
Einhaltung des  
Grenzwertes**

Dabei ist anzustreben, das Kriterium „dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes im Sinne der TRGS 402 – Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ zu erfüllen, wonach ein Viertel des MAK-Wertes bezogen auf eine achtstündige Arbeitsschicht nicht überschritten werden darf.

Das bedeutet für die Schule: Jugendliche dürfen im Unterricht entweder max. zwei Stunden pro Tag einer Konzentration in voller Höhe des MAK-Wertes oder acht Stunden pro Tag einer Konzentration von einem Viertel des MAK-Wertes ausgesetzt sein. Eine Musterberechnung ist als Anhang 7 diesen Richtlinien beigefügt.

**Persönliche  
Schutzausrüstung**

**„Werden nach Durchführung der Maßnahmen nach den Absätzen 1 bis 3 die Maximale Arbeitsplatzkonzentration oder der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert nicht unterschritten, hat der Arbeitgeber**

- 1. wirksame und hinsichtlich ihrer Trageeigenschaften geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen und diese in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten und**
- 2. dafür zu sorgen, dass die Arbeitnehmer nur so lange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist.**

**Einhaltung der MAK-  
und BAT-Werte**

**Satz 1 gilt auch, wenn mit allergischen Reaktionen zu rechnen ist. Die Arbeitnehmer müssen die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen benutzen. Das Tragen von Atemschutz und von Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein“ (§ 19 Abs. 5 GefStoffV).**

**Schutzausrüstung  
für Schülerinnen  
und Schüler**

In Schulen ist bei Einhaltung der zuvor beschriebenen Maßnahmen davon auszugehen, dass die **Maximale Arbeitsplatzkonzentration** oder der **Biologische ArbeitsplatzToleranzwert** nicht überschritten werden. Insofern entfallen in der Regel Bereitstellung und Tragepflicht von Atemschutzausrüstung nach dieser Vorschrift.

Ist trotz der Anwendung der oben beschriebenen technischen Maßnahmen beim Umgang mit hautresorptiven Stoffen bzw. mit Gefahrstoffen, denen die S-Sätze S 37 (Schutzhandschuhe) oder S 39 (Gesichtsschutz) zugeordnet sind, ein Hautkontakt nicht sicher auszuschließen, muss geeignete persönliche Schutzaus-

**Schutzscheibe**

**Beschaffung** rüstung (Schutzbrille und/oder Schutzhandschuhe) getragen werden. Darüber hinaus ist Augenschutz zu tragen, wenn mit Verletzungen durch Spritzer oder Splitter gerechnet werden muss.

**Begasungen** Zusätzlich hat die Lehrerin oder der Lehrer dafür zu sorgen, dass bei Versuchen, bei denen Augen- oder Gesichtsverletzungen auftreten können, Augen- oder Gesichtsschutz (z. B. Schutzscheibe, Splitterkorb) verwendet und angemessene Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

Der Schulträger hat die von der Fachlehrerin oder vom Fachlehrer für erforderlich gehaltene persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen. Die Fachlehrerinnen und Fachlehrer sind für den gebrauchsfähigen und hygienischen Zustand der bereitgestellten Schutzausrüstung verantwortlich.

**Überwachung von Arbeitsplätzen** Begasungen mit sehr giftigen und giftigen Stoffen und Zubereitungen (z. B. zur Konservierung von Stopfpräparaten in der Biologie-Sammlung) sind gem. § 15d GefStoffV in Schulen nicht zulässig. Sie dürfen nur von einer Person, Firma oder Institution durchgeführt werden, welcher von dem zuständigen Staatlichen Amt für Arbeitsschutz die Erlaubnis dazu erteilt wurde.

### 4.3 Überwachungspflicht

**Messungen** **„Ist das Auftreten eines oder verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, so ist zu ermitteln, ob die Maximale Arbeitsplatzkonzentration, die Technische Richtkonzentration oder der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert unterschritten oder die Auslöseschwelle überschritten sind. Die Gesamtwirkung verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz ist zu beurteilen“ (§ 18 Abs. 1 GefStoffV).**

**Grenzwerte** Bei Anwendung der in diesen Regeln beschriebenen Maßnahmen kann davon ausgegangen werden, dass eine Einhaltung der Grenzwerte im Unterricht gewährleistet ist und sich daher eine Überwachung der Grenzwerte durch Messungen in der Regel erübrigt.

**Betriebsanweisungen** Da der Umgang mit Gefahrstoffen in Schulen nur unter Beachtung der unter I Ziff. 4.2 beschriebenen Schutzmaßnahmen erfolgen darf, ist die sichere Einhaltung der Grenzwerte in der Regel gewährleistet. Auf die Messung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Raumluft kann dann verzichtet werden.

### 4.4 Informationspflicht

**„Der Arbeitgeber hat eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen, in der auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen wird sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt**

werden; auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle ist hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form und in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die erste Hilfe zu treffen“ (§ 20 Abs. 1 GefStoffV).

Die Umsetzung der Schutzmaßnahmen und das sicherheitsgerechte Verhalten aller in der Schule Tätigen kann nur durch umfassende Information und Unterweisung sichergestellt werden. Dazu sind Betriebsanweisungen für Lehrpersonal sowie für Schülerinnen und Schüler von der Schulleitung, für Hausmeister und Reinigungspersonal vom jeweiligen Arbeitgeber im Einvernehmen mit der Schulleitung zu erstellen.

Die Betriebsanweisungen für Schülerinnen und Schüler und Reinigungspersonal sind in den entsprechenden Räumen auszuhängen.

Die einzelnen Betriebsanweisungen sollen folgende Punkte enthalten:

#### **Betriebsanweisung für Lehrerinnen und Lehrer<sup>9</sup>**

1. Arbeitsbereich
2. Gefahrstoffbezeichnung
3. Gefahren für Mensch und Umwelt
4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
  - 4.1 Aufbewahrung und Lagerung
  - 4.2 Aufsicht
  - 4.3 Umgang mit Gefahrstoffen
  - 4.4 Unterweisung
5. Reinigung und Entsorgung
6. Verhalten im Gefahrfall
  - 6.1 Gefahrstoffunfall
  - 6.2 Brände
7. erste Hilfe

#### **Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler**

1. Arbeitsbereich
2. Gefahrstoffbezeichnung
3. Gefahren für Mensch und Umwelt
4. Schutzmaßnahmen, Verhaltensregeln und hygienische Maßnahmen
5. Reinigung und Entsorgung
6. Verhalten im Gefahrfall
  - 6.1 Gefahrstoffunfall
  - 6.2 Brände
7. erste Hilfe

#### **Betriebsanweisung für Hausmeister und Reinigungspersonal**

1. Geltungsbereich
2. Gefahrstoffbezeichnung

## Unterweisungen

3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
4. Verhalten im Gefahrfall
- 4.1 Gefahrstoffunfall
- 4.2 Brände
5. erste Hilfe

<sup>9</sup> Beispiele für Betriebsanweisungen sind über das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (LSW), Referat II/4.1, Postfach 1754, 59491 Soest, oder vom zuständigen Unfallversicherungsträger zu beziehen.

## Fachkonferenz

**„Arbeitnehmer, die beim Umgang mit Gefahrstoffen beschäftigt werden, müssen anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren sowie über die Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Gebärfähige Arbeitnehmerinnen sind zusätzlich über die für werdende Mütter möglichen Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen zu unterrichten. Die Unterweisungen müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren“ (§ 20 Abs. 2 GefStoffV).**

## Unterweisung zu Schuljahresbeginn

Die Unterweisung der Lehrerinnen und Lehrer, die mit Gefahrstoffen umgehen, erfolgt durch Kenntnisnahme der Betriebsanweisungen. Sachverhalte zur Sicherheit beim Umgang mit Gefahrstoffen, der sachgerechten Entsorgung und der Betriebsanweisung sind jährlich auf der Fachkonferenz zu besprechen.

## Unterweisung bei Schülerexperimenten

Die Schülerinnen und Schüler sind zu Beginn eines jeden Schuljahres anhand der Betriebsanweisung von der Fachlehrerin oder vom Fachlehrer auf die zur Unfallverhütung einzuhaltenden Regelungen hinzuweisen. Die Unterweisung ist schriftlich zu vermerken (z. B. im Klassenbuch oder Kursheft). Ferner sind die Schülerinnen und Schüler auf die mit Experimenten oder mit dem Umgang von Gefahrstoffen verbundenen Gefahren hinzuweisen und zu einem sachgerechten Umgang mit Gefahrstoffen anzuhalten.

## Hausmeister, Reinigungspersonal

Vor der Durchführung von Schülerexperimenten hat die Fachlehrerin oder der Fachlehrer gezielte Anweisungen zu den bei diesem Versuch eingesetzten Gefahrstoffen, deren sichere Handhabung und Entsorgung zu geben. Dies kann schriftlich durch ein Schülerversuchsblatt oder mündlich durch gezielte Hinweise erfolgen. Eine Möglichkeit zur Erarbeitung einer versuchs- und stoffbezogenen Betriebsanweisung besteht darin, dass Schülerinnen und Schüler aus Literatur, Nachschlagewerken oder Datenbanken die Gefahrstoffeigenschaften, Beschreibung von Schutzmaßnahmen, Entsorgung usw. selbst ermitteln, dies mit der Fachlehrerin oder dem Fachlehrer durchsprechen und es nachprüfbar protokollmäßig festhalten.

Die Unterweisung von Hausmeister und Reinigungspersonal hat deren Arbeitgeber zu veranlassen. Sie ist vor der Beschäftigung



und danach in angemessenen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal jährlich, in Zusammenarbeit mit der Schulleitung durchzuführen. Das Reinigungspersonal ist von der Schulleitung darauf hinzuweisen, dass Versuchsanordnungen und abgestellte Gefahrstoffe in der Regel nicht berührt werden dürfen. Die Fachlehrerinnen und Fachlehrer haben dafür zu sorgen, dass das Reinigungspersonal durch Gefahrstoffe oder Versuchsanordnungen nicht gefährdet wird.

**Lehrerinnen,  
Schülerinnen**

Die Schulleitung hat den Lehrerinnen Informationen über die in der Schule vorkommenden krebserzeugenden, reproduktionstoxischen und erbgutverändernden Gefahrstoffe zur Kenntnis zu geben, damit sich diese über mögliche Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen für gebärfähige Arbeitnehmerinnen, werdende und stillende Mütter informieren können. Schülerinnen erhalten, falls solche Stoffe im Unterricht vorkommen, die entsprechenden Informationen von der Fachlehrerin oder vom Fachlehrer.

**Arbeitshygiene**

#### **4.5 Hygienische Maßnahmen und Vorsorgeuntersuchungen**

**„Arbeitnehmern, die beim Umgang mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen beschäftigt werden, dürfen in Arbeitsräumen oder an ihren Arbeitsplätzen im Freien keine Nahrungs- und Genussmittel zu sich nehmen. Für diese Arbeitnehmer sind Bereiche einzurichten, in denen sie Nahrungs- und Genussmittel ohne Beeinträchtigung ihrer Gesundheit durch Gefahrstoffe zu sich nehmen können“ (§ 22 Abs. 2 GefStoffV).**

**„Arbeitnehmern, die beim Umgang mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen beschäftigt werden, sind Waschräume sowie Räume mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen. Wenn es aus gesundheitlichen Gründen erforderlich ist, sind Umkleieräume für Straßen- und Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen, die durch einen Waschraum mit Duschen voneinander getrennt sind. Arbeits- und Schutzkleidung ist vom Arbeitgeber zu reinigen. Erforderlichenfalls ist sie geordnet zu entsorgen und vom Arbeitgeber zu ersetzen“ (§ 22 Abs. 3 GefStoffV).**

**Reinhaltung**

**Handbrause**

Im Sinne der Arbeitshygiene ist es wichtig, auf die Reinhaltung des Arbeitsplatzes, die Vermeidung des Hautkontaktes und gründliches Händewaschen hinzuweisen. Dazu müssen ein Waschbecken, Seifenspender und Einmalhandtücher in den Räumen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, vorhanden und funktionsfähig sein.

**Vorsorge-  
untersuchungen**

Zur Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen ist eine Handbrause (mit Kaltwasseranschluss am Waschbecken und mit weichem, kippendem Strahl) erforderlich, z. B. bei Augenverätzungen, Kontamination mit Gefahrstoffen, Kleiderbränden. Bei Verwendung von warmem Wasser besteht die Gefahr erhöhter Hautpermeabilität.

„Vorsorgeuntersuchungen sind

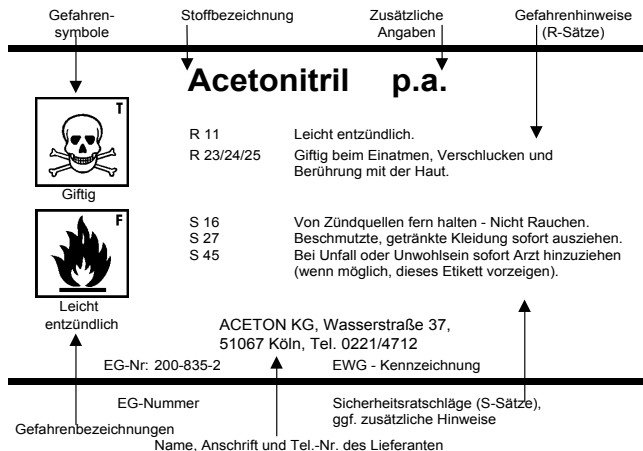
1. arbeitsmedizinische Erstuntersuchungen vor Aufnahme der Beschäftigung und
2. arbeitsmedizinische Nachuntersuchungen während dieser Beschäftigung

durch einen ermächtigten Arzt nach § 30.

**Wird am Arbeitsplatz die Auslöseschwelle für die in Anhang VI aufgeführten gefährlichen Stoffe oder Zubereitungen überschritten, so dürfen Arbeitnehmer dort nur beschäftigt werden, wenn sie innerhalb der in Anhang VI genannten Fristen Vorsorgeuntersuchungen unterzogen worden sind. Soweit ein arbeitsmedizinisch begründeter stoffspezifischer Wert festgelegt ist, tritt dieser an die Auslöseschwelle nach Satz 1. Der Arbeitgeber hat die Untersuchungen auf seine Kosten zu veranlassen“ (§ 28 Abs. 1 und 2 GefStoffV).**

Bei Durchführung der unter I Ziff. 4.2 beschriebenen Schutzmaßnahmen kann davon ausgegangen werden, dass die Auslöseschwelle nicht überschritten wird. Deshalb erübrigen sich Vorsorgeuntersuchungen nach § 28 GefStoffV. Ärztliche Untersuchungen, die auf Grund arbeitsplatzbedingter Unfälle oder gesundheitlicher Beschwerden (z. B. allergische Reaktionen) notwendig werden, werden im Rahmen ihrer Ermittlungen durch den zuständigen Unfallversicherungsträger oder, bei Beamten, durch das

## Gefahrstoff-Etikett (Muster)



Land Nordrhein-Westfalen, vertreten durch die Bezirksregierung, veranlasst. Dies gilt sowohl für den Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht als auch für sonstige Einwirkungen im Schulbereich.

#### 4.6 Kennzeichnung von Stoffen

**„Gefährliche Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die nach dem Dritten Abschnitt verpackungs- und kennzeichnungspflichtig sind, sind auch bei der Verwendung entsprechend dem Dritten Abschnitt zu kennzeichnen und zu verpacken“ (§ 23 Abs. 1 GefStoffV).**

Die Kennzeichnung muss **für den schulinternen** Gebrauch folgende Angaben enthalten:

1. die chemische Bezeichnung des Stoffes oder der Stoffe in der Zubereitung,
2. bei Zubereitungen ggf. Handelsname oder Bezeichnung,
3. die Gefahrensymbole mit den zugehörigen Gefahrenbezeichnungen,
4. die Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze),
5. die Sicherheitsratschläge (S-Sätze),
6. Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers oder Vertreibers.

Standflaschen oder Standgefäße für den Handgebrauch müssen mindestens enthalten:

1. Angabe der Bezeichnung des Stoffes, der Zubereitung und der Bestandteile der Zubereitung,
2. Gefahrensymbole mit den dazugehörigen Gefahrenbezeichnungen.

Bei krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen der Kategorien 1 und 2 sind außerdem folgende R-Sätze im Volltext anzugeben:

- krebserzeugende Stoffe (mit Kennbuchstabe T) mit „Kann Krebs erzeugen“ oder „Kann Krebs erzeugen beim Einatmen“,
- erbgutverändernde Stoffe (mit Kennbuchstabe T) mit „Kann vererbare Schäden verursachen“,
- fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Stoffe (mit Kennbuchstabe T) mit „Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen“, oder „Kann das Kind im Mutterleib schädigen“.

Chemikalien, die in Originalgefäßen der Hersteller aufbewahrt werden, weisen diese Kennzeichnung bereits auf. Gemäß § 11 Abs. 1 GefStoffV dürfen die R- und S-Sätze bei reizenden, brandfördernden, leicht entzündlichen und entzündlichen Stoffen oder Zubereitungen fehlen, wenn die Verpackung nicht mehr als 0,125 Liter aufnehmen kann. Das Gleiche gilt für gesundheitsschädliche Stoffe oder Zubereitungen in gleicher Menge, die nicht im Einzelhandel für jedermann erhältlich sind.

**Erleichterungen bei der Kennzeichnung für den Handgebrauch**

**Standgefäße für Schüler**

**Gefahrstoffe im Produktionsgang**

## Zwischenprodukte bei Experimenten

Altbestände mit unzureichender Kennzeichnung sind der Vorschrift entsprechend zu kennzeichnen; nicht identifizierbare Chemikalien sind zu entsorgen.

Im Sinne der Sicherheitserziehung sollen Standgefäße für gefährliche Stoffe, die in Schülerhand gelangen, z. B. Flaschensätze für Schülereperimente, vollständig gekennzeichnet sein.

**„Absatz 1 gilt nicht für**

- 1. Stoffe und Zubereitungen, die sich als Ausgangsstoffe oder Zwischenprodukte im Produktionsgang befinden, sofern den beteiligten Arbeitnehmern bekannt ist, um welche gefährlichen Stoffe oder Zubereitungen es sich handelt,**
- 2. zugelassene Pflanzenschutzmittel, die sich in Pflanzenschutzgeräten befinden“ (§ 23 Abs. 4 GefStoffV).**

## Grundsätzliche Anforderungen

Stoffe und Zubereitungen befinden sich dann im Produktionsgang, wenn sie als Ausgangsstoffe oder Zwischenprodukte in arbeitsplatzüblichen Apparaturen und Gefäßen zum Einsatz kommen. Sie sind zügig weiterzuverarbeiten. Sollten Zwischenprodukte zur späteren Verwendung aufbewahrt werden, sind sie vollständig zu kennzeichnen.

Stoffe und Zubereitungen, die sich im Produktionsgang befinden, sind so zu kennzeichnen, dass Verwechslungen ausgeschlossen sind.

## Originalgefäße

### 4.7 Aufbewahrung und Lagerung von Gefahrstoffen

**„Gefahrstoffe sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden. Es sind dabei geeignete und zumutbare Vorkehrungen zu treffen, um den Missbrauch oder einen Fehlgebrauch nach Möglichkeit zu verhindern. Bei der Aufbewahrung zur Abgabe oder zur sofortigen Verwendung müssen die mit der Verwendung verbundenen Gefahren erkennbar sein“ (§ 24 Abs. 1 GefStoffV).**

## Abgeschlossene Räume

**„Krebserzeugende Gefahrstoffe sind in geeigneten, dicht verschließbaren und gekennzeichneten Behältern zu lagern, aufzubewahren und zu transportieren“ (§ 36 Abs. 6 Nr. 5 GefStoffV).**

## Vorratsbeschränkungen

Gefahrstoffe dürfen nur in den Gefäßen der Hersteller oder in den im Fachhandel dafür angebotenen Gefäßen aufbewahrt werden. Behälter mit gefährlichen Stoffen (z. B. ätzende Flüssigkeiten) dürfen in Regalen, Schränken usw. nur bis zu einer solchen Höhe (d. h. möglichst nicht über Augenhöhe) aufbewahrt werden, dass sie sicher entnommen und abgestellt werden können.

Räume, in denen gefährliche Stoffe aufbewahrt oder gelagert werden, sind gegen das Betreten durch Betriebsfremde zu si-

chern. Betriebsfremd sind Personen, die im Rahmen ihrer dienstlichen Obliegenheiten keinen Zutritt zu den Räumlichkeiten haben, z. B. fachfremde Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler und nicht unterwiesenes Reinigungspersonal. Es wird empfohlen, diese Räume außen mit einem Knauf zu versehen.

## Zwischenlagerung

Sehr giftige, krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende oder erbgutverändernde Stoffe bzw. Zubereitungen sollen nur vorrätig gehalten werden, wenn sie für den Unterricht erforderlich sind und dann nur in den unbedingt notwendigen Mengen. Sie müssen diebstahlsicher aufbewahrt werden.<sup>10</sup> Leicht- und hochent-

<sup>10</sup> Der Aufbewahrungsschrank ist diebstahlsicher, wenn er mit einem Sicherheits-schloss verschlossen und so befestigt ist, dass er nur bei geöffnetem Schloss entfernt werden kann.

zündliche Flüssigkeiten sowie explosionsgefährliche Stoffe sind nur in den für den Unterricht erforderlichen kleinen, handelsüblichen Mengen zu beschaffen (siehe auch I Ziff. 4.7 – zulässige Gesamtmenge explosionsgefährlicher Stoffe).

## Entlüfteter Schrank

In jedem Lagerraum bzw. Sammlungsraum sind beschriftete, geeignete Gefäße zur gefahrlosen Aufnahme von Gefahrstoffen bis zur endgültigen Beseitigung vorzusehen. Die Gefäße sind in Abstimmung mit dem Entsorger entsprechend zu kennzeichnen. Ein Konzept zur Abfallentsorgung erhält man beim Landesinstitut für Schule und Weiterbildung in Soest (Referat II/4.1).

## Giftige und sehr giftige Stoffe

**„Reststoffe und Abfälle, die krebserzeugende Gefahrstoffe enthalten, sind in geeigneten, sicher verschließbaren und gekennzeichneten Behältern ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu sammeln, zu lagern und zu entsorgen. Im Falle von Buchenholzstaub und Eichenholzstaub ist eine Kennzeichnung der Behälter nicht erforderlich“**  
**(§ 36 Abs. 6 Nr. 6 GefStoffV).**

Gefahrstoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauche entwickeln, sind in Schränken aufzubewahren, die wirksam entlüftet werden. Dies ist erfüllt, wenn der Schrank an ein Absauggebläse angeschlossen ist, das dauernd oder in Intervallen die austretenden Dämpfe ins Freie leitet.

**„Mit T+ oder T gekennzeichnete Stoffe und Zubereitungen sind unter Verschluss oder so aufzubewahren oder zu lagern, dass nur fachkundige Personen Zugang haben. Satz 1 gilt nicht für Ottokraftstoffe an Tankstellen“**  
**(§ 24 Abs. 3 GefStoffV).**

Der Forderung des Abs. 3 ist Genüge getan, wenn giftige oder sehr giftige Stoffe oder Zubereitungen (siehe auch Vorratsbeschränkungen)

- in einem Schrank oder
- in Räumen

## Brennbare Flüssigkeiten

## Handgebrauch

unter Verschluss aufbewahrt oder gelagert werden, zu denen nur fachkundige Personen Zugang haben. Sofern die entsprechenden Räume durch andere Personen betreten werden müssen, ist die Aufsicht durch einen Fachkundigen sicherzustellen. Fachkundig sind die Fachlehrerinnen und Fachlehrer der naturwissenschaftlichen Fächer im jeweiligen Fach.

Wie „sehr giftige“ Stoffe zu behandeln (d.h. Erfassung, Aufbewahrung, Lagerung, Verbot von Schülerübungen) sind Chlorate, Kalium, Natrium, Quecksilber und Trinitrophenol (Pikrinsäure) (siehe auch unter I Ziff. 4.1 – Bestand an Chemikalien – und I Ziff. 4.7 – Explosionsgefährliche Stoffe).

Brennbare Flüssigkeiten der Gefahrklassen A1, A11 und B nach der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) dürfen in naturwissenschaftlichen Unterrichts- und Sammlungsräumen nur in den für den Handgebrauch erforderlichen Volumina aufbewahrt werden. Die Anzahl der Gefäße – höchstens 1 Liter Fassungsvermögen – ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

Maximal sind für den Handgebrauch aller brennbaren Flüssigkeiten der Gefahrklassen A1, A11 und B zusammen pro Laboratorium folgende Obergrenzen einzuhalten:

- in zerbrechlichen Gefäßen: bis zu 5 Litern,
- in unzerbrechlichen Gefäßen: weitere 15 Liter.

## Lagerung über den Handgebrauch hinaus

Das Gesamtvolumen je Raum der leicht- und hochentzündlichen Flüssigkeiten ist zu ermitteln. Für die Aufbewahrung bis zu dieser Obergrenze von 20 Litern (5 Liter in zerbrechlichen Gefäßen plus 15 Liter in unzerbrechlichen Gefäßen) reicht in Schulen ein entlüfteter Schrank aus, wenn dieser nicht der Wärme- oder Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist und die Gefäße verschlossen sind. Das Umfüllen brennbarer Flüssigkeiten muss innerhalb des Schulgebäudes im Abzug erfolgen. Bei größeren Mengen (über 5 Liter) sind die Gefäße zu erden.

## Ex-geschützter Kühlschrank

In der Schule sind unter einem Laboratorium die Räume des jeweiligen Fachbereichs zu verstehen.

Vorräte an brennbaren Flüssigkeiten, die über den Handgebrauch hinausgehen, sind gemäß der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) zu lagern. Die Lagerung erfolgt dann in speziellen Lagerräumen<sup>11</sup> für brennbare Flüssigkeiten oder in zugelassenen Sicherheitsschränken (nach DIN 12925, Teil 1), sofern die gelagerten Volumina nicht 60 Liter übersteigen. Volumina über 60 Liter sind bei der zuständigen Behörde anzuzeigen.

Werden brennbare Flüssigkeiten in Kühlschränken gelagert, so sind hierfür die zugelassenen ex-geschützten Kühlschränke zu verwenden. Außen sind diese mit der Aufschrift „Innenraum explosionsgeschützt“ und „Nur für Chemikalien“ zu kennzeichnen.

In Innenräumen von Kühlschränken, in denen sich gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann dürfen keine Zündquellen vorhanden sein. Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann sich z. B. aus offenen oder undichten Gefäßen mit brennbaren Flüssigkeiten entwickeln.

<sup>11</sup> Lagerräume nach VbF müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- Sicherung gegen Betreten durch Unbefugte,
- feuerbeständige Abtrennung von angrenzenden Räumen,
- kein Bodenablauf,
- keine Schornsteinöffnungen, auch nicht durch Schieber oder Klappen verschlossene,
- elektrische Betriebsmittel (in der Regel nur Beleuchtungseinrichtung) entsprechend DIN VDE 0165,
- keine Zündquellen im Raum.
- Auch Schränke nach DIN 12925 Teil 1 erfüllen die Bedingungen für Lagerräume nach VbF.

Bei Kühlschränken in Normalausführung lassen sich Zündquellen vermeiden, wenn Leuchten und Lichtschalter abgeklemmt sind sowie Temperaturregler mit einem eigensicheren Stromkreis versehen sind. Die Abtauautomatik muss außer Betrieb gesetzt sein.

In Kühlschränken mit Abtauautomatik muss die abgetaute Flüssigkeit in ein Auffanggefäß im Innenraum umgeleitet werden. Das Auffanggefäß ist bei Bedarf zu entleeren. Arbeitet die Abtauautomatik im Innenraum mit einer Heizung, muss diese ausen abgeklemmt werden. Der Kühlschrank muss durch Abschalten und Türöffnen abgetaut werden. Wanddurchführungen sind mit Silikon oder Ähnlichem zu verschliessen.

Umgerüstete Kühlschränke müssen mit einem Hinweiszeichen mit der Aufschrift „Nur Innenraum frei von Zündquellen“ gekennzeichnet sein. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV 0.7) entsprechen.

Der Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen wird im Sprengstoffgesetz (SprengG, 1986) und den zugehörigen Verordnungen geregelt. Nach der Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV 1991) ist das Sprengstoffgesetz „nicht anzuwenden auf das Aufbewahren, das Verwenden, das Vernichten, den Erwerb, das Überlassen und das Befördern von explosionsgefährlichen Stoffen bis zu einer Gesamtmenge von 100 g durch allgemein- und berufsbildende Schulen, soweit dies zur Erfüllung ihrer öffentlichen Aufgaben erforderlich ist“ (§ 5 Abs. 3, Satz 2, 1. SprengV 1991).

Explosionsgefährliche Stoffe, auf die das Sprengstoffgesetz anzuwenden ist, sind aufgelistet in der Bekanntmachung (Bundesanzeiger Nr. 233A, 1986) der explosionsgefährlichen Stoffe. Ein Auszug aus dieser Liste ist als Anhang 6 diesen Richtlinien beigefügt. Zu den Stoffen, die ohne weitere Zusätze explosionsge-

**Explosionsgefährliche Stoffe**

**Gesamtmenge explosionsgefährlicher Stoffe**

**Pikrinsäure/  
Peroxide**

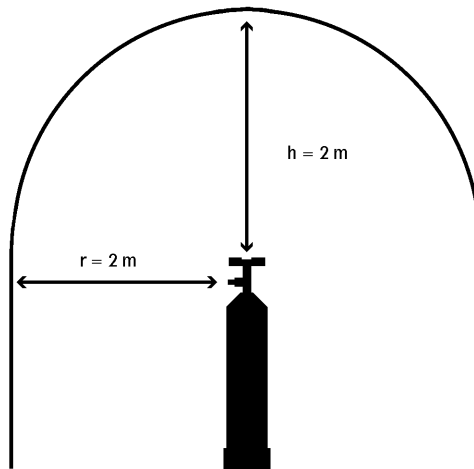
**Druckgasflaschen an sicherem Ort aufbewahren**

fährlich sind, zählen auch Mischungen aus oxidierenden und brennbaren Bestandteilen.

Um das Sprengstoffgesetz nicht anwenden zu müssen, ist die Gesamtmenge der dort aufgelisteten, explosionsgefährlichen Stoffe in Schulen auf 100 g zu begrenzen.

Pikrinsäure und Peroxide können mit Wasser phlegmatisiert werden; im Handel werden sie auch mit Wasserzusatz geliefert (z. B. Pikrinsäure mit 0,5 g Wasser/g Pikrinsäure). Diese wasserhaltigen Mischungen (z. B. Pikrinsäure  $w > 23\%$  Wasser, Cyclohexanonperoxid  $w > 15\%$  Wasser, Dibenzoylperoxid  $w > 32\%$  Wasser) fallen dann nicht mehr unter das Sprengstoffgesetz; in diesem Zustand sollten sie auch in der Schule aufbewahrt werden.

Druckgasflaschen müssen sich nach Arbeitsschluss wegen der bei Bränden bestehenden Gefahr des Zerknalls an einem sicheren Ort befinden. Werden an Schulen Einzelflaschen anschlussfertig (d. h. für den direkten Einsatz) vorgehalten, so gilt dies als



Schutzbereich für Druckgasflaschen mit Gasen, die leichter als Luft sind.

## Warnzeichen

Bereitstellen für den Handgebrauch. Für das Bereitstellen von Druckgasflaschen für den Handgebrauch muss der sichere Ort folgende Bedingungen erfüllen:

- Keine Bereitstellung zusammen mit brennbaren Flüssigkeiten, deren Menge über den Handgebrauch hinausgeht.<sup>12</sup>
- Einhaltung eines Schutzbereiches für Druckgasflaschen mit brennbaren Gasen: für Druckgasflaschen mit Gasen leichter



als Luft gilt – ausgehend vom Druckgasflaschenventil – ein Schutzbereich mit Radius  $r = 2$  Meter und Höhe  $h = 2$  Meter.

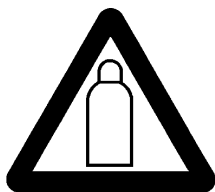
– Im Schutzbereich von Druckgasflaschen mit brennbaren Gasen dürfen sich keine Zündquellen befinden, durch die Gase gezündet werden können.

Druckgasflaschen dürfen nicht in Fluren, Treppenhäusern oder Rettungswegen sowie in Räumen unter Erdgleiche aufgestellt werden. Die Aufbewahrung von Sauerstoff- und Druckluftflaschen unter Erdgleiche ist zulässig.

Räume, in denen Druckgasflaschen aufbewahrt werden, sind außen mit dem Warnzeichen W 15 „Warnung vor Gasflaschen“

<sup>12</sup> Dieser Forderung kann auch durch Unterbringen der Druckgasflaschen in einem dauerbelüfteten, wärmeisolierten Flaschenschrank nach DIN 12925 Teil 2 oder durch Unterbringen der brennbaren Flüssigkeiten in einen feuersicheren Schrank nach DIN 12925 Teil 1 (für Mengen von ca. 60 bis 200 Liter) bzw. in einem ummauerten Chemikalienraum entsprochen werden, der nach TRbF 110 feuerbeständig von angrenzenden Räumen abgetrennt ist (Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102).

zu kennzeichnen. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV 0.7) entsprechen.



Warnzeichen W15 „Warnung vor Gasflaschen“

Der Standort der Druckgasflaschen ist in einen Gebäudeplan einzuzeichnen, der im Brandfall der Feuerwehr übergeben werden kann.

Druckgasflaschen sind gegen Umstürzen zu sichern und vor starker Erwärmung zu schützen. Druckgasflaschen können z. B. durch Ketten, Rohrschellen oder Einstellvorrichtungen (auch fahrbare) gegen Umstürzen gesichert werden. Die Entfernung zu Heizkörpern sollte mindestens 0,5 m betragen

Der Raum muss ausreichend be- und entlüftet werden. Bei der Aufbewahrung von Wasserstoff muss eine ständige Lüftung im Deckenbereich gesichert sein. Eine ausreichende Lüftung ist z. B. durch ein in Kippstellung geöffnetes Oberlicht oder einen explosionsgeschützten Abluftventilator im Oberlicht gegeben.

Die Vorräte an Druckgasen sind nach Art und Menge auf das für den Unterricht erforderliche Maß zu begrenzen. Überschreitet die Menge der Druckgasflaschen die für die Bereitstellung für den

**Lageplan**

**Befestigung**

**Lüftung**

**Vorrat**

**Flaschenschränke**

**Verbote für Druckgasflaschen**

**Prüffrist**

Handgebrauch zulässige Zahl (eine Druckgasflasche pro Gasart), so gelten die Lagerungsbestimmungen der TRG 280 (z. B. Lagerung im Freien).

Für das Aufbewahren (Bereitstellen) von Druckgasflaschen in Flaschenschränken ist eine natürliche Lüftung im Sinne der technischen Regel Druckgase (TRG 280 – Betreiben von Druckgasbehältern –) ausreichend, wenn jeweils eine unmittelbar ins Freie führende Lüftungsöffnung im Boden- und Deckenbereich des Flaschenschrancks mit einem Querschnitt von mindestens 1/100 der Bodenfläche, mindestens jedoch 100 cm<sup>2</sup>, vorhanden ist. Flaschenschränke sind zur Aufbewahrung von Druckgasflaschen besonders geeignet.

## Mängel

Druckgasflaschen mit sehr giftigen, giftigen und krebserzeugenden Gasen (z. B. Chlor, Ammoniak) dürfen in der Schule nicht aufbewahrt werden.

## Rückgabe

Bei Druckgasflaschen ist das Datum der nächst fälligen Prüfung zu beachten. Für die an Schulen üblichen Behälter für Druckgase (Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoffdioxid), die den Behälter nicht stark angreifen können und deren Rauminhalt nicht größer ist als 150 Liter, beträgt die Prüffrist 10 Jahre. Ist das Prüfdatum überschritten und befinden sich die Druckgasflaschen in einem augenscheinlich einwandfreien Zustand, so dürfen sie zum Zwecke der Entleerung weiter betrieben werden.

## Druckminderer und Ventile

Sind Druckgasflaschen mit gefährlichen Gasen nach Ablauf der Prüffrist nicht entleert und sollen sie z. B. zum Füllwerk transportiert werden, ist für den Transport eine Firma zu beauftragen, die eine entsprechende Genehmigung besitzt.

Eine Druckgasflasche, die Mängel (z. B. undichtes Ventil) aufweist, durch die Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden, ist unverzüglich im Freien zu entleeren. Druckgasflaschen dürfen in Schulen nicht umgefüllt werden. Schadensereignisse mit Druckgasbehältern (z. B. Zerknall) sind der zuständigen Behörde (Staatliches Amt für Arbeitsschutz sowie örtlicher Feuerwehr) zu melden.

Druckgasflaschen dürfen zur Rückgabe nur mit Schutzkappe transportiert werden.<sup>13</sup> Druckgasflaschen, deren Prüffrist abgelaufen ist, dürfen nur entleert und mit der Deklaration: „Ungereinigtes leeres Gefäß Klasse 2, Ziffer 14 GGVS, letzter Inhalt: (Druckgassorte angeben)“ transportiert werden.

Alle mit oxidierend wirkenden Gasen (z. B. Sauerstoff) in Berührung kommenden Teile von Druckgasflaschen und ihrer Ausrüstung (Armaturen, Manometern, Dichtungen usw.) müssen frei von Öl, Fett, Glycerin und anderen organischen Substanzen gehalten werden. Sie dürfen auch nicht mit ölhaltigen Putzklappen oder fettigen Fingern berührt werden. Reste von Lösemitteln, die zum

Entfetten verwendet werden, müssen entfernt werden, z. B. durch Abtrocknenlassen oder durch Abblasen mit ölfreier Luft.

Für Sauerstoffgas dürfen nur bauartzugelassene Druckminderer verwendet werden, die blau gekennzeichnet sind und die die Aufschrift „Sauerstoff! Öl- und fettfrei halten“ tragen.

Ventile von Druckgasflaschen für brennbare und brandfördernde Gase sind vorsichtig zu öffnen, um eine Entzündung dieser Gase bzw. Ventilbrände zu vermeiden. Das gilt insbesondere für Wasserstoff.

Druckgasflaschen, deren Ventile defekt sind oder sich nicht mehr von Hand öffnen lassen, sind außer Betrieb zu nehmen, entsprechend zu kennzeichnen und dem Füllbetrieb zuzustellen.

## **Gasanschlussarmaturen**

<sup>13</sup> Für die Rückgabe der Druckgasflaschen gelten die Transportbestimmungen nach der Gefahrgutverordnung Straße (GGVS) bzw. Eisenbahn (GGVE). Druckgasflaschen, die innerhalb der Prüffrist zurückgegeben werden, unterliegen keinen besonderen Beförderungsvorschriften. Der Rücktransport erfolgt wie die Anlieferung.

Bei Ventilen von Druckgasflaschen ist nach Gebrauch ein evtl. noch vorhandener Überdruck abzulassen; sie sind nach dem Entleeren zu schließen. Entleerte Flaschen sollen einen Restüberdruck enthalten, der bis zur Anlieferung an den Füllbetrieb erhalten bleibt. Bei offenem Ventil kann durch Temperatur- oder Luftdruckänderungen unkontrolliert Luft in die Flasche eindringen.

Eine zentrale Gasabsperreinrichtung soll für alle Gasleitungen eines Raumes vorhanden sein. Das Bedienteil muss leicht erreichbar (z. B. am Lehrertisch) und muss gegen unbefugtes Öffnen gesichert sein (z. B. Schlüsselschalter).

Bei Gasversorgungsanlagen müssen Auslaufhähne so gestaltet sein, dass ein unbeabsichtigtes Öffnen verhindert wird und der Betriebszustand erkennbar ist.

An Laborbrennern und ähnlichen Gasverbrauchseinrichtungen dürfen nur DIN-DVGW-geprüfte Schläuche (für Erd- und Flüssiggas) angeschlossen werden (z. B. flexible Schläuche nach DIN 30664 Teil 1 „Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien; ohne Ummantelung und Armierung, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen“). Die Schläuche müssen gegen Abrutschen gesichert werden.

Gasschläuche müssen vor Gebrauch auf sichtbare Mängel geprüft werden. Schläuche mit sichtbaren Mängeln müssen ersetzt werden. Das sind z. B. Knick- und Brandstellen; Aufweitungen an den Schlauchenden sind abzuschneiden.

Das Beheizen von Apparaturen mit Gas und das Betreiben von Laborbrennern und ähnlichen Gasverbrauchseinrichtungen darf nur unter ständiger Aufsicht – bei Dauerversuchen unter entsprechender Kontrolle – erfolgen. Werden die Gasver-

## **Schlauch für Gasbrenner**

## **Kontrolle der Gasverbrauchseinrichtungen**

## **Flüssiggas**

brauchseinrichtungen nicht mehr benötigt, muss die Gasversorgung durch Schließen der Geräteanschlussarmaturen (Gashähne) und der Zwischenabsperreinrichtung der Schülergasversorgung bzw. durch Lösen der Anschlussstecker von den Sicherheitsgasanschlussarmaturen unterbrochen werden.

Die zentrale Absperreinrichtung einer Gasanlage wird nur geöffnet, wenn die Armaturen an den Schülerexperimentiertischen und die Zwischenabsperreinrichtung geschlossen sind. Bevor die Zwischenabsperreinrichtung für die Schülerexperimentiertische geöffnet wird, ist zu prüfen, ob alle Ventile an den Schülertischen geschlossen sind. Erst nach den o. a. Überprüfungen werden die Gashähne geöffnet.

## **Vorrat an Flüssiggas**

Nach Beendigung des Unterrichts sind die Armaturen zu schließen und die Gaszufuhr der gesamten Gasanlage des Raumes zu unterbrechen und gegen unbefugtes Öffnen zu sichern.

## **Überprüfung der Flüssiggasanlage**

Hinsichtlich Aufstellung, Installation und Betrieb von Flüssiggasanlagen gelten die Bestimmungen der UVV „Verwendung von Flüssiggas“ (GUV 9.7).

Druckgasbehälter mit brennbaren Flüssiggasen sind stehend aufzubewahren und für die Entnahme aus der gasförmigen Phase stehend anzuschließen. Sie müssen so aufgestellt werden, dass eine Temperatur von 40 °C nicht überschritten wird und sie gegen mechanische Beschädigungen geschützt sind.

## **Kartuschenbrenner**

Druckgasbehälter mit brennbaren Flüssiggasen dürfen nicht in Räumen unter Erdgleiche aufbewahrt werden. Gleiches gilt auch für Druckgaskartuschen.

Zur Versorgung von Verbrauchseinrichtungen darf pro Unterrichtsraum ein Druckgasbehälter bis zu einem zulässigen Füllgewicht von 14 kg aufgestellt sein. Die Flüssiggasflasche ist in einem verschließbaren Schrank aufzustellen, der den Luftaustausch mit der Raumluft erlaubt, z. B. durch unversperzbare Öffnungen in Bodennähe.

## **Verwendung von Kartuschenbrennern**

Ortsfeste Flüssiggasanlagen müssen mindestens alle vier Jahre durch einen Sachkundigen auf Dichtheit, ordnungsgemäße Beschaffenheit, Funktion und Aufstellung geprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung ist durch eine Prüfbescheinigung nachzuweisen. Sachkundiger ist in der Regel der örtliche Gasinstallateur.

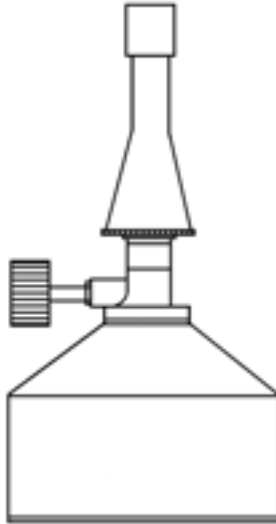
Laborbrenner sollen grundsätzlich nur an Gasanlagen betrieben werden. Der Betrieb von Laborbrennern muss durch die Lehrkraft ständig kontrolliert werden können, sodass sie im Gefahr- bzw. Brandfall jederzeit eingreifen und alle Brenner über eine zentrale Absperreinrichtung gleichzeitig abstellen kann. Dies ist z. B. bei Kartuschenbrennern (für Propan- und Butangas) nicht möglich. Daher ist die Verwendung von Kartuschenbrennern bei Schüler-

übungen nicht zulässig, wenn Experimente mit brennbaren Materialien durchgeführt werden. Gleiches gilt auch für Benzin- und Spiritusbrenner.

Müssen im Einzelfall Flüssiggasanlagen mit Einwegbehältern verwendet werden, dann sind folgende Maßnahmen zu beachten:

- Die Anlagen müssen so beschaffen sein, dass der Einwegbehälter nicht unbeabsichtigt abgetrennt werden kann.
- Die Dichtheit des Anschlusses darf nicht durch das Gewicht des Einwegbehälters beeinträchtigt werden und gasführende Teile des Anschlusses dürfen nicht für die Befestigung des Einwegbehälters verwendet werden.
- Einwegbehälter müssen so eingesetzt werden, dass die angebrachten Sicherheitshinweise noch im eingesetzten Zustand lesbar sind.
- Schülerinnen und Schüler dürfen nur mit Einwegbehältern arbeiten, bei denen ein eigenes Entnahmeventil eingesetzt ist. Einwegbehälter, die angestochen werden müssen und bei denen nach Entfernen des Entnahmeventils ungehindert Gas ausströmen kann, dürfen ihnen nicht ausgehändigt werden. Bei Verbrauchseinrichtungen, die aus Einwegbehältern gespeist werden, dürfen nur Lehrkräfte die Einwegbehälter austauschen.
- Flüssiggasanlagen mit Einwegbehältern müssen so betrieben werden, dass die Einwegbehälter nicht unzulässig erwärmt werden.
- Brenner mit Einwegbehältern dürfen nicht gekippt oder geschüttelt werden, da sonst Flüssigkeit aus der Düse ausströmen kann (Brandfackel!).
- Druckgasbehälter mit brennbaren Flüssiggasen sind stehend aufzubewahren und ebenso für die Entnahme der gasförmigen Phase stehend anzuschließen. Sie müssen so aufgestellt werden, dass die Temperatur von 40 °C nicht überschritten wird und dass sie gegen mechanische Beschädigungen geschützt sowie gegen Umstürzen gesichert sind.
- Verschmutzte Brenner dürfen nur von den Lehrkräften gereinigt werden.
- Die Kartuschenbrenner müssen nach jeder Benutzung von der Lehrkraft auf geschlossene Ventile und äußerlich erkennbare Mängel geprüft werden.
- Werden mehrere Brenner mit Wechselbehältern bereitgehalten, so sind diese an Orten aufzubewahren, die im Brandfalle ein Schadenfeuer verhindern. Ein solcher Ort ist z. B. der Sicherheitsschrank nach DIN 12 925 Teil 1 oder der Lagerraum für brennbare Flüssigkeiten. Werden Kartuschenbrenner in Schränken aufbewahrt, müssen diese Öffnungen in Bodennähe haben.

## Kartuschenbrenner mit Sicherheitsventil



Kartuschenbrenner<sup>14</sup> mit Flüssiggaspatrone mit eingebautem Entnahmeventil. Bei Entfernen des Brennerkopfes kann kein Gas ausströmen, da sich das Entnahmeventil selbständig schließt.

- Kartuschenbrenner mit einem Rauminhalt der Druckgaskartusche von nicht mehr als 1 Liter dürfen in Räumen unter Erdgleiche benutzt werden, wenn sie nach Gebrauch in Räumen über Erdgleiche aufbewahrt werden.

---

<sup>14</sup> Abb. mit freundlicher Genehmigung der Carl Friedrich Usbeck KG, Industriestraße

## **II Umgang mit biologischem Material**

### **1 Allgemeine Hinweise**

Eine Aufgabe des Biologieunterrichts besteht darin, den Schülerinnen und Schülern unmittelbare Begegnungen und Umgang mit Lebewesen zu ermöglichen. Dieses kann z. B. durch Exkursionen, durch Sammeln und Ordnen von Einzelobjekten, durch Experimente oder durch Pflanzen- und Tierhaltung in der Schule geschehen.

Von Naturobjekten können jedoch auch Gefahren ausgehen wie

- Übertragung von Krankheitserregern,
- Auslösung von Allergien,
- Vergiftungen durch Pflanzen, Pilze und Tiere oder Teilen davon.

Daher müssen Lehrerinnen und Lehrer angemessene Sicherheitsvorkehrungen treffen. Dies enthebt jedoch die Schülerinnen und Schüler nicht von der Verpflichtung einer persönlichen Gesundheitsvorsorge.

Eine weitere Aufgabe des Biologieunterrichts besteht in einer verantwortungsbewussten Umwelt- und Naturschutzerziehung. Dazu gehört es, beim Umgang mit Tieren und Pflanzen die gesetzlichen Bestimmungen zu befolgen (vgl. II Ziff. 5 „Gesetzliche Grundlagen“).

Neben den nachfolgenden Regelungen sind bei experimentellen Arbeiten in der Biologie auch die Hinweise unter V Ziff. 7.1 zu beachten.

### **2 Umgang mit Lebewesen in der Schule**

Bei der Tierhaltung ist eine angemessene Nahrung und Pflege sowie verhaltensgerechte Unterbringung zu gewährleisten. Eine langfristige Haltung sollte nicht in den Unterrichtsräumen erfolgen. Zur sachgerechten Tierhaltung gehört, dass Käfige, Aquarien und Terrarien regelmäßig überwacht und gereinigt werden.

Bei der Einrichtung von Terrarien und Aquarien ist die Elektroinstallation von einem Fachmann durchführen zu lassen. Dies gilt nicht für die bestimmungsgemäße Benutzung von elektrischen Geräten, die nach VDE geprüft sind, wie z. B. Pumpen, Heizungen und Lampen als Zubehör zu Käfigen, Aquarien und Terrarien.

Werden Schülerinnen oder Schüler an der Einrichtung oder Pflege von Käfigen, Aquarien oder Terrarien oder an Versuchen mit den gehaltenen Tieren beteiligt, so sind sie vorher auf den richtigen Umgang mit den Tieren (z. B. richtiges Anfassen, Einfangen usw.) sowie die damit verbundenen Gefahren (vgl. auch: Ziff. 3.1) hinzuweisen.

Für die Sektion von Wirbeltieren (z. B. Fischen) oder Teilen von Wirbeltieren (z. B. Rinderaugen) dürfen nur solche Objekte verwendet werden, die im Lebensmittelhandel angeboten oder vom Schlachthof bezogen werden können.

Generell sind beim Umgang mit Lebewesen die Grundregeln der Hygiene einzuhalten. So sind z. B. nach Kontakt mit Lebewesen oder (Tier-)Präparaten, Gewöllen und vor allem nach der Untersuchung von giftigen Pilzen oder Pflanzen die Hände und sonstige Kontaktstellen gründlich zu waschen.



Die gesetzlichen Bestimmungen des Natur- und Artenschutzes sind bei der Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts einzuhalten.

### **3 Gesundheitsgefährdungen**

#### **3.1 Allergien**

Beim Kontakt mit biologischen Materialien können im Einzelfall allergische Reaktionen ausgelöst werden.

Die Lehrerin oder der Lehrer muss die Schülerinnen und Schüler auf diese Gefährdungen hinweisen und sie auffordern, bereits bekannte Allergien mitzuteilen, um darauf Rücksicht nehmen zu können.

Die Haltung von Bienen auf dem Schulgelände ist u. a. wegen möglicher allergischer Reaktionen auf Insektenstiche nicht zulässig.

#### **3.2 Giftigkeit**

Pflanzen und Pilze oder Teile davon dürfen nicht gegessen werden, es sei denn, diese Teile sind ausdrücklich als essbar bekannt. Darüber hinaus ist eine mögliche Kontamination von Pflanzen mit Bioziden oder Krankheitserregern zu beachten. Entsprechende Informationen sind z. B. Bestimmungsbüchern, Lexika oder den Tabellen zur Biologie im Anhang 8 zu entnehmen.

Giftige und gefährliche Tiere dürfen in Schulen nicht gehalten und auch nicht zu Demonstrations- und Beobachtungszwecken verwendet werden. Dies betrifft vor allem Schlangen und andere Reptilien sowie Amphibien.

#### **3.3 Krankheitserreger**

Tiere, die in den Unterricht einbezogen werden, sollen nicht Träger von Krankheitserregern sein, die auf den Menschen übertragen werden können.

Kleinsäuger und Vögel, die in der Schule gehalten werden, müssen aus hygienisch einwandfreien Beständen stammen; Wildfänge solcher Tiere dürfen nicht in die Schule gebracht werden.

Wegen der Gefahr der Übertragung der Ornithose (Psittakose) auf Menschen muss vor der Haltung von Sittichen und Papageien die Befallsfreiheit durch einen Amtstierarzt nachgewiesen worden sein.

Werden gehaltene Tiere krank oder lösen sie allergische Reaktionen bei Schülerinnen oder Schülern aus, so sind die Tiere aus der Schule zu entfernen. Ggf. muss der Raum gründlich gereinigt werden.

#### **3.4 Experimente zur Menschenkunde**

Experimente zur Menschenkunde, in die Schülerinnen und Schüler einbezogen werden, dürfen nur durchgeführt werden, wenn eine Schädigung des Organismus ausgeschlossen ist und die hygienischen Erfordernisse gewährleistet sind.

Experimente mit menschlichem Blut sowie Experimente mit ionisierenden Strahlen an Schülerinnen und Schülern sind nicht erlaubt. Blutgruppenbestimmungen sind mit getestetem menschlichen Blut als Demonstrationsexperimente zulässig. Die dazu

erforderlichen Blutproben und Testseren dürfen nur von behördlich beaufsichtigten Institutionen bezogen werden. Bei diesen Untersuchungen müssen Einmalhandschuhe und Kittel getragen werden. Es dürfen nur geeignete Pipetten und sonstiges Labormaterial benutzt werden. Eine sachgerechte Entsorgung ist sicherzustellen. Die Arbeitstische müssen nach den Arbeiten desinfiziert werden. Dies gilt auch für die Hände, bei denen die Desinfektion vor dem Händewaschen vorgenommen werden muss.

Elektrophysiologische Ableitungen beim Menschen (z. B. EKG) sind erlaubt, sofern sie mit batteriebetriebenen Geräten durchgeführt werden, die mit Kleinspannung bis 25 V arbeiten.

Abstriche der Mundschleimhaut dürfen nur mit sauberen, stumpfen Gegenständen (z. B. Einwegholzspatel, Einwegabstrichtupfer) angefertigt werden. Aus hygienischen Gründen sollen Schülerinnen und Schüler solche Abstriche nur bei sich selbst vornehmen.

Geschmacksproben von Gefahrstoffen und deren Einwirkungen auf die Haut sind verboten. Das gilt auch für die sog. „Schmeckertests“ mit Phenylthioharnstoff.

Eine Überreizung der Sinnesorgane bei sinnesphysiologischen Experimenten und beim Mikroskopieren ist zu vermeiden.

Bei Verwendung von Mundstücken sind nur Einmal-Mundstücke bzw. sterilisierte Glasrohre zu verwenden.

### **3.5 Umgang mit Tierpräparaten**

Für den Umgang mit Tierpräparaten (Stopfpräparate) am schulischen Lernort ist zu beachten:

- Bei der Demonstration ist dafür Sorge zu tragen, dass zum einen jeglicher Kontakt mit dem Präparat selbst und zum anderen eine vom Präparat ausgehende Freisetzung von Stäuben unterbleibt. Dies kann durch eine Verpackung in staubdichten transparenten Behältnissen gewährleistet werden.
- Werden Tierpräparate ohne oben angegebene Verpackung in staubdicht geschlossenen Vitrinen bzw. Schränken aufbewahrt, so dürfen sie zu Demonstrationszwecken nicht entnommen werden.
- Es ist stets dafür Sorge zu tragen, dass Tierpräparate in Schulen an sicherer Stelle aufbewahrt oder, falls erforderlich, ordnungsgemäß entsorgt werden.

Diese Regelungen gelten nicht für diejenigen Stopfpräparate, bei denen nachgewiesen ist, dass von ihnen keine gesundheitlichen Gefährdungen im Sinne der geltenden Rechtsvorschriften ausgehen können (z. B. entsprechender Herstellernachweis).

Außerschulische Lernangebote innerhalb und außerhalb der Schule können für Unterrichtszwecke genutzt werden, wenn die aufsichtsführende Lehrkraft sicherstellen kann, dass dabei die oben genannten Regelungen für den Gesundheitsschutz von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrerinnen und Lehrern eingehalten werden.

## **4 Mikrobiologisches Arbeiten – Umgang mit Bakterien und Pilzkulturen**

### **4.1 Arbeitsplatz**

Vor und nach jedem Experiment sind die Hände gründlich mit handelsüblichen und geprüften Mitteln zu desinfizieren und dann mit Seife (d. h. Seife aus einem Seifenspende) gründlich zu waschen. Ggf. ist danach Hautschutzcreme zu benutzen.

An jedem Arbeitsplatz müssen Einweghandtücher, Einmalschutzhandschuhe sowie Schutzbrillen in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen.

Die Arbeitsfläche ist vor Versuchsbeginn unter Verwendung von Zellstofftüchern o. Ä. mit Desinfektionsmitteln zu reinigen. Diese Desinfektionsmittel sollen frei von brennbaren und entzündlichen Stoffen sein. Während der Experimente müssen Desinfektionsmittel durch das Lehrpersonal bereitgehalten werden.

Zur Entsorgung gebrauchter Pipetten muss ein mit Desinfektionsmittel gefülltes Gefäß, z. B. ein Standzylinder oder 5-l-Eimer, am Arbeitsplatz zur Verfügung stehen. Reagenzgläser und Impfgelände sind in standfesten Behältern am Arbeitsplatz aufzubewahren.

### **4.2 Arbeitsgeräte und -materialien**

Flüssigkeiten und Nährmedien sowie sämtliche Geräte, die mit sterilen Nährmedien oder Kulturflüssigkeit in Berührung kommen, müssen vor Gebrauch sterilisiert werden.

Als Pipettierhilfen sind nur Kolbenpipettierhilfen zu verwenden. Das Pipettieren mit dem Mund ist verboten.

Zur Anzucht von Bakterien- oder Pilzkulturen sind soweit möglich Einwegpetrischalen zu verwenden, die nach Gebrauch in autoklavierbaren Beuteln gesammelt werden.

Bakterien- und Pilzkulturen sind vor Bebrütung dicht zu verschließen, z. B. durch Abkleben mit dicht schließenden Klebefolien. Solche Anreicherungskulturen dürfen nicht eintrocknen und sind nach Gebrauch umgehend wie im Abschnitt „Entsorgung gebrauchter Kulturen“ beschrieben zu vernichten.

Für das offene Arbeiten mit Bakterien- und Pilzkulturen sind nur definierte, nicht humanpathogene Stämme (Reinkulturen) zu verwenden.

Zum Mikroskopieren von Bakterien- oder Pilzkulturen in geschlossenen Gefäßen eignen sich im Fachhandel erhältliche Petrislides. Das sind kleine, sicher verschließbare Kunststoffkammern, in denen Mikroorganismen kultiviert werden. Gebrauchte Petrislides sind wie Einwegpetrischalen zu entsorgen (vgl. Abschnitt „Entsorgung gebrauchter Kulturen“).

### **4.3 Entsorgung gebrauchter Kulturen**

Benutzte Einwegpetrischalen und Petrislides werden in verschlossenen, autoklavierbaren Beuteln im Autoklaven oder Dampfdrucktopf sterilisiert. Die verschlossenen Beutel werden nach dem Autoklavieren in den Hausmüll gegeben. Falls Petrischalen aus Glas benutzt werden, sind diese zweimal zu sterilisieren.

Da bei allen mikrobiologischen Arbeiten grundsätzlich eine Kontamination mit pathogenen Keimen nicht auszuschließen ist, müssen alle Gegenstände und Gefäße (auch Einwegartikel) mit den darin enthaltenen Nährmedien und Kulturen sterilisiert werden. Flüssigkulturen sind nach dem Sterilisieren in die Kanalisation zu geben.

#### **4.4 Schulgeeignete Mikroorganismen**

Für mikrobiologische und genetische Versuche sind nur Kulturen von nicht humanpathogenen Phagen, Bakterien oder Pilzen einzusetzen, die z. B. von Hygieneinstituten oder mikrobiologischen Instituten bezogen wurden. Die Lieferanten müssen die Unbedenklichkeit ihrer Lieferungen bescheinigen. Das Anlegen von Dauerkulturen ist nicht gestattet, d.h. nach Abschluss der jeweiligen Unterrichtsreihe sind alle Stämme und Kulturen sachgerecht zu entsorgen (vgl. Abschnitt „Entsorgung gebrauchter Kulturen“). Beispiele typischer nicht humanpathogener Stämme von Bakterien- und Pilzarten sind der Tabelle 3 im Anhang 8 zu entnehmen.

Bakterien- und Pilzkulturen mit unbekanntem Material zur Demonstration von Vorkommen und Wachstum von Bakterien und Pilzen, z. B. Untersuchung von Luft-, Boden- und Wasserproben, sind vor der Bebrütung durch Abkleben mit Klebefolien dicht zu verschließen. Sie dürfen nicht eintrocknen und sind nach Gebrauch zu vernichten (vgl. Abschnitt „Entsorgung gebrauchter Kulturen“).

Nicht gestattet sind alle Versuche, bei denen auf Grund der Herkunft des biologischen Materials mit pathogenen Mikroorganismen zu rechnen ist. Solche Versuche sind z. B. Abklatschversuche von Türgriffen an Schultoiletten, Tierkadavern, von fäkalienhaltigem Material oder aus dem Intimbereich. Abwasserproben aus Kläranlagen dürfen im Unterricht nur von Lehrerinnen und Lehrern zur Demonstration gehandhabt werden.

Beim Arbeiten mit Heuaufgüssen ist Folgendes zu beachten:

- Der Aufguss darf nur mit kaltem oder handwarmen Wasser angesetzt werden. Um die Vermehrung thermoresistenter pathogener Bakterien zu verhindern, darf er nicht mit heißem Wasser durchgeführt werden.
- Bei der Anlage von Bakterien- oder Pilzkulturen aus dem Heuaufguss sind die Petrischalen vor dem Bebrüten mit Klebefolie zu verschließen, und die Platten dürfen nicht mehr geöffnet werden.

Experimente mit Bakterien oder Hefen aus der Nahrungsmittelproduktion sind zur Veranschaulichung und Demonstration biotechnologischer Prozesse zugelassen.

Für die Zucht von Schimmelpilzkulturen sind nur Kohlenhydrat-Nährsubstrate zu verwenden, da bei eiweiß- und fetthaltigen Nährsubstraten die Gefahr der Aflatoxinbildung besteht.

Genetische Manipulationen, die in den Geltungsbereich des Gentechnikgesetzes fallen, sind an allgemein bildenden Schulen nicht erlaubt.

Nicht unter das Gentechnikgesetz fallen parasexuelle Vorgänge, die im Labor nachvollzogen werden können, z. B. Konjugationen, Transduktionen oder Phagenkreuzungen, sofern die verwendeten Organismen keine gentechnisch veränderte (rekombinierte) DNA enthalten.

Für Experimente zur Transduktion und Transfektion sind ausschließlich käufliche Phagen zu verwenden. Ihre Unbedenklichkeit ist vom Lieferanten zu bestätigen (s. o.).

Der Einsatz von Antibiotika und das Arbeiten mit antibiotikaresistenten Mutanten sind in der Schule nicht erlaubt. Zulässig ist das Arbeiten mit den Sicherheitsplasmiden pBR 322 und seinen Derivaten, z. B. pUC 18 von E. coli K12, sofern darin nur die Resistenzgene gegen Ampicillin oder Tetracycline enthalten sind. Eine Lagerung solcher Stämme ist nicht zulässig. In vielen Fällen sind Universitäten bereit, solche Stämme bereitzustellen. Die Durchführung schulischer Experimente in diesem Bereich setzt eine Einführung der verantwortlichen Lehrkraft in das Arbeiten und die Arbeitstechniken durch geeignete Institutionen (Universitäten, Hersteller von Kits etc.) voraus.

Bei Experimenten zur Mutagenese sind die einschlägigen Vorschriften der Gefahrstoffverordnung zu beachten. Bei Verwendung von UV-Licht als mutagenes Agens sind Schutzbrillen oder Gesichtsschilde aus Plexiglas zu tragen.

## 5 Gesetzliche Grundlagen

Wichtige, für den Biologieunterricht relevante rechtliche Vorgaben finden sich u. a. in folgenden Gesetzen bzw. Verordnungen in der jeweils aktuellen Fassung:

- Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten beim Menschen (Bundesseuchengesetz, BundesSeuchenG)
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz, BNatSchG)
- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung, GefStoffV)
- Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz, GenTG)
- Gentechniksicherheitsverordnung (GenTSV)
- Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz NRW, LG)
- Tierschutzgesetz (TierSchG)
- Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung, BArtSchV)

## 6 Unterweisung

Schülerinnen und Schüler müssen mit den Regeln zum sicheren Experimentieren vertraut gemacht und zu sachgerechtem und sicherem Arbeiten angehalten werden (siehe Hinweise im Kapitel V „Zusätzliche Sicherheitsregeln“).

Darüber hinaus muss einmal pro Jahr eine Unterweisung der Schülerinnen und Schüler über Sicherheitsmaßnahmen und das Verhalten in den Fachräumen durch die Lehrerin oder den Lehrer erfolgen und im Klassenbuch bzw. im Kursheft ausgewiesen werden.

Die Unterweisung beinhaltet auch Informationen über Maßnahmen und Hinweise auf Einrichtungen zur ersten Hilfe sowie über das Verhalten im Gefahrenfall.

### III Experimentieren mit elektrischer Energie

#### 1 Wirkungen des elektrischen Stroms

Die Gefahr beim Umgang mit elektrischer Energie wird häufig verkannt. Dabei wird insbesondere unsere haushaltsübliche 230 V effektive Wechselspannung eher als harmlos angesehen. Dennoch ist gerade sie Verursacher für das meist tödlich verlaufende Herzkammerflimmern. Das Herzkammerflimmern bewirkt, dass die koordinierte Kontraktion des Herzmuskels unterbleibt, was durch Erliegen der Blutzirkulation innerhalb weniger Minuten zum Tode führt.

Der Schwellenwert für Herzkammerflimmern wird in der Literatur bezogen auf technischen Wechselstrom mit der Frequenz von 50 bis 60 Hz, für den Stromweg Hand-Rumpf-Füße und eine Einwirkungsdauer von etwa einer Sekunde mit 80 mA angegeben. Die Wahrscheinlichkeit, dass Herzkammerflimmern und damit ein tödlicher Elektrounfall auftritt, beträgt bei einer Einwirkungsdauer von ca. zwei Sekunden ab 80 mA mehr als 50%.

Der menschliche Körper hat nach Hautdurchbruch bei einem Stromweg Hand-Rumpf-Fuß (Körperlängsdurchströmung) einen Widerstand etwa 1000  $\Omega$ . Daraus resultiert bei Berührung spannungsführender Teile bei technischer Wechselspannung (230 V bzw. 400 V) ein Körperstrom von 230 mA bzw. 400 mA. Auch bei sehr kurzen Einwirkungszeiten kommt man damit in den Bereich des Herzkammerflimmerns. Der Schutz des Hautwiderstandes ist bei solchen Spannungen i. d. R. gering.

Wegen dieser häufig verkannten Lebensgefahr außerhalb des Hochspannungsbereiches sind Schutzmaßnahmen zur Vermeidung gefährlicher Körperdurchströmungen besonders sorgfältig zu treffen.

Die Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (GUV 2.10) macht die notwendigen Schutzmaßnahmen verbindlich, die in den VDE-Bestimmungen niedergelegt sind. Schulrelevante VDE-Bestimmungen werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

#### 2 Technische Schutzmaßnahmen im Unterricht

Experimentierstände in Unterrichtsräumen müssen entsprechend DIN VDE 0100 Teil 723 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Unterrichtsräume mit Experimentierständen“ so eingerichtet werden, dass von der elektrischen Anlage ausgehende Gefahren für den Experimentierenden weitgehend vermieden werden. Daher soll, soweit der beabsichtigte Zweck es zulässt, in Experimentierständen nur „**Schutzkleinspannung**“ oder „**Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung**“ nach Ziffer 2.2 verwendet werden.

Werden dagegen Spannungen benutzt, die **sowohl einen Schutz gegen direktes Berühren als auch bei indirektem Berühren** (siehe Ziffer 2.2–2.4) erfordern, so ist

- in TN- oder TT-Netzen (dies entspricht der heute üblichen Hausinstallation) oder bei Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung eine Fehlerstromschutzeinrichtung erforderlich, die bei einem Fehlerstrom von  $\geq 30$  mA auslöst, sowie
- ein zentraler Energieschalter mit Not-Ausschaltung am Lehrerexperimentiertisch und an den Ausgängen (entsprechend DIN VDE 0100 Teil 723), durch deren

Betätigung sämtliche Stromkreise an allen Experimentierständen des betreffenden Raumes im Gefahrenfall getrennt werden können.

- Im Handbereich um den Experimentierstand befindliche fremde leitfähige Teile sind zu isolieren oder abzudecken oder zu umhüllen oder über Potenzialausgleichsleiter miteinander und mit dem Schutzleiter (PE) zu verbinden.
- Darüber hinaus sind organisatorische Maßnahmen im Unterricht zu ergreifen, die unter Ziffer 3 beschrieben werden.

Unter Experimentierständen versteht man in diesem Zusammenhang Plätze zum Vorführen und Üben, die in Unterrichtsräumen zum Experimentieren mit elektrischen Betriebsmitteln (Geräten u. dgl.) oder elektrischen Einrichtungen dienen.

## 2.1 Berührungsgefahr

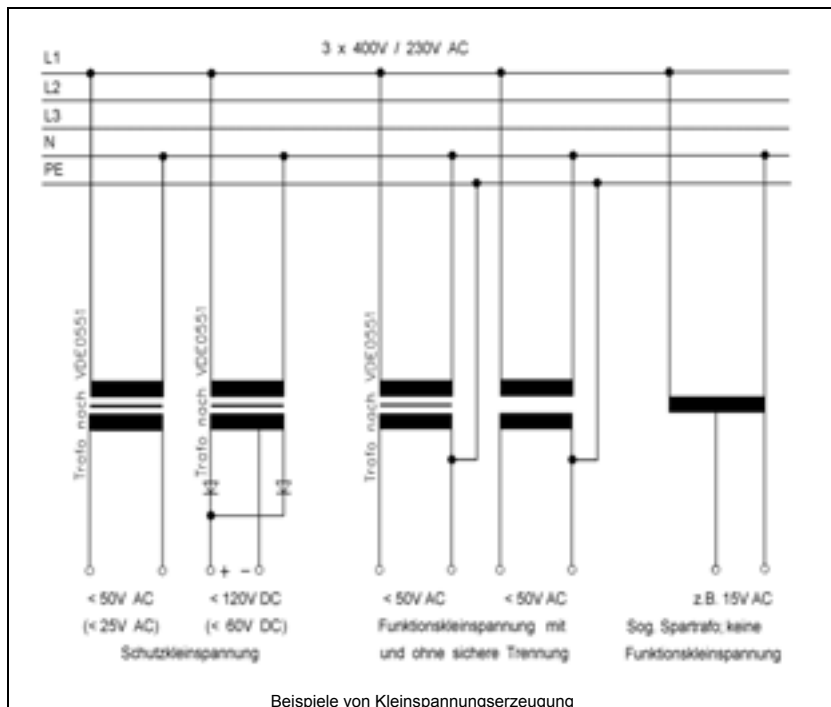
Im Sinne von DIN VDE 0105 Teil 12 „Betrieb von Starkstromanlagen – Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen“ gilt eine Spannung als nicht berührungsgefährlich, wenn

- sie gemessen mit einem Spannungsmesser mit einem Innenwiderstand von nicht weniger als 50 k $\Omega$ , 25 V Wechselspannung eff. oder 60 V Gleichspannung unterschreitet, oder
- bei höheren Spannungen der durch sie hervorgerufene Strom durch einen induktionsfreien Widerstand von 2 k $\Omega$  nicht größer ist als 3 mA Wechselstrom eff. oder 12 mA Gleichstrom oder
- bei Spannungen mit einem Scheitelwert über 15 kV die Energie nicht größer ist als 350 mJ.

## 2.2 Schutz durch Schutzkleinspannung/Funktionskleinspannung

Der **Schutz durch Schutzkleinspannung** ist im Wesentlichen vorgesehen für Umgebungsbedingungen, bei denen eine besonders hohe Gefährdung auftreten kann, sowie für Anwendungsfälle, bei denen aus funktionellen Gründen ein Schutz gegen direktes Berühren nicht möglich ist, aber trotzdem ein Höchstmaß an Sicherheit gewährleistet sein soll. Dies ist bei Lehr- und Lernmitteln sowie Spielzeug sehr häufig der Fall. Die Schutzkleinspannung darf eine Nennspannung von 50 V Wechselspannung eff. oder 120 V Gleichspannung nicht überschreiten. Wenn die Nennspannung 25 V Wechselspannung oder 60 V Gleichspannung überschreitet, muss zusätzlich ein Schutz gegen direktes Berühren (Ziffer 2.3) sichergestellt werden. Solange diese Werte (25 V AC, 60 V DC) unterschritten werden, ist das Berühren von aktiven Teilen (unter Spannung stehenden Teilen) erlaubt. Es sind dann keine weiteren Schutzmaßnahmen erforderlich.

Zur Erzeugung von Schutzkleinspannung sind nur Sicherheitstransformatoren nach VDE 0551 oder Spannungsquellen, die den gleichen Sicherheitsgrad gewährleisten (z. B. Motorgeneratoren, Akkumulatoren), zulässig. Solche Transformatoren trennen die Schutzkleinspannung von der berührungsgefährlichen Niederspannung durch eine doppelte Isolierung. Dies geschieht z. B. mittels einer Zwei-Kammer-Wicklung. Die aktiven Teile des Schutzkleinspannungs-Stromkreises dürfen weder mit Erde noch mit aktiven Teilen anderer Stromkreise verbunden werden. Schutzkleinspannungs-Stromkreise dürfen untereinander nur dann verbunden werden, wenn dadurch die oben genannten Spannungsgrenzen nicht überschritten werden.



Werden ein Schutzkleinspannungs-Stromkreis selbst oder die Körper der elektrischen Geräte aus Funktionsgründen geerdet (z. B. durch Messoszilloskop), so handelt es sich um die Schutzmaßnahme „**Schutz durch Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung**“. Diese wird in DIN VDE 0100 Teil 723 für Experimentierstände der Schutzkleinspannung gleichgestellt. Bei Kleinspannungen mit sicherer Trennung ist der Schutz gegen direktes Berühren mit den unter Ziffer 2.6 beschriebenen Experimentierkabeln zu erreichen.

Wird ein Kleinspannungsstromkreis mit elektrischen Geräten ausgestattet, die zwar eine Netztrennung bewirken, jedoch die Anforderungen an eine sichere Trennung nicht erfüllen (z. B. Transformator mit getrennten Wicklungen, aber ohne doppelte Isolierung usw.), so handelt es sich um eine „**Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung**“. Solche Stromkreise müssen grundsätzlich gegen direktes Berühren geschützt werden, da von ihnen eine potenzielle Gefahr ausgeht.

Bei einer Kleinspannung, die aus einer höheren Spannung über Einrichtungen wie Spartransformator, Potentiometer, Halbleiterbauelemente oder dergleichen erzeugt wird (also ohne galvanische Trennung), handelt es sich nicht um eine Funktionskleinspannung. Der Sekundärstromkreis gilt dann als Teil des Primärstromkreises, und es sind in jedem Fall die Schutzmaßnahmen gegen direktes und bei indirektem Berühren anzuwenden, die für die höhere Spannung erforderlich sind. Grundsätzlich sind solche Spannungen berührunggefährlich.



### 2.3 Schutz gegen direktes Berühren

Direktes Berühren ist das Berühren eines aktiven (spannungsführenden) Teils einer Anlage oder eines elektrischen Gerätes.

Der Schutz gegen direktes Berühren verhindert gefährliche Körperströme durch die Vermeidung einer direkten Berührung. Dies wird dadurch sichergestellt, dass aktive (spannungsführende) Teile elektrischer Anlagen und Betriebsmittel entweder in ihrem ganzen Verlauf isoliert werden oder durch Abdeckung und Umhüllung vollständig gegen Berühren geschützt sind.

Der Schutz gegen direktes Berühren ist als Basisschutz immer dann erforderlich, wenn Spannungen berührunggefährlich sind oder nicht durch eine sichere Trennung von berührunggefährlichen Spannungen isoliert sind.

### 2.4 Schutz bei indirektem Berühren

Indirektes Berühren ist das Berühren von Körpern elektrischer Betriebsmittel, die normalerweise nicht unter Spannung stehen, die jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen können. Das Ziel, bei Auftreten eines einzelnen Fehlers keine Gefahr für Personen entstehen zu lassen, kann durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden. Für das Experimentieren in Unterrichtsräumen sind die folgenden Maßnahmen zugelassen:

#### – Schutzisolierung

Der Schutz erfolgt durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II, die durch das Symbol



gekennzeichnet sind. Solche elektrischen Betriebsmittel haben keine berührbaren leitfähigen Teile. Leitfähige Teile innerhalb der Umhüllung dürfen nicht an einen Schutzleiter angeschlossen werden. Der Erfolg der Schutzmaßnahme hängt dadurch nicht mehr von der Netzinstallation ab.

#### – Schutztrennung

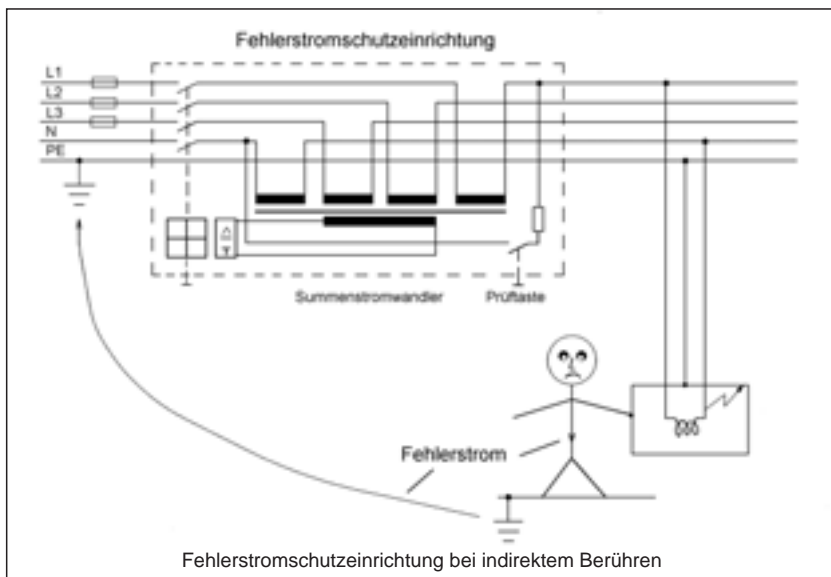
Durch Schutztrennung eines einzelnen Stromkreises werden Gefahren beim Berühren von Körpern vermieden, die durch einen Fehler in der Basisisolierung des Stromkreises Spannung annehmen können. Die Schutzmaßnahme dient lediglich dem Schutz im Falle eines Isolationsfehlers. Daher ist beim Experimentieren unter Verwendung der Schutzmaßnahme der **Schutztrennung** in jedem Fall der **Schutz gegen direktes Berühren** sicher zu stellen. Zur Versorgung muss ein Trenntransformator nach DIN VDE 0550 oder DIN VDE 0551 verwendet werden. In der Regel darf dort nur ein elektrisches Gerät angeschlossen werden. Weder der Körper des Gerätes, noch aktive Teile des Stromkreises dürfen an den Schutzleiter angeschlossen werden.

#### – FI-Schutzschaltung

Die Fehlerstromschutzschaltung ist eine Schutzmaßnahme zum Schutz vor gefährlichen Körperströmen durch ein – im Falle eines Isolationsfehlers – unter Spannung stehendes leitfähiges Gerätegehäuse. Dabei wird der Strom i. d. R. über den am Gehäuse befestigten Schutzleiter abgeführt. Dies führt zur Abschaltung der gefährlichen Spannung. Bei defektem Schutzleiter kann der Strom bei Berührung des defekten elektrischen Gerätes auch über den menschlichen

Körper abfließen. Ein Körperstrom, der von einer Phase zu einer weiteren Phase oder zum N-Leiter fließt, kann prinzipbedingt nicht von einem FI-Schutzschalter erfasst werden.

Fehlerstromschutzeinrichtungen messen den Summenstrom in allen Leitungen bis auf den Schutzleiter. Solange die Summe Null oder kleiner als der angegebene Nennwert ist, löst er nicht aus. Fließt aber ein Fehlerstrom, so wird dieser spätestens bei Erreichen des Nennwertes innerhalb vorgegebener Zeit abgeschaltet. In Bereichen besonderer Art (z. B. Bad, Experimentierstände) sind FI-Schutzschalter mit einem Nennauslösestrom von 30 mA vorgeschrieben. Auch die FI-Schutzschaltung entbindet nicht von der Einhaltung des Schutzes gegen direktes Berühren.



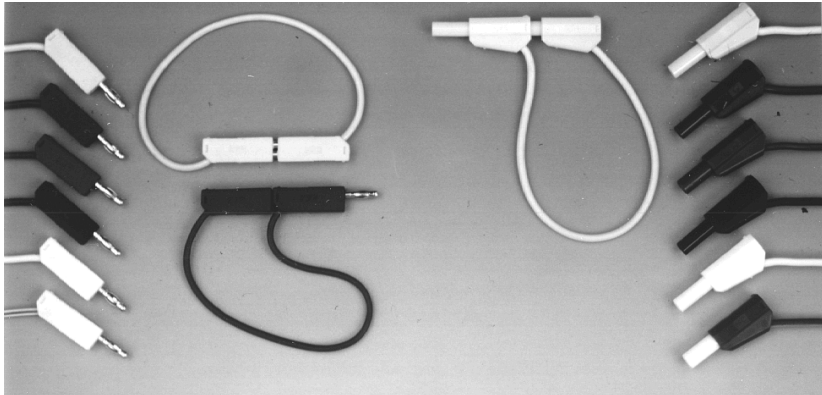
## 2.5 Steckerverbindungen und Kabel

Besondere Bedeutung hinsichtlich des Berührungsschutzes beim Experimentieren haben Bananensteckerverbindungen. Auch bei Bananensteckerverbindungen ist sicherzustellen, dass Unfälle durch direktes Berühren vermieden werden. So müssen vorhandene Bananenstecker bei Anwendung berührungsgefährlicher Spannungen so beschaffen sein, dass im Versuchsaufbau zufälliges Berühren aktiver Teile nicht möglich ist. Im Rahmen von Schülerübungen sollen Bananensteckerverbindungen mit Quereinsteckmöglichkeit grundsätzlich nicht mehr verwendet werden.



Bananensteckerverbindung mit Quereinsteckmöglichkeit **ohne Schutz** gegen direktes Berühren

I. d. R. sind bei Altanlagen zumindest Experimentierkabel mit Steckern mit voll isolierter axialer Buchse zu verwenden. Besteht Berührungsgefahr im Sinne von Ziff. 2.1, wird empfohlen das Experimentierkabel (Bild rechts) zu verwenden, dessen Stecker axiale Sicherheitsbuchsen an beiden Enden aufweisen.



linke Bildhälfte:

Experimentierkabel mit  
Bananensteckern mit voll  
isolierter axialer Buchse

rechte Bildhälfte:

Sicherheitsexperimentierkabel mit  
Bananenstecker mit vollständigem  
Schutz gegen direktes Berühren

mit freundlicher Genehmigung der Leybold Didactic GmbH, Hürth

Bei jeder Neuanschaffung von Experimentierkabeln oder Bananensteckern sind diese Maßnahmen zum Schutz gegen direktes Berühren zu beachten. Experimentierkabel mit Bananensteckerverbindungen mit Quereinsteckmöglichkeit ohne Schutz gegen direktes Berühren dürfen nicht mehr ergänzt werden.

Um einen festen Kontakt zu gewährleisten, müssen Bananenstecker und Buchsen in ihren Abmessungen aufeinander abgestimmt sein. Die Verbindung zu Schutzkontakten darf nur über dafür zugelassene Stecker z. B. Schuko-Stecker, Euro-Stecker hergestellt werden. Die Verwendung von Bananensteckern in Schutzkontaktsteckdosen (Netzsteckdosen) ist somit nicht zulässig. Die Schülerinnen und Schüler sind ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass Bananenstecker nie in Netzsteckdosen gesteckt werden dürfen.<sup>15</sup>

*Es sei darauf hingewiesen, dass Steckdosen außerhalb von Experimentierständen nicht zum Experimentieren benutzt werden dürfen, es sei denn, sie sind ausdrücklich als solche gekennzeichnet und wie die Steckdosen an den Experimentierständen über eine Not-Ausschaltung sowie einen Fehlerstrom-Schutzschalter abgesichert.*

<sup>15</sup> Durch „Sicherheitssteckdosen“ wird dies weitgehend verhindert; deren Konstruktion sperrt gegen einpoliges Einstecken. Gefahr droht dennoch, wenn mutwillig oder leichtfertig Kurzschlussstecker, Widerstände oder Kondensatoren im Gehäuse mit zwei 4 mm-Steckern im 19 mm-Abstand etc. eingesteckt werden.

## **2.6 Auf- und Abbau von elektrischen Schaltungen**

- 2.6.1 Beim Experimentieren sind stets die geeigneten Geräte zu verwenden. Beim Aufbau eines Experiments muss beispielsweise darauf geachtet werden, dass
- die auf Widerständen vermerkte maximale Strombelastbarkeit,
  - bei Kondensatoren die Nennspannung,
  - bei Messgeräten die Stromart und der Messbereich
  - und die verwendeten Schalter für die auftretenden Stromstärken ausgelegt sind.
- 2.6.2 Versuchsanordnungen sind möglichst übersichtlich aufzubauen.
- 2.6.3 Bei Hochspannungsversuchen müssen Schülerinnen und Schüler sich außerhalb des Handbereichs aufhalten, d.h. ein Hineingreifen in den Versuchsaufbau darf nicht möglich sein.
- 2.6.4 Wird mit einem Elektromagneten gearbeitet, so ist beim Heben größerer Lasten auf Gefahren durch Stromunterbrechung zu achten.
- 2.6.5 Nach jedem abgeschlossenen Experiment muss die Spannung sofort abgeschaltet und die Kabelverbindung an der Spannungsquelle gelöst werden.
- 2.6.6 Beim Abräumen von elektrischen Geräten, auch bei Fahrwagen, muss auf eventuell noch bestehende Kabel- oder Netzanschlussverbindungen geachtet werden.

## **2.7 Kondensatoren**

- 2.7.1 Vorsicht beim Aufladen von Kondensatoren über 60 V Nennspannung. Auch bei Spannungsquellen mit Strombegrenzung von nur wenigen mA sind berührunggefährliche Spannungen möglich.
- 2.7.2 Kondensatoren müssen vor dem Versuchsabbau und dem Einräumen unbedingt entladen werden. Die Entladung erfolgt am besten über einen Metallbügel, der an einem Isolierstiel befestigt ist.
- 2.7.3 Bei Elektrolyt-Kondensatoren auf richtige Polung achten und keine zu hohe Spannung anlegen, sonst besteht Explosionsgefahr (Zerstörung der Isolierschicht, Verdampfung des Elektrolyten).

## **2.8 Aufgehobene oder fehlende Schutzerdung**

Besondere Vorsicht ist geboten bei Experimenten, bei denen aus messtechnischen Gründen die Schutzerdung eines Gerätes aufgehoben wurde. Geräte mit leitender Oberfläche ohne Schutzleiteranschluss (z. B. Messoszilloskope mit Metallgehäuse) können in Versuchsanordnungen mit berührbaren leitenden Teilen zu Gefährdungen führen. In diesem Fall muss als Schutzmaßnahme die Funktionskleinspannung im Sinne von Ziffer 2.2 Verwendung finden.

## **2.9 Nicht isolierte Leiter**

Nicht isolierte Leiter dürfen nur in Schaltungen mit berührungsungefährlichen Spannungen verwendet werden.

## **2.10 Dreiphasen-Spannung 400 V („Drehstrom“)**

- 2.10.1 Die Dreiphasen-Spannung 400 V allein darf nur zum Betrieb von Drehstrommotoren bzw. Drehstromnetzgeräten verwendet werden.
- 2.10.2 Experimentiereinrichtungen mit berührungsgefährlichen Teilen dürfen nicht an das Drehstromnetz angeschlossen werden.
- 2.10.3 Versuche zum Drehstrom dürfen nur mit berührungsungefährlichen Sekundärspannungen von Trenntransformatoren durchgeführt werden.

## **2.11 Akkumulatoren und Batterien**

- 2.11.1 Akkumulatoren sind so unterzubringen, dass das beim Laden oder Entladen entstehende Gasgemisch durch natürliche oder künstliche Belüftung so verdünnt wird, dass es seine Explosionsfähigkeit verliert. (Achtung! Die größte Gasentwicklung tritt beim Laden über die sog. „Gasungs“-Spannung hinaus auf.)
- 2.11.2 Primärelemente (z. B. Leclanche-Elemente) dürfen wegen der möglichen Explosionsgefahr nicht geladen werden.
- 2.11.3 Beim Laden von Akkumulatoren ist die Bedienungsanleitung des Herstellers zu beachten. Es dürfen nur geeignete Ladegeräte verwendet werden. Ein Überschreiten der zulässigen Ladestromstärke und Ladezeit soll vermieden werden. Die Batterien sind so zu laden bzw. zu verwenden, dass jede Zelle den gleichen (Ent-)Ladezustand besitzt. Nur Zellen gleichen Typs und gleichen Alters in Reihenschaltung verwenden. Der Abgriff einzelner Zellen im Batterieverband führt zu unterschiedlicher Entladung und Alterung. Ist dies nicht zu vermeiden, sollten die einzelnen Zellen abwechselnd genutzt werden.
- 2.11.4 Akkumulatoren dürfen an Experimentiereinrichtungen nur an- oder von ihnen abgeklemmt werden, wenn der an- oder abzuklemmende Stromkreis unterbrochen ist.

# **3 Organisatorische Schutzmaßnahmen im Unterricht**

## **3.1 Anforderungen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln**

In § 3 der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (GVU 2.10) ist festgelegt, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur durch Elektrofachkräfte oder unter deren Leitung und Aufsicht errichtet, geändert oder in Stand gehalten werden dürfen. Reparaturarbeiten oder die Herstellung elektrischer Geräte ist damit nur Lehrkräften vorbehalten, die über eine entsprechende elektrotechnische Fachausbildung verfügen. Ferner müssen sie in der Lage sein, im Sinne des § 5 dieser Unfallverhütungsvorschrift die reparierten oder hergestellten Betriebsmittel oder Anlagen im Sinne der VDE-Bestimmungen zu prüfen.

Jedoch dürfen Lehrkräfte, die nicht über eine elektrotechnische Fachausbildung verfügen, Experimente mit elektrischer Energie durchführen. Die Anforderungen an die Durchführung der Experimente ist in DIN VDE 0105 Teil 12 festgelegt.

Zum Experimentieren mit berührungsungefährlichen Spannungen sind als Spannungsquellen Geräte für Schutzkleinspannung oder Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung nach DIN 57100 Teil 410 (VDE 0100 Teil 410) zu verwenden. Darauf ist bereits bei der Beschaffung zu achten.

### **3.2 Organisatorische Maßnahmen beim Experimentieren mit elektrischer Energie**

- 3.2.1 Lehrkräfte müssen auf Grund ihrer Ausbildung und Kenntnisse (z. B. über ihr Fachgebiet, Vorschriften und Normen) sowie auf Grund ihrer Erfahrungen die von ihnen geleiteten oder auszuführenden Experimente mit elektrischer Energie beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können. Diese Anforderung ist nicht mit der elektrotechnischen Fachkunde gleichzusetzen.
- 3.2.2 Experimentieren wird als methodisch planmäßiges Vorführen und Üben einschließlich Beobachten von naturwissenschaftlichen oder technischen Vorgängen unter Verwendung von Experimentiereinrichtungen verstanden, sodass eine deutliche Abgrenzung zu Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln besteht. **Experimente mit berührungsgefährlichen Spannungen an Schülerinnen und Schülern sind verboten.**
- 3.2.3 DIN VDE 0105 Teil 12 gilt für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen, soweit dabei Gefährdungen durch berührungsgefährliche Spannungen oder Lichtbogen auftreten können. Sie gilt nicht für das Betreiben von Geräten, die in Unterrichtsräumen über Steckvorrichtungen angeschlossen sind wie z. B. Dia-Projektor, Overheadprojektor, Netzgeräte usw.
- 3.2.4 Schülerinnen und Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10 dürfen bei Experimentiereinrichtungen, die berührungsgefährliche Teile enthalten, nur mit Spannungen arbeiten, die nicht berührungsgefährlich sind.
- 3.2.5 Übungen von Schülerinnen und Schülern oberhalb der Jahrgangsstufe 10 dürfen nur in soweit mit berührungsgefährlichen Spannungen durchgeführt werden, als das Lernziel mit berührungsungefährlichen Spannungen nicht erreicht werden kann. Bei diesen Experimenten muss die Lehrkraft im Unterrichtsraum anwesend sein. Kann die Lehrkraft den Übungsbetrieb allein nicht ausreichend überblicken, sind weitere aufsichtsführende Personen hinzuzuziehen, es sei denn, die Übenden sind selbst hinreichend unterwiesen und mindestens zu zweit.
- 3.2.6 Werden von der Lehrkraft aufsichtsführende Personen eingesetzt, so müssen sie, wenn berührungsgefährliche Spannungen auftreten können, von der Lehrkraft über die ihnen übertragenen Aufgaben oder die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet sowie über die notwendigen Schutzvorrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt werden.
- 3.2.7 Der Aufbau, Umbau und Abbau von Experimentiereinrichtungen mit berührungsgefährlichen Spannungen darf nur im spannungslosen Zustand erfolgen. Dies gilt auch bei Verwendung von so genannten Sicherheitsexperimentierkabeln. Die Lehrkraft überzeugt sich vor der Spannungsfreigabe vom ordnungsgemäßen Zustand des Aufbaus. Entsprechende Anweisungen sind in der Schülerunterweisung vorzunehmen.

Die Stromkreise der Schülerexperimentiertische dürfen nur über separate Schalter eingeschaltet werden können. Sie sind erst dann einzuschalten, wenn sich die Lehrerin oder der Lehrer vergewissert hat, dass keine Gefährdungen bestehen. Nach Beendigung der Experimente sind die Stromkreise der Experimentierstände abzuschalten.

- 3.2.8 Zentrale Energieschalter müssen eine Einrichtung gegen unbefugtes Einschalten haben (z. B. Schlüsselschalter).
- 3.2.9 Beim Experimentieren sind bis auf das Heranföhren geeigneter Mess-, Prüf- und Justiereinrichtungen (z. B. zur Fehlersuche) keine Handhabungen an beröhungsgeföhrliehen Teilen erlaubt. (Ein Teil ist beröhungsgeföhrlieh, wenn es beröhrtbar ist und unter beröhungsgeföhrlieher Spannung steht.)
- 3.2.10 In Versorgungseinrichtungen, in fest installierten Experimentiereinrichtungen und in die zum Experimentieren verwendeten Geröhte dürfen weder dafür nicht vorgesehene noch geflickte Sicherungseinsätze oder überbrückte Sicherungen verwendet werden. Die Sicherungseinsätze an Experimentiereinrichtungen dürfen nur im stromlosen Zustand herausgenommen oder eingesetzt werden.
- 3.2.11 Die Zugänge zu Schalt- und Verteilungsanlagen für Experimentiereinrichtungen müssen wöhrend des Experimentierens von Gegenständen frei bleiben. Auch die Bedienteile für Not-Ausschaltungen und Einrichtungen zur Brandbekämpfung müssen ständig zugänglich sein.
- 3.2.12 In Gefahr bringender Nöhre von beröhungsgeföhrliehen Teilen der Experimentiereinrichtungen dürfen keine Gegenstände gelagert, aufbewahrt, angehängt oder befestigt werden, die zum Experimentieren nicht erforderlich sind. Ausgenommen sind Kennzeichnungs- und Sicherheitsschilder, Schutzabdeckungen und Absperrvorrichtungen.
- 3.2.13 Materialien, die sich leicht entzünden können, dürfen nur in solchem Abstand von Experimentiereinrichtungen angebracht oder aufbewahrt werden, dass keine Geföhrdungen durch unbeabsichtigtes Entzünden entstehen können.

### **3.3 Prüfungen**

- 3.3.1 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel sind entsprechend der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (GUV 2.10) wiederkehrenden Prüfungen zu unterziehen.
- 3.3.2 Nicht ortsfeste elektrische Anlagen, Anschlussleitungen mit Steckern sowie Verlängerungs- und Geröhteanschlussleitungen mit ihren Steckvorrichtungen, sind – soweit sie benutzt werden – jöhrlieh durch eine Elektrofachkraft oder bei Verwendung geeigneter Prüfgeröhte auch durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person (unter Leitung und Aufsicht durch eine Elektrofachkraft) auf ihren ordnungsgemöhren Zustand zu prufen. Die Prufung sollte schriftlich festgehalten werden.

Darüber hinaus sind vor jeder Nutzung von Geröhten und Leitungen Sichtprufungen erforderlich. Werden an Experimentiereinrichtungen Mängel beobachtet, die eine Gefahr föh Personen oder Sachen zur Folge haben können, so sind von den dort beschöhftigten Lehrkröhften oder aufsichtsföhrenden

Personen sofort Maßnahmen zur Abhilfe der Gefahr zu treffen (z. B. Experiment unterbrechen). Reparaturarbeiten dürfen nur von Fachkräften vorgenommen werden.

- 3.3.3 Die bei Experimentiereinrichtungen benutzten elektrischen Betriebsmittel, z. B. ortsveränderliche Geräte, Leitungen, Steckvorrichtungen, müssen den jeweiligen Anforderungen genügen. So können z. B. bei flexiblen Leitungen und Steckvorrichtungen durch starke mechanische Beanspruchungen Gefahr bringende Schäden entstehen. Übermäßiger Zug beim Bewegen der Betriebsmittel kann die Anschlüsse lockern oder lösen. Diese Mängel können durch eine Sichtprüfung vor Nutzung der Geräte festgestellt werden.
- 3.3.4 Spannungsprüfer sind kurz vor dem Benutzen auf einwandfreie Funktionen zu prüfen. Bei Spannungsprüfern und Betätigungsstangen sind Aufschriften, Markierungen und Bedienungsanleitungen zu beachten.
- 3.3.6 Vor dem Benutzen sind ferner die Experimentierleitungen auf erkennbare Schäden zu prüfen. Die Anschlussmittel von Steck- und Schraubenverbindungen müssen in ihren Abmessungen aufeinander abgestimmt sein.
- 3.3.7 Wenn zum gefahrlosen Bedienen von Experimentiereinrichtungen Hilfsmittel erforderlich sind, müssen diese verwendet werden. Sie sind vom Benutzer vor Gebrauch auf offensichtliche Beschädigungen zu prüfen. Beschädigte Hilfsmittel dürfen nicht verwendet werden.
- 3.3.8 Fehlerstrom- und Fehlerspannungs-Schutzeinrichtungen sind bei stationären Anlagen durch Auslösen der Prüftaste mindestens alle 6 Monate auf einwandfreie Funktion zu prüfen, bei nicht stationären Anlagen vor jeder Benutzung.

#### **3.4 Unterweisungen**

- 3.4.1 Schülerinnen und Schüler sind in regelmäßigen Abständen zu unterweisen. Es handelt sich um:
  - Unterweisung in Unfallverhütung,
  - Unterweisung in Brandbekämpfung und
  - Unterweisung in erster Hilfe.

Die Unterweisung in Unfallverhütung soll die Schülerinnen und Schüler über mögliche Gefahren beim Experimentieren und bei unsachgemäßem Verhalten informieren. Sie soll auch Auskünfte über Anordnung und Wirksamkeit vorhandener Not-Aus-Einrichtungen einschließen. Enthalten Experimente Gefahren, die für Schülerinnen und Schüler ohne weiteres nicht erkennbar sind, so ist vor dem Experiment besonders darauf hinzuweisen. Erforderlichenfalls sind weitere technische, organisatorische oder persönliche Sicherheitsmaßnahmen (Abdeckungen, Hinweise, zusätzliche aufsichtsführende Personen usw.) festzulegen.

- 3.4.2 Lehrerinnen und Lehrer müssen sich für die Brandbekämpfung an elektrischen Experimentiereinrichtungen in der Bedienung geeigneter Feuerlöcher sachkundig machen. Es empfiehlt sich, bei Unterweisungen und Übungen den Rat der örtlichen Feuerwehr einzuholen.



- 3.4.3 Bei Ausbruch eines Brandes sind die Experimentiereinrichtungen unverzüglich auszuschalten.
- 3.4.4 Soweit beim Experimentieren mit elektrischer Energie Einrichtungen und Aushänge zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung erforderlich sind, müssen diese im ordnungsgemäßen Zustand vorhanden sein.
- 3.4.5 Die Unterweisung in erster Hilfe soll Schülerinnen und Schülern Kenntnisse bei Unfällen durch elektrischen Strom vermitteln. Darüber hinaus sollte eine ausreichende Anzahl ständig beschäftigter Personen – das sind i. d. R. Lehrerinnen und Lehrer, Hausmeister und sonstige Angestellte der Schule (z. B. Schulverwaltungskräfte) – als Ersthelfer ausgebildet sein.<sup>16</sup>
- 3.4.6 Die Unterweisungen sind mindestens jährlich zu Beginn eines Schuljahres durchzuführen. Termin und Inhalt der Unterweisung sind im Klassenbuch oder Kursheft zu vermerken. Darüber hinaus sind die Schülerinnen und Schüler bei allen geeigneten Gelegenheiten auf die notwendigen Maßnahmen zur Unfallverhütung hinzuweisen.
- 3.4.7 Kenntnisse in erster Hilfe sollen in angemessenen Zeiträumen aufgefrischt werden.

---

<sup>16</sup> „Grundausbildung in Erster Hilfe“, RdErl. des Kultusministeriums v. 24. 5. 1976 (GABl. NW. S. 278; BASS 18–29 Nr. 1); „Erste Hilfe in Schulen“, GUV 20.26 Ziffer 3.1 (Personenkreis) und Ziffer 3.5 (Ausbildungskosten).

# IV Umgang mit Lasern

## 1 Allgemeine Hinweise

Laserlicht stellt eine erhebliche Gefährdung für das Auge dar. Es darf deshalb nicht in den Laserstrahl geblickt werden.

Licht wird von biologischem Gewebe teilweise absorbiert. Der Grad der Absorption hängt stark von der Wellenlänge des Lichtes und der Beschaffenheit des Gewebes ab. Das absorbierte Licht wird in der Regel in Wärme umgewandelt und führt über eine Temperaturerhöhung zu so genannten thermischen Schäden (Denaturierung von Eiweiß, Verbrennungen usw.). Neben diesen thermischen Schäden können bei Zellen, deren normale Funktion teilweise oder ausschließlich von Licht gesteuert wird, durch Intensivbestrahlung funktionelle Schäden auftreten (z. B. fotochemische Schäden bei den Sehzellen der Netzhaut). Die bei praktisch allen Gaslasern realisierte beugungsbegrenzte Bündelung des Laserstrahls führt bei Fokussierung durch das intakte optische System des Auges zu einem Brennfleck von etwa 10 µm Durchmesser. Bei normalsichtigen, auf unendlich eingestellten Augen liegt dieser Fokus genau auf der Netzhaut, sodass eine, verglichen mit dem freien Laserstrahl, um einen Faktor 100 000 höhere Bestrahlungsstärke entstehen kann. Die Netzhaut stellt deshalb für Laserlicht, das von den brechenden Medien transmittiert und fokussiert wird, die am meisten gefährdete Stelle des gesamten Körpers dar. Da zerstörte Nervenzellen nicht mehr neu gebildet werden können, ist ein Schaden der Netzhaut, der zur Zerstörung von Nervenzellen führt, immer irreversibel und führt im Bereich der Macula zu einem erheblichen Gesichtsfeldausfall und zu einer starken Herabsetzung der Sehschärfe.

Das unbeabsichtigte Eindringen eines Laserstrahls in das Auge ist nach dem Stand der Erkenntnis als gefahrlos anzusehen, wenn sichergestellt ist, dass die in das Auge gelangende Gesamtleistung 1 mW (Grenzwert) für He-Ne-Laser (Wellenlänge  $\lambda = 633 \text{ nm}$ ) und die Bestrahlungsstärke auf der Netzhaut  $25 \text{ W/m}^2$  nicht überschreitet (DIN 68025-1, Tab. 3). Dies gilt nur beim Eintreten des Lidschlussreflexes, der bei plötzlichem starken Lichteinfall zu einem automatischen Schließen des Auges führt und die Belichtungszeit auf 0,25 s begrenzt. Die Beobachtung der im jeweiligen Versuch erzeugten Bilder bzw. Figuren erfolgt im diffusen, gestreuten und gebeugten Laserlicht. Die hierbei notwendigen längeren Beobachtungszeiten schließen die Schutzwirkung des Lidschlussreflexes aus. Nach dem Stand der Erkenntnis besteht keine Gefahr für das Auge, solange die beobachtende Person sich nicht geblendet fühlt (Blendungsgrenze). Die ins Auge eintretende Leistung, die den Eindruck der Blendung hervorruft, liegt erheblich unter dem oben definierten Grenzwert von 1 mW.

## 2 Begriffe

### 2.1 Laser

**Laser:** Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation  
Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung

Ein Laser ist ein Gerät, das dazu benutzt wird, elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 200 nm bis 1 mm primär durch den Vorgang der kontrollierten stimulierten Emission zu erzeugen und/oder zu verstärken.

## **2.2 Lasereinrichtung**

Eine Lasereinrichtung ist eine Einrichtung oder jede Zusammenstellung von Bauteilen, die einen Laser oder ein Lasergerät darstellen, enthalten oder später enthalten sollen. Dazu gehören Geräte, Anlagen oder Versuchsaufbauten, mit denen Laserstrahlung erzeugt, übertragen oder angewendet wird.

## **2.3 Laserklassen**

Die Klasse einer Lasereinrichtung kennzeichnet das durch die zugängliche Laserstrahlung bedingte Gefährdungspotenzial nach Maßgabe folgender Bedingungen (DIN 68025-1, UVV 2.20 „Laserstrahlung“):

Klasse 1: Laser der Klasse 1 sind Laser, deren emittierte Strahlung zu keinen Gesundheitsschädigungen führt, unabhängig von Betriebsart, Expositionszeit und Wellenlänge. Dauerstrichlaser im Wellenlängenbereich von 400 bis 700 nm, deren Strahlungsleistung 0,4  $\mu$ W nicht übersteigt, erfüllen diese Anforderungen.

Klasse 2: Die zugängliche Laserstrahlung liegt nur im sichtbaren Spektralbereich (400 bis 700 nm), und der Laser emittiert eine Spitzenleistung von maximal 1 mW, und er erfüllt die in den folgenden Abschnitten 4 und 5 beschriebenen Anforderungen.

Dieser Laser ist bei kurzzeitiger Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s) als sicher anzusehen, da der Augenschutz üblicherweise durch Abwendungsreaktionen, wie durch den Lidschlussreflex, gewährleistet ist.

## **2.4 Laserbereich**

2.4.1 Der Bereich, in welchem die Werte für die maximal zulässige Bestrahlung überschritten werden können (einschließlich einer zufälligen Ablenkung des Laserstrahls), wird als Laserbereich bezeichnet.

2.4.2 Im Unterricht sollte der gesamte Bereich als Laserbereich angesehen werden, in dem der Laserstrahl auftreten kann. Dabei ist die Möglichkeit einer unbeabsichtigten Ablenkung des Laserstrahls zu berücksichtigen. Der Laserbereich ist durch eine Abschirmung auf das notwendige Maß zu begrenzen.

# **3 Lasereinrichtungen für Unterrichtszwecke**

3.1 In allgemein bildenden Schulen hat die Schulleitung sicherzustellen, dass für Unterrichtszwecke nur Lasereinrichtungen bis einschließlich Klasse 2 verwendet werden<sup>17</sup>, die den Anforderungen nach DIN 68025-1 entsprechen (§ 15 UVV 2.20 „Laserstrahlung“).

<sup>17</sup> Mit Lasern der Klasse 2 kann man i. d. R. keine Hologramme erzeugen. Wenn die Erzeugung von Hologrammen mit einer in der Schule benutzten Lasereinrichtung möglich ist, so sollte unbedingt vor ihrer weiteren Verwendung anhand der Bauartzulassung die tatsächliche Laserklasse ermittelt werden.

- 3.2 Beim Betrieb von Lasereinrichtungen der Klasse 2 für Unterrichtszwecke hat die Schulleitung dafür zu sorgen, dass besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, insbesondere durch zusätzliche Leistungsbegrenzung, Abgrenzung, Kennzeichnung, spezielle Unterweisung und Unterrichtung.
- 3.3 Diese Forderungen sind erfüllt, wenn
- der Laserbereich durch Abschirmung auf das notwendige Maß begrenzt ist,
  - die Zugänge zu Laserbereichen mit dem Laserwarnschild nach DIN 4844 Teil 1 und entsprechenden Hinweiszeichen gekennzeichnet sind,
  - Lasereinrichtungen der Klasse 2 nur von befugten und unterwiesenen Personen betrieben werden (siehe Abschnitt 6),
  - vor Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 2 die Beteiligten und die beobachtenden Schülerinnen und Schüler über die Gefahren der Laserstrahlung und die erforderlichen Schutzmaßnahmen unterrichtet wurden,
  - Versuche und Vorführungen mit der jeweils geringsten notwendigen Laserleistung durchgeführt werden,
  - Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 2 so gestaltet werden, dass der direkte Blick in den Laserstrahl und seinen Reflex vermieden wird (z. B. durch Abschirmung) und bei allen Versuchen und Beobachtungen der erzeugten Bilder bzw. Figuren im diffusen, gestreuten oder gebeugten Laserlicht die Blendungsgrenze in keinem Fall überschritten wird.

## **4 Zusatzanforderungen für Laser der Klasse 2**

Lasere der Klasse 2 sind mit einer Einrichtung zu versehen, die eine Inbetriebnahme durch Unbefugte ausschließt (z. B. Schlüsselschalter). Laser der Klasse 2 müssen eine Einrichtung aufweisen, die die Strahlungsleistung begrenzt. Diese Einrichtung darf nur während der Betätigung eines Schaltelements durch die Lehrerin oder den Lehrer unwirksam gemacht werden können und muss selbsttätig in die Ausgangsstellung zurückschalten. Laser der Klasse 2 müssen unter Verschluss aufbewahrt werden. Handelsübliche Laserpointer genügen diesen Anforderungen i. d. R. nicht.

## **5 Allgemeine Anforderungen**

- 5.1 Der Einschaltzustand des Lasers muss durch eine deutlich erkennbare Anzeigeeinrichtung (z. B. Kontroll-Lampe) jederzeit erkennbar sein.
- 5.2 Das Lasergehäuse ist gegen Öffnen durch die Lehrerin oder den Lehrer entweder zu verplomben oder so einzurichten, dass beim Öffnen des Gehäuses der Laser zwangsweise abgeschaltet wird.
- 5.3 Die Lasereinrichtung muss Schilder tragen, die den nachfolgenden Anforderungen entsprechend beschriftet sind:
- Die Schilder müssen ihrem Zweck entsprechend dauerhaft angebracht, lesbar und während des Betriebs, Service- und Wartungsarbeiten deutlich sichtbar sein.

- Die Lasereinrichtung der Klasse 1 und Klasse 2 muss mit folgendem Laserwarnschild versehen sein:



- Laser der Klasse 2 müssen zusätzlich auf einem Hinweisschild durch Angabe der maximalen Ausgangswerte der Laserstrahlung und der ausgesandten Wellenlänge beschrieben werden.

## 6 Verantwortung und Unterweisung

### 6.1 Verantwortung

Es ist sinnvoll, dass die Schulleitung hinsichtlich der Aufsicht über die Verwendung der richtigen Lasertypen und über die Einhaltung besonderer Schutzmaßnahmen in der Lasertechnologie die daraus obliegenden Pflichten an Fachlehrerinnen oder Fachlehrer delegiert. Diese Delegation hat schriftlich zu erfolgen und in ihr sind der Verantwortungsbereich und die Befugnisse zu beschreiben. Eine Ausfertigung der schriftlichen Bestätigung ist der verpflichteten Fachlehrerin oder dem Fachlehrer auszuhändigen. Die Schulleitung hat auf Grund ihrer Verantwortung dafür zu sorgen, dass die verpflichtete Lehrkraft ihren Pflichten auf dem Gebiet des Laserstrahlenschutzes in ausreichender Weise nachkommt.

### 6.2 Unterweisung

Der Betrieb von Lasergeräten kann nicht nur für den Benutzer eine Gefahr darstellen, sondern auch für andere Personen, die sich in einem beträchtlichen Abstand aufhalten. Wegen dieses Gefährdungspotenzials dürfen nur Personen mit der Bedienung solcher Geräte betraut werden, die eine angemessene Ausbildung (Unterweisung) erhalten haben.

Die Ausbildung (Unterweisung) zur Inbetriebnahme und des Betriebs einer Lasereinrichtung der Klasse 2 kann durch den Hersteller, Lieferanten oder durch eine anerkannte außenstehende Organisation erfolgen. Sie soll folgende Punkte enthalten:

- Laserstrahlung und ihre Gefahren,
- Wirkung von Laserstrahlung auf Materie und biologisches Gewebe,
- Schutz vor Schäden durch Laserstrahlung; die richtige Anwendung des Laserschutzes zur Abwendung von Gefahren am Arbeitsplatz,
- Funktion des Lasers; das Vertrautmachen mit den Betriebsabläufen des Geräts,
- Schutzvorschriften,
- eine Bedienungsanweisung, die die Vorgaben der DIN VDE 0836, DIN VDE 0837 und der UVV 2.20 „Laserstrahlung“ berücksichtigt. Diese Bedienungsanweisung muss vom Hersteller bzw. Lieferanten bauartzugelassener Laseranlagen mitgeliefert werden.

Werden Bedienungs- und Justiereinrichtungen sowie besondere Verfahrensweisen beim Betrieb angewandt, so müssen sie in die Bedienungsanweisung integriert werden.

Wenn die Lasereinrichtung die Laser-Energieversorgung nicht enthält, die für die Laseremission notwendig ist, so sind die Anforderungen an eine externe Laser-Energieversorgung ausreichend zu beschreiben, um die Sicherheit zu gewährleisten.

## V Zusätzliche Sicherheitsregeln

Die nachfolgenden Regelungen gelten für alle naturwissenschaftlichen und technischen Fächer; insbesondere sind die jeweiligen fachspezifischen Empfehlungen zu beachten.

### 1 Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte

- 1.1 Fachräume, in denen Experimente durchgeführt werden können, sind gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern. Das gilt insbesondere, wenn in den Räumen mit Gefahrstoffen gearbeitet wird.
- 1.2 Es muss sichergestellt sein, dass zu den Zeiten, in denen schulische Veranstaltungen stattfinden, jederzeit bei Unfällen die notwendige Hilfe herbeigerufen werden kann (z. B. amtsberechtigter Fernmeldeanschluss oder Haustelefonanlage mit zentraler Benachrichtigungsstelle). Im naturwissenschaftlichen und im technischen Fachbereich soll eine allen Lehrkräften zugängliche Meldeeinrichtung vorhanden sein (GUV 20.26 „Erste Hilfe in Schulen“, Ziffer 2.1).
- 1.3 Fehlende Sicherheitseinrichtungen sowie Schäden an Bau und Einrichtungen sind der Schulleitung unverzüglich zu melden.
- 1.4 Beschädigte Geräte, die für den Benutzer eine Gefahr darstellen, müssen der weiteren Verwendung entzogen werden. Die Sammlungsleiterin oder der Sammlungsleiter nimmt derartige Geräte unter Verschluss.
- 1.5 Asbesthaltige Arbeits- und Hilfsmittel sind durch gleichwertige andere Vorrichtungen zu ersetzen, um mögliche Gefährdungen durch Asbest-Feinstaub auszuschließen.
- 1.6 Bedienungsanleitungen von Geräten sind so aufzubewahren, dass sie jeder Fachkraft jederzeit zugänglich sind. Es empfiehlt sich, von jeder Bedienungsanleitung ein Duplikat anzufertigen.
- 1.7 Die Geräte zur Brandbekämpfung und ersten Hilfe, z. B. Feuerlöscher, Löschsand, Löschdecke und Verbandkästen müssen griffbereit zur Verfügung stehen und regelmäßig (Feuerlöscher alle zwei Jahre) durch einen Sachkundigen gewartet werden. Verbandkästen sind auf Vollständigkeit zu prüfen. Verbandkästen dürfen nicht verschlossen sein.  
Bei der Erstellung des Lageplans (z. B. für brennbare Flüssigkeiten, Druckgasflaschen) und des Rettungsplans wird empfohlen, den Rat der örtlichen Feuerwehr einzuholen.
- 1.8 In den Lehr- und Übungsräumen sind Hinweise zur ersten Hilfe anzubringen. Lehrkräfte der naturwissenschaftlich-technischen Fächer sollten als Ersthelfer ausgebildet sein (§ 46 Abs. 1 u. 4 ASchO; GUV 20.26 „Erste Hilfe in Schulen“, Ziffer 3.1).

## 2 Allgemeine Verhaltensregeln

- 2.1 Schülerinnen und Schüler dürfen naturwissenschaftlich-technische Fachräume ohne Aufsicht einer Fachkraft i. d. R. nicht betreten.
- 2.2 Schülerinnen und Schüler sind zu informieren über
- Lage und Bedienung der elektrischen Not-Aus-Schalter und des zentralen Gas-Haupt-Hahnes, falls dieser nicht über die Not-Aus-Schalter mit abgesperrt werden kann.
  - vorhandene Löscheinrichtungen (Feuerlöscher, Löschdecke, Löschsand),
  - Fluchtwege bzw. einen bestehenden Rettungsplan.

In jedem Raum muss ein Fluchtplan gut sichtbar ausgehängt sein.

- 2.3 Ohne Aufforderung durch die Lehrerin oder den Lehrer dürfen Geräte, Maschinen, Schaltungen und Chemikalien i. d. R nicht berührt werden.
- 2.4 Schülerinnen und Schüler dürfen in der Schule i. d. R nur unter Anleitung und Verantwortung der Lehrkraft Versuche durchführen. Die Lehrkraft ist dabei zu einer dem Alter und der Reife der Schüler entsprechenden Aufsicht verpflichtet.

Die Lehrkraft kann in Einzelfällen Schülerinnen und Schüler auch ohne ständige Aufsicht in der Schule experimentieren lassen, wenn sie nach den bisherigen Unterrichtserfahrungen davon ausgehen kann, dass die Schülerinnen und Schüler mit den zur Verfügung gestellten Geräten und Chemikalien sachgerecht umgehen und andere Geräte oder Chemikalien, die zu Gefährdungen führen können, unter Verschluss aufbewahrt werden.

- 2.5 Schülerinnen und Schüler sollen i. d. R. beim Experimentieren Schutzbrillen tragen. Bei Experimenten ohne erkennbares Gefahrenpotenzial (z. B. Lösevorgang von Kochsalzkristallen u. dgl.), kann die Lehrkraft nach eigenem Ermessen entscheiden, ob Schutzbrillen getragen werden.

Bei Demonstrationsversuchen, bei denen eine Explosions- oder Implosionsgefahr besteht, oder die Möglichkeit, dass Substanzen (Feststoffe oder Flüssigkeiten) verspritzen, sind Schutzvorkehrungen zu treffen (z. B. Verwendung einer Schutzscheibe oder eines Splitterkorbs), die allen Schülerinnen und Schülern ausreichend Schutz gewähren. Ein Versammeln der Klasse um den Experimentiertisch ist in diesen Fällen nicht zulässig.

- 2.6 Die Mithilfe von Schülerinnen und Schülern beim Heranholen der Geräte und Stoffe, beim Aufbau der Geräte und bei der Durchführung von Versuchen ist nur erlaubt, wenn damit weder für sie noch für Dritte eine gesundheitliche Gefährdung zu befürchten ist.
- 2.7 Lehrkräfte dürfen während des Unterrichts den Fachraum grundsätzlich nicht verlassen. Muss eine Lehrkraft aus zwingenden Gründen dennoch kurzzeitig Schülerinnen und Schüler ohne Aufsicht in einem Fachraum lassen, muss sie die zur Unfallverhütung erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen treffen.
- 2.8 Die Lehrerin oder der Lehrer ist verpflichtet, sich vor den Unterrichtsstunden, in denen experimentiert wird, mit der Handhabung der Geräte und den Reaktionsabläufen vertraut zu machen.



- 2.9 Versuche, in die Schülerinnen und Schüler einbezogen werden, dürfen nur durchgeführt werden, wenn sie auf Grund anderer Vorschriften nicht ausdrücklich verboten sind, eine Schädigung des Organismus ausgeschlossen ist und die hygienischen Erfordernisse gewährleistet sind.

### **3 Umgang mit Glas und Glasgeräten**

- 3.1 Defekte Glasgeräte sind sofort auszumustern. Glasbruch und spitze Gegenstände werden in einem durchstichsicheren Behälter gesammelt.
- 3.2 Scharfe Glaskanten werden je nach Glasart rundgeschmolzen oder abgeschliffen.
- 3.3 Gleitmittel (z. B. Wasser, Glycerin, Paraffinöl, Talkum) erleichtern das Einführen von Thermometern, Glasröhren, Glasstäben und ähnlichen Gegenständen in Stopfen und Schläuche. Zum Schutz der Hände vor möglichen Verletzungen bei Glasbruch sind geeignete Handschuhe oder Ähnliches zu benutzen.
- 3.4 Mit Glasrohren soll nicht in Richtung Körper gearbeitet werden. Beim Einführen oder Herausdrehen darf keine Gewalt angewendet werden. Bei feststehenden Glasrohren ist besondere Vorsicht geboten. In schwierigen Fällen wird das Glasrohr durch Aufschneiden des Gummis herausgelöst.
- 3.5 Beim Einführen von Verbindungsteilen in Stopfen, Bohrungen und Schläuchen müssen die Durchmesser der einzuführenden Teile auf die Bohrungsbzw. Schlauchdurchmesser abgestimmt werden. Genormte Teile nach der Schulnorm DIN 58 121 erfüllen diese Forderung.
- 3.6 Apparaturen aus Schliffgeräten sind möglichst nur mit Glas desselben Ausdehnungskoeffizienten (d.h. denselben Glassorten) zusammenzubauen. An Schliffen sollen i. d. R. Schliff fett bzw. Vaseline oder PTFE-Manschetten verwendet werden.
- 3.7 Beim Evakuieren von Glasgeräten, bei Unterdruck erzeugenden Lösungsvorgängen und beim Erzeugen von Unterdruck sowie beim Betrieb dieser Geräte müssen Schutzbrillen getragen werden. Diese Glasapparaturen sind i. d. R. im Abzug zu betreiben. Auf Labortischen dürfen sie nur dann betrieben werden, wenn widerstandsfähige Schutzscheiben oder Splitterkörbe einen wirksamen Splitterschutz sicherstellen. Wenn keine raschen Temperaturänderungen auftreten, sollen dickwandige Glasgeräte benutzt werden. In allen anderen Fällen sollen Rundkolben (z. B. beim Springbrunnenversuch) oder Flachbodenvakuum-Kolben verwendet werden. Es dürfen keine dünnwandigen Glasgeräte mit flachem Boden oder beschädigte Glasgeräte – auch keine angeritzten – evakuiert werden. Vor dem Arbeitsgang muss eine Sichtkontrolle erfolgen.
- 3.8 Auf ausreichende Standfestigkeit von Stativfüßen und Stativplatten ist zu achten. Genormte Teile nach der Schulnorm DIN 58 123 erfüllen diese Forderung. Alle Schraubverbindungen am Stativgerät sind sorgfältig auszuführen.
- 3.9 Beim Zusammensetzen und Befestigen von Glasapparaturen ist auf einen spannungsfreien Aufbau zu achten.

## 4 Umgang mit Heizgeräten und offenen Flammen

- 4.1 Beheizen von Laboratoriumsapparaturen mit Gas und Betreiben von Laborbrennern dürfen nur unter ständiger Aufsicht – bei Dauerversuchen unter entsprechender Kontrolle – erfolgen. Nach Gebrauch des Laborbrenners ist die Gasversorgung umgehend durch Schließen der Geräteanschlussarmatur bzw. Lösen des Anschlusssteckers von der Sicherheits-Gasanschlussarmatur zu unterbrechen.
- 4.2 Beim Auftreten von Gasgeruch sind zunächst der Hauptabsperrhahn zu schließen und die Fenster zu öffnen; erst dann soll nach der Ursache gesucht werden. Während dieser Zeit dürfen weder Zündquellen noch elektrische Schalter betätigt werden. Besteht Verdacht auf undichte Stellen, so ist dies der Schulleitung mitzuteilen. Die Gasanlage ist vom Fachmann zu überprüfen.
- 4.3 Schläuche sind gegen übermäßige Wärmestrahlung, gegen Flammen sowie mechanische und chemische Belastungen zu schützen. Die Schlauchverbindung soll i. d. R. fest mit dem Brenner verbunden bleiben. Für Erd-, Stadt- und Flüssiggas (z. B. Propan, Butan) darf nur ein DVGW-geprüfter Sicherheitsgasschlauch verwendet werden (kein Laborwasserschlauch!). Diese Schläuche tragen einen entsprechenden Aufdruck. Ihr Durchmesser ist so abgestimmt, dass sie auf die Schlauchtüllen von Brenner und Gashahn ohne Hilfe von Schlauchklappen fest aufgesteckt werden können.
- 4.4 Bei Verwendung von flexiblen Schläuchen (z. B. Sicherheitsgasschläuche bei Propanbrennern) sind standfeste Brenner zu wählen. Diese sind ggf. einzuspannen, damit sie nicht unabsichtlich verschoben oder gekippt werden können.
- 4.5 Beim Umgang mit Wärmequellen ist auf eine wärmebeständige Unterlage zu achten. Zur Ablage von heißen LötKolben sollen geeignete Ständer verwendet werden.
- 4.6 Beim Umgang mit offenen Flammen (z. B. Brenner) ist die Frisur so zu tragen, dass das Haupthaar nicht in die Flamme geraten kann (Lange Haare brennen schnell!). Es muss darauf geachtet werden, dass sich keine leicht entzündlichen Materialien (z. B. organische Lösemittel) in der Nähe von offenen Flammen befinden. Leicht entzündliche Flüssigkeiten können schon durch heiße Oberflächen entzündet werden.
- 4.7 Heizquellen sind stets so anzubringen, dass sie leicht und ohne Veränderungen an der Apparatur entfernt werden können; besonders hilfreich sind Laborhebebühnen.
- 4.8 Für die Füllungen von Sandbädern ist geglähter See-, Fluss- oder Quarzsand zu verwenden. Verunreinigter Sand ist sofort zu erneuern. Sandbäder dürfen nur verwendet werden, wenn die vor allem beim Nachheizen auftretende ungleichmäßige Temperaturverteilung zu keiner Gefährdung führen kann.
- 4.9 Die maximale Betriebstemperatur von Heizbadflüssigkeiten muss beachtet werden, da ansonsten Zersetzung unter Bildung gesundheitsschädlicher Dämpfe oder auch Entflammung möglich ist.

- 4.10 Sand- und Ölbäder sind geschützt vor Feuchtigkeit und Staub aufzubewahren. Vor dem Erhitzen sind Ölbäder, die längere Zeit nicht benutzt wurden, sorgfältig zu entwässern, damit keine Spritzgefahr auftreten kann. Ölbäder, die durch Lösemittel oder Wasser verunreinigt sind, dürfen nicht weiterbenutzt werden; sie sind sachgerecht zu entsorgen. Bei Gebrauch sind Sand- und Ölbäder sicher zu befestigen.
- 4.11 Spiritus-, Benzin- und Kartuschenbrenner (für Propan- und Butangas) sind bei Schülerübungen mit brennbaren Materialien nicht zulässig, da es unmöglich ist, im Gefahr- bzw. Brandfall alle Brenner über eine zentrale Absperrvorrichtung gleichzeitig abzustellen (vgl. Kapitel I, Abschnitt 4.7).

## **5 Erhitzen von Stoffen, Destillation**

- 5.1 Beim Erhitzen von Flüssigkeiten sollen zur Vermeidung von Siedeverzügen Siedesteine oder eine Siedekapillare benutzt werden; anderenfalls muss die Flüssigkeit durch kontinuierliches Rühren bewegt werden (z. B. mit einem Magnetrührer).
- 5.2 Beim Erhitzen von Laugen, Fehlingscher Lösung und sirupähnlichen Flüssigkeiten sowie polymerisierenden Kunststoffen ist darauf zu achten, dass keine Spritzer auftreten können.
- 5.3 Erhitzt man Stoffe in Reagenzgläsern, so müssen diese ständig geschüttelt werden. Die Öffnungen dürfen nicht auf Personen gerichtet werden; auch darf nicht in die Reagenzglasöffnung gesehen werden.
- 5.4 Beim Erhitzen brennbarer Flüssigkeiten soll nach Möglichkeit ein Rückflusskühler verwendet werden, um das Entweichen brennbarer Dämpfe zu vermeiden.
- 5.5 Für das Destillieren von hoch- bzw. leicht entzündlichen Flüssigkeiten sollen Öl- oder Wasserbäder bzw. elektrische Heizhauben verwendet werden. Zur Vermeidung von Explosionsgefahren ist die Destillation unbedingt in einem Abzug gemäß DIN 12924 durchzuführen (primärer Explosionsschutz).
- 5.6 Bei Vakuumdestillationen sind die im Abschnitt 3 für das Evakuieren beschriebenen Schutzmaßnahmen zu treffen und implosionssichere Kolben zu verwenden. Dabei sollen Siedesteine oder Siedekapillaren benutzt werden.
- 5.7 Versuche mit leicht entzündlichen Flüssigkeiten dürfen nicht in der Nähe offener Flammen durchgeführt werden. Versuche mit leicht entzündlichen Flüssigkeiten in der Nähe nicht explosionsgeschützter elektrischer Geräte und Anlagen sollen nur dann durchgeführt werden, wenn die Maßnahmen des primären Explosionsschutzes gegeben sind (z. B. Abzug gemäß DIN 12924).
- 5.8 Bei Schülerversuchen mit offenen Flammen – auch beim Experimentieren mit Kerzen – muss besonders auf eine mögliche Brandgefahr geachtet werden.
- 5.9 Besondere Vorsicht ist geboten bei brennenden Leichtmetallen. Diese dürfen nicht mit Wasser oder Kohlenstoffdioxid gelöscht werden; hier soll Löschsand verwendet werden.

- 5.10 Bei Experimenten mit hohen Temperaturen (z. B. Glasbläserarbeiten), insbesondere auch bei Dampferzeugung, ist möglichst dafür zu sorgen, dass keine Verletzungen durch Verbrennungen auftreten. Bei Experimenten mit tiefen Temperaturen, z. B. beim Arbeiten mit festen Kohlenstoffdioxid oder flüssiger Luft, ist auf Verletzungsgefahren durch sog. „Gefrierbrand“ zu achten.

## **6 Umgang mit Chemikalien und biologischem Material**

### **6.1 Allgemeine Hinweise**

- 6.1.1 Das Pipettieren mit dem Mund ist verboten; stattdessen sind geeignete Pipettierhilfen zu verwenden. Ein Peleusball ist wegen umständlicher Handhabung für Schülerübungen weniger geeignet. Für mikrobiologisches Arbeiten ist die Verwendung eines Peleusballs nicht zugelassen.
- 6.1.2 Gefährliche Stoffe dürfen nicht in der Klasse herumgereicht werden. Geschmacksproben von Gefahrstoffen und deren Einwirkungen auf die Haut sind verboten. Das gilt auch für die sog. „Schmeckertests“ mit Phenylthioharnstoff im Biologieunterricht.
- 6.1.3 Bei Geruchsproben sind Gase und Dämpfe zuzufächeln.
- 6.1.4 Beim Verdünnen müssen konzentrierte Säuren oder Laugen immer in das vorgelegte Wasser gegossen werden, nicht umgekehrt.
- 6.1.5 Rauchen ist im Labor verboten. In Räumen, in denen Gefahrstoffe gelagert oder mit ihnen umgegangen wird, sind Essen und Trinken verboten.
- 6.1.6 Gefahrstoffportionen sind bei Experimenten so klein wie möglich zu bemessen; sie sollen nur so groß gewählt werden, wie es zum Erreichen des Unterrichtszieles durch das Experiment erforderlich ist.
- 6.1.7 Versuche mit Quecksilber müssen wegen der Gefahr des Auslaufens über einem Auffanggefäß (z. B. Kunststoffwanne) durchgeführt werden. Demonstrationsversuche mit Quecksilber außerhalb geschlossener Apparaturen sind möglichst zu vermeiden. Quecksilber darf nicht offen stehengelassen werden. Sollte Quecksilber trotz aller Vorsichtsmaßnahmen verschüttet werden, so muss es sofort vollständig aufgesammelt werden. Die betroffene Fläche muss mit einem Absorptionsmittel (z. B. mit einem käuflichen Präparat) behandelt werden. Iodierte Aktivkohle, wie sie früher verwendet wurde, reagiert zu langsam. Reste von Quecksilber werden für die Entsorgung in einem gesonderten Behälter gesammelt.
- 6.1.8 Beim Einsatz von UV-Licht (z. B. zur Detektion fluoreszierender Farbstoffe) muss auf die Gefahren im Umgang mit kurzwelliger Strahlung hingewiesen und ggf. müssen entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden.
- 6.1.9 Bei längerem Mikroskopieren soll die Fachlehrerin oder der Fachlehrer darauf achten, dass die Augen von Schülerinnen und Schülern nicht überanstrengt werden.
- 6.1.10 Arbeiten mit dem Mikrotommesser sollen nur von der Fachlehrerin oder vom Fachlehrer durchgeführt werden. Ausgenommen davon sind sog. Handmi-

krotome, bei denen das Messer von Hand geführt wird. Das Mikrotommesser ist nach Beendigung der Arbeit auszuspannen und ordnungsgemäß zu verschließen.

- 6.1.11 Zum Schneiden benutzte Rasierklingen müssen einseitig mit geeignetem Material abgeklebt sein, um die Gefahr von Schnittverletzungen zu mindern. Falls geeignete Sezierbestecke zur Verfügung stehen, sollen diese benutzt werden.
- 6.1.12 Präparierbestecke sind sorgfältig zu pflegen. Bei Präparierübungen sind Schülerinnen und Schüler auf mögliche Gefahren durch Stichverletzungen (z. B. Infektionen) sowie ggf. durch Schnittverletzungen mit Skalpellen hinzuweisen.

## **6.2 Experimente mit explosionsgefährlichen Stoffen**

Bei Experimenten, in denen mit explosionsgefährlichen Stoffen umgegangen wird bzw. bei denen explosionsgefährliche Stoffe entstehen können, sind folgende Schutzmaßnahmen zu beachten:

- 6.2.1 Immer Schutzscheiben aufstellen und Schutzbrillen tragen!
- 6.2.2 Es darf nur mit den geringstmöglichen Mengen (Größenordnung: Milligramm) gearbeitet werden, die zur Erreichung des Unterrichtsziels unbedingt erforderlich sind.
- 6.2.3 Jeder Druck auf den Stoff oder das Gemisch muss vermieden werden. Falls im Lehrerversuch explosionsgefährliche Stoffe gemischt oder zubereitet werden müssen, dürfen keine harten Gegenstände wie Mörser oder Spatel verwendet werden. Das Zubereiten soll auf Papier durch vorsichtiges Umrühren oder vorsichtiges Mischen mit Hilfe einer Feder erfolgen.
- 6.2.4 Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag und Reibung sind zu vermeiden. Vor Auslösen der Reaktion sollen Warnhinweise an Schülerinnen und Schüler gegeben werden (z. B. „Mund öffnen“ und zur Vermeidung von Gehörschäden „Ohren zuhalten“).
- 6.2.5 Anfallende explosionsgefährliche Stoffe und Stoffgemische (z. B. Reste der Mischung, Reaktionsprodukte) sollen nicht aufbewahrt sondern unter größter Vorsicht in geeigneter Weise vernichtet werden.

## **6.3 Experimente mit explosionsgefährlichen Gas- oder Dampf-Luftgemischen**

Beim Umgang mit explosionsgefährlichen Gas- und Dampf-Luftgemischen sind zur Vermeidung von Gefährdungen durch Explosionen folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- 6.3.1 Immer muss eine Schutzbrille getragen werden, ggf. sind zusätzlich Schutzscheiben oder ein Explosionskorb aufzustellen.
- 6.3.2 Mit brennbaren Gasen, z. B. Wasserstoff, Methan, Ethin, ist sachgerecht umzugehen. Knallgas- oder Chlorknallgasexplosionen sollen im Lehrerexperiment nur mit den kleinstmöglichen Volumina gezeigt werden (z. B. Explosion

von gefüllten Seifenblasen, Reagenzglasmaßstab). Spektakuläre Knallgasversuche mit größeren Gasvolumina sind zu unterlassen.

- 6.3.3 Zwischen einem Gasentwickler (z. B. zur Erzeugung von Wasserstoff) und dem Reaktionsraum muss eine Rückschlagsicherung eingebaut werden (z. B. eine Glasröhre mit Stahl- oder Quarzwolle oder eine kleine mit geeigneter Flüssigkeit gefüllte Gaswaschflasche oder Blasenähler).
- 6.3.4 Flammen sind von Gasentwicklern fern zu halten.
- 6.3.5 Der „Pappröhrenversuch“ (Zündung eines Benzindampf-Luftgemischs) soll nur mit Kohlenwasserstoffen und Luft, nicht jedoch mit Sauerstoffgemischen durchgeführt werden.
- 6.3.6 Wegen der hohen Explosionsgefahr sollen keine Gemische von Ethin mit Sauerstoff hergestellt werden. Bei Mischungen aus Ethin mit Brom oder Chlor in nichtwässrigen Medien muss auf mögliche Explosionsgefahr geachtet werden.

#### **6.4 Gefährdung durch Peroxide**

Vor der Destillation sind Flüssigkeiten, die mit Luftsauerstoff unter Lichteinwirkung Peroxide bilden (z. B. Ether, Alkanale, Alkanone, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Tetralin, Tetrahydrofuran, Dioxan), auf Peroxide zu prüfen. Dazu wird Eisen(II)-sulfat zugegeben; es darf nicht bis zur Trockene abdestilliert werden. Diese Flüssigkeiten sind stets im Dunkeln oder in braunen Flaschen aufzubewahren. Pikrinsäure und Peroxide werden mit Wasser phlegmatisiert:

- Trinitrophenol (Pikrinsäure) mit  $w(\text{H}_2\text{O}) > 23\%$
- Cyclohexanonperoxid mit  $w(\text{H}_2\text{O}) > 15\%$
- Dibenzoylperoxid mit  $w(\text{H}_2\text{O}) > 32\%$ .

#### **6.5 Gefährdung durch Stoffe, die bei Berührung explodieren**

Im schulischen Bereich fallen in einigen wenigen Fällen bei chemischen Reaktionen auch Reaktionsprodukte an, die im trockenen Zustand explosionsartig zerfallen bzw. bei Berührung explodieren können. Bei diesen Reaktionen ist besondere Vorsicht geboten. So entstehen:

- Iodstickstoff bei der Reaktion von Iod mit Ammoniak-Lösung
- Schwermetallacetylide beim Einleiten von Ethin in Schwermetallsalzlösung
- Silberazid beim Ausfällen aus Silbersalzlösungen mit Natriumazid
- Silbernitrid in ammoniakalischer Silbersalzlösung, die längere Zeit aufbewahrt wird.

#### **6.6 Gefährdung durch sonstige explosionsgefährliche Mischungen**

Der Umgang mit den nachfolgend aufgeführten explosionsgefährlichen Mischungen erfordert besondere Vorsicht. Sie sollen nur dann hergestellt werden, wenn sie zum Erreichen des Unterrichtszieles durch das Experiment unbedingt erforderlich sind. Dazu gehören:

- Alkalimetalle mit Halogenkohlenwasserstoffen,
- Hexachlorethan-Mischungen mit Metallen,
- Bleioxid-Mischungen mit Metallen bzw. brennbaren Bestandteilen,

- Natriumazid-Mischungen mit Metalloxiden bzw. Metallsulfiden,
- Bleichromat-Mischungen mit oxidierbaren Bestandteilen,
- Kaliumpermanganat-Mischungen mit Metallen bzw. brennbaren Bestandteilen,
- Eisen(III)-oxid-, Mangan(IV)-oxid-, Aluminium-Mischungen (Thermitmischungen),
- Phosphor beim Erhitzen im Phosphorlöffel, in dem noch Reste von Schwefel enthalten sind (Bildung von Phosphorsulfiden),
- Kupferoxid mit Aluminium, Magnesium oder Lithium,
- Chlorat-, Perchlorat- und Nitrat-Mischungen mit
  - rotem Phosphor
  - Zucker
  - Schwefel oder
  - anderen brennbaren Bestandteilen,
- Mangan(VII)-oxid aus der Reaktion von Kaliumpermanganat mit konzentrierter Schwefelsäure.

## **6.7 Gefährdung durch hoch- und leicht entzündliche Stoffe**

- 6.7.1 Beim Arbeiten mit hochentzündlichen Stoffen müssen offene Flammen gelöscht oder die Stoffe in sichere Entfernung gebracht werden. Dämpfe kriechen auf Grund ihrer gegenüber Luft hohen Dichte flüssigkeitsähnlich über größere Entfernungen.
- 6.7.2 Experimente sollen möglichst in geschlossenen Apparaturen durchgeführt werden.
- 6.7.3 Beim Erhitzen sollen Pilzheizhauben verwendet werden.
- 6.7.4 Beim Experimentieren ist auf mögliche elektrostatische Aufladung (Entladungsfunke) zu achten. Zur Verhinderung der elektrostatischen Aufladung sind folgende Regeln beim Ab- und Umfüllen zu beachten:
- Die Fallhöhe beim Einfüllen der brennbaren Flüssigkeit ist so gering wie möglich zu halten.
  - Es ist ein Trichter zu verwenden.
  - Die Flüssigkeit ist so einzufüllen, dass die im Gefäß befindliche Luft ungehindert entweichen kann und nicht der einzufüllenden Flüssigkeit „entgegenperlt“.

## **6.8 Gefährdung durch gelben Phosphor (Tetraphosphor)**

- 6.8.1 Gelber Phosphor ist selbstentzündlich an der Luft und er ist sehr giftig.
- 6.8.2 Gelber Phosphor wird unter Wasser aufbewahrt. Die Vorratsflasche soll in ein entsprechend kleines Blechgefäß gestellt werden, damit bei Bruch des Vorratsgefäßes kein Sperrwasser ablaufen kann und der Phosphor auch weiterhin mit Wasser bedeckt bleibt. Der Wasserstand muss regelmäßig kontrolliert werden.
- 6.8.3 Gelber Phosphor soll nicht mit Händen berührt werden (hautresorptiv); anderenfalls ist mit viel Wasser zu spülen.
- 6.8.4 Beim Arbeiten mit Phosphor sind die nicht benötigten Stücke sofort in die Vorratsflasche zurückzugeben.

- 6.8.5 Gelber Phosphor wird mit der Zeit hart. Das führt beim Schneiden leicht zum Verspritzen. Zum Experimentieren sollen nach Möglichkeit kleine Phosphorkugeln verwendet werden; dazu schmilzt man man eine Phosphorstange unter Wasser.
- 6.8.6 Gefäße, die mit gelbem Phosphor in Berührung kamen, müssen sorgfältig abgeflammt oder in Kupfersulfat-Lösung gestellt werden.

## **6.9 Gefährdung durch Alkalimetalle**

- 6.9.1 Grundsätzlich sind beim Umgang mit Alkalimetallen Schutzbrillen zu tragen und Schutzscheiben aufzustellen.
- 6.9.2 Besondere Vorsicht ist geboten bei der Reaktion von Natrium und Kalium mit Wasser:

Daher sind nur kleine erbsengroße Stücke zu verwenden; vor dem Experiment ist die Kruste zu entfernen. Gegen Ende der Reaktion zerplatzt die geschmolzene Hydroxid-Kugel. Es besteht Spritzgefahr, die zu Verätzungen führen kann.

Bei der Umsetzung von Natrium unter Wasser mit dem Sieblöffel dürfen nur linsengroße, sorgfältig entrindete Stücke eingesetzt werden und dicht schließende Sieblöffel (Teesieb) verwendet werden. Bei derartigen Experimenten ist größte Vorsicht geboten. Wenn Lithium zur Verfügung steht, soll dieses genommen werden, wenn mit Lithium das Unterrichtsziel genauso erreicht werden kann.

Der Sieblöffel-Versuch darf nicht mit Kalium durchgeführt werden. Alternativ zu Natrium kann hier nur Lithium verwendet werden.

- 6.9.3 Die Aufbewahrung der Alkalimetalle erfolgt zweckmäßig unter Paraffinöl. In Petroleum tritt stärkere Krustenbildung auf.
- 6.9.4 Alkalimetalle reagieren heftig bis explosionsartig mit Halogenkohlenwasserstoffen. Daher dürfen sie hierfür nicht als Trockenmittel eingesetzt werden.
- 6.9.5 Alkalimetallbrände werden mit Sand gelöscht.

## **6.10 Umgang mit Halogenen**

- 6.10.1 Mit Chlor und Brom soll in geschlossener Apparatur oder unter dem Abzug gearbeitet werden.
- 6.10.2 Bei der Herstellung von Chlor ist möglichst in stöchiometrischen Ansätzen zu arbeiten, um nur das benötigte Chlorvolumen zu entwickeln.
- 6.10.3 Überschüssiges Chlor oder Brom ist durch geeignete chemische Reaktionen umweltgerecht zu beseitigen (z. B. durch Einleiten in wässrige Thiosulfatlösung).



## **7 Gefahren bei Experimenten in Mechanik, Wärmelehre und Optik**

### **7.1 Mechanik**

7.1.1 Beim Experimentieren mit hohen Drucken, gespannten Federn und Drähten oder beim Flaschenzug mit hohem Gewicht sind geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen (z. B. Schutzscheibe aufstellen).

Beim Arbeiten mit vermindertem Druck (z. B. Fallröhre, Gasdichtebestimmung, auch Sieden unter vermindertem Druck) soll die Gefährdung durch eine mögliche Implosion beachtet werden.

7.1.2 Bei Versuchen zum waagerechten und schiefen Wurf ist eine gefahrlose Wurfbahn zu wählen.

7.1.3 Der Aufbau von Rotationsexperimenten soll besonders sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Falls die Gefahr besteht, dass Massenstücke wegfiegen, muss eine Schutzscheibe benutzt werden. Ein Hochgeschwindigkeitskreisel muss unbedingt gegen unkontrollierbares Herumfliegen gesichert werden. Rotierende Körper dürfen nicht in Augenhöhe angeordnet werden. Drehschemelversuche sollen mit angezogenen Armen beginnen.

7.1.4 Versuchsaufbauten sind auf mechanische Stabilität zu überprüfen.

### **7.2 Wärmelehre**

7.2.1 Beim Erhitzen von Wasser in Druckgefäßen (z. B. im Papinschen Topf) muss vor dem Experiment geprüft werden, ob die Sicherheitsventile funktionieren (d. h., sie dürfen nicht klemmen). Der Druck soll erheblich unter der zulässigen Höchstgrenze bleiben.

7.2.2 Dämpfe leicht entzündlicher Flüssigkeiten, z. B. Ether, dürfen nicht mit Rotations- bzw. Wasserstrahlpumpen abgesaugt werden.

7.2.3 Beim Experimentieren mit dem „Bolzensprenger“ und der „Sprengkugel“ muss für eine splittersichere Abdeckung gesorgt werden.

### **7.3 Optik**

7.3.1 Bei Versuchen mit schädigender Strahlung (z. B. Lichtbogen-, Quecksilber-Hochdruck-Lampen, UV-Lampen, brennendem Magnesium) muss eine Blendung und Überreizung bzw. Schädigung der Augen verhindert werden. Die Versuchsanordnung ist so aufzubauen, dass niemand in den Strahlengang blicken kann. Beim Betrachten von Lichtbögen u. Ä. müssen genügend dichte Schutzgläser verwendet werden. Entsprechende Gefahren sind z. B. bei Schweißarbeiten oder bei Sonnenbeobachtung zu berücksichtigen.

7.3.2 Bei Experimenten, in denen die Lichtquelle direkt beobachtet wird (z. B. optische Bank), soll die Leuchtdichte auf ein ungefährliches Maß begrenzt werden.

7.3.3 Beim Umgang mit Höchstdrucklampen sind Erschütterungen unbedingt zu vermeiden (Explosionsgefahr – Herstellerhinweise beachten!).

## 8 Verhalten im Gefahrfall

Beim Auftreten gefährlicher Situationen, z. B. Feuer, Austreten gasförmiger Schadstoffe, Auslaufen von gefährlichen Flüssigkeiten, können folgende Maßnahmen notwendig werden:

### 8.1 Bei einem Gefahrstoffunfall

- Not-Aus-Schalter betätigen.
- Ruhe bewahren und überstürztes, unüberlegtes Handeln vermeiden; Alarmplan beachten.
- Gefährdete Personen warnen, gegebenenfalls den Klassenraum räumen.
- Erste Hilfe leisten, falls dies erforderlich ist.
- Gefahren beseitigen, z. B. Pannenset verwenden.
- Schulleitung und Ersthelfer informieren.

### 8.2 Bei Entstehungsbränden

- Not-Aus-Schalter betätigen.
- Ruhe bewahren und überstürztes, unüberlegtes Handeln vermeiden; Alarmplan beachten.
- Gefährdete Personen warnen, gegebenenfalls den Klassenraum räumen.
- Erste Hilfe leisten, falls dies erforderlich ist.
- Brandbekämpfung mit geeigneten Löschmitteln vornehmen (Löschsand, Löschdecke, Feuerlöscher).

### 8.3 Grundsätze der richtigen Erste-Hilfe-Leistung

- Bei allen Hilfeleistungen auf die eigene Sicherheit achten.
- Personen aus dem Gefahrenbereich bergen und an die frische Luft bringen.
- Bei Unfällen und Bränden gegebenenfalls so schnell wie möglich einen notwendigen Notruf absetzen und Ersthelfer benachrichtigen.
- Notruf: 112 (in Nordrhein-Westfalen) von allen Apparaten mit Außenanschluss direkt zur Notrufzentrale (Feuerwehr).

Ein Notruf sollte, soweit dies möglich ist, folgende Angaben enthalten:

WER meldet den Unfall?

WO geschah der Unfall?

WAS geschah (Feuer, Verätzung, Sturz usw.)?

WELCHE Verletzungen (Art und Stelle am Körper)?

WIE VIELE Verletzte?

WARTEN und nicht auflegen, bis die Rettungsleitstelle das Gespräch beendet hat. Es könnten noch wichtige Fragen zu beantworten sein. Eventuell eine Rückrufnummer angeben.

- Kleiderbrände sofort löschen.
- Vorhandene Notduschen nutzen; mit Chemikalien verschmutzte Kleidung vorher entfernen, notfalls bis auf die Haut ausziehen und mit Wasser und Seife reinigen.
- Bei Augenverätzungen mit weichem, umkippenden Wasserstrahl, z. B. mit einer am Trinkwassernetz fest installierten Augendusche, beide Augen von außen her zur Nasenwurzel bei gespreizten Augenlidern 10 Minuten oder länger spülen.
- Atmung und Kreislauf prüfen und überwachen.

- Bei Bewusstsein gegebenenfalls Schocklage erstellen, d. h. Beine nur leicht (maximal 10 cm) über Herzhöhe mit entlasteten Gelenken lagern.
- Bei Bewusstlosigkeit und vorhandener Atmung in die stabile Seitenlage bringen, sonst sofort mit der Beatmung beginnen und bei einsetzender Atmung in die stabile Seitenlage bringen.
- Auf Vergiftungsmöglichkeiten achten. Erbrochenes aufbewahren und dem Arzt zeigen.
- Bei Herzstillstand soll eine Herz-Lungen-Wiederbelebung durch ausgebildete Personen (Ersthelfer) erfolgen.
- Blutungen stillen, Verbände anlegen und dabei Einmalhandschuhe benutzen. Verletzte Person bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes nicht allein lassen.
- Arzt über Unfallhergang und über Art der beteiligten Chemikalien informieren.

# VI Strahlenschutz in Schulen

## Strahlenschutz in Schulen

RdErl. d. Kultusministeriums v. 22. 4. 1994

BASS 18 – 29 Nr. 3

### Inhalt

1. Allgemeines
  - 1.1 Rechtsgrundlagen
  - 1.2 Geltungsbereich
  - 1.3 Begriffsbestimmungen
  - 1.4 Information des Schulträgers
2. Umfang der erlaubten Tätigkeit
  - 2.1 Grundsatz
  - 2.2 Ausnahmen
3. Veränderungsverbot, Schutzmaßnahmen
4. Erwerb und Abgabe radioaktiver Stoffe, Inbetriebnahme von Röntgeneinrichtungen, Inventarverzeichnis
5. Strahlenschutzverantwortliche
6. Strahlenschutzbeauftragte
  - 6.1 Bestellung
  - 6.2 Fachkundenachweis
  - 6.3 Aufgaben
7. Lagerung und Sicherung
8. Radioaktive Vorrichtungen
  - 8.1 Kennzeichnung
  - 8.2 Verlust
  - 8.3 Radioaktive Abfälle
9. Verstöße gegen Strahlenschutzvorschriften

## 1. Allgemeines

### 1.1 Rechtsgrundlagen

Auf Grund des Atomgesetzes sind zum Schutz von Leben, Gesundheit und Sachgütern vor den schädlichen Wirkungen ionisierender Strahlen die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. Juni 1989 (BGBl. I S. 1321), zuletzt geändert durch Verordnung vom 30. Juli 1993 (BGBl. I S. 1432), und die Röntgenverordnung (RöV) vom 8. Januar 1987 (BGBl. I S.114), zuletzt geändert durch Verordnung vom 19. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2949), erlassen worden. Diese Verordnungen enthalten Regelungen, die unmittelbar auch im

schulischen Bereich gelten. Die Verordnungen müssen in den Schulen vorliegen. Zu ihrer Anwendung gebe ich die nachfolgenden Richtlinien:

## **1.2 Geltungsbereich**

Diese Richtlinien gelten für alle öffentlichen Schulen und Ersatzschulen. Sie sind von den Studienseminaren für Lehrämter entsprechend anzuwenden.

## **1.3 Begriffsbestimmungen**

Im Rahmen dieser Richtlinien werden folgende Begriffsbestimmungen getroffen:

- 1.3.1 Vorrichtungen – im Zusammenhang mit dem Unterricht in Schulen verwendete Lehrmittel, die bestimmungsgemäß ionisierende Strahlen aussenden, einschließlich Neutronenquellen, Schulröntgeneinrichtungen und radioaktive Mineralien,
- 1.3.2 radioaktive Vorrichtungen – Vorrichtungen nach Nr. 1.3.1, die offene oder umschlossene radioaktive Stoffe enthalten,
- 1.3.3 Verwendung – Einsatz von Vorrichtungen nach Nr. 1.3.1 einschließlich des „Betriebs“ i.S. der Röntgenverordnung.

Im Übrigen wird auf die in Anlage I StrlSchV und in Anlage I RöV festgelegten Begriffe zurückgegriffen.

## **1.4 Information des Schulträgers**

Die Schulträger als Strahlenschutzverantwortliche (vgl. Nr. 5) sind über alle im Rahmen dieses Erlasses notwendigen Maßnahmen rechtzeitig zu unterrichten. Anzeigen und Mitteilungen an das Staatliche Amt für Arbeitsschutz als der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde sind über die Schulträger zu leiten. Sofern in Fällen besonderer Eilbedürftigkeit das Staatliche Amt für Arbeitsschutz unmittelbar zu informieren ist, sind die Schulträger gleichzeitig in Kenntnis zu setzen. Die Anschriften und Zuständigkeitsbereiche (Bezirke) der Staatlichen Ämter für Arbeitsschutz in Nordrhein-Westfalen sind dem Anhang<sup>18</sup> zu entnehmen.

# **2. Umfang der erlaubten Tätigkeit**

## **2.1 Grundsatz**

Verwendung und Lagerung von Vorrichtungen nach Nr. 1.3 im Zusammenhang mit dem Unterricht in Schulen müssen vom Unterrichtsziel her gerechtfertigt sein und auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden. Dabei dürfen nur Vorrichtungen folgender Art verwendet und gelagert werden:

- 2.1.1 Vorrichtungen, die nach der Strahlenschutzverordnung oder der Röntgenverordnung auch im häuslichen Bereich genehmigungs- und anzeigefrei verwendet und gelagert werden dürfen oder

---

<sup>18</sup> siehe Anhang 14

2.1.2 Vorrichtungen, deren Bauart nach Anlage VI Nr. 3, 4 oder 5 StrlSchV oder nach Anlage III Nr. 4 RöV für Unterrichtszwecke zugelassen ist.

## **2.2 Ausnahmen**

Soweit es das Unterrichtsziel erfordert, können berufsbildende Schulen im Einzelfall

- radioaktive Stoffe auf Grund einer Genehmigung nach § 3 Abs. 1 oder einer Anzeige nach § 4 Abs. 1 StrlSchV verwenden und lagern oder
- Röntgeneinrichtungen, die der Bauart nach nicht als Schulröntgeneinrichtungen zugelassen sind, auf Grund einer Anzeige nach § 4 Abs. 1 RöV betreiben.

Anträge nach § 3 Abs. 1 StrlSchV sind an die Bezirksregierung, Anzeigen nach § 4 Abs. 1 StrlSchV oder § 4 Abs. 1 RöV sind an das Staatliche Amt für Arbeitsschutz zu richten.

## **3. Veränderungsverbot, Schutzmaßnahmen**

Vorrichtungen nach Nr. 1.3.1 dürfen in den für den Strahlenschutz wesentlichen Merkmalen nicht verändert werden. Eine Vorrichtung, die infolge Abnutzung, Beschädigung oder Zerstörung nicht mehr den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung oder der Röntgenverordnung, den im Zulassungsschein bezeichneten, für den Strahlenschutz wesentlichen Merkmalen oder späteren Anordnungen oder Auflagen der Zulassungsbehörde entspricht, darf nicht mehr verwendet werden. Die Strahlenschutzbeauftragten müssen unverzüglich die notwendigen Schutzmaßnahmen treffen, um Strahlenschäden zu verhüten. Die Schulleiterin oder der Schulleiter unterrichtet unverzüglich das Staatliche Amt für Arbeitsschutz.

## **4. Erwerb und Abgabe radioaktiver Stoffe, Inbetriebnahme von Röntgeneinrichtungen, Inventarverzeichnis**

Vorrichtungen nach Nr. 1.3.1 dürfen nur von Schulen erworben werden, an denen die notwendigen räumlichen Voraussetzungen für eine sachgerechte Lagerung (Nr. 7) vorhanden und an denen Lehrerinnen oder Lehrer zu Strahlenschutzbeauftragten (Nr. 6) bestellt sind. Im Zweifelsfall sollte beim Erwerb solcher Vorrichtungen das Staatliche Amt für Arbeitsschutz um Beratung gebeten werden.

Wird eine Vorrichtung, die der Anzeigepflicht nach § 4 Abs. 1 StrlSchV unterliegt, an eine andere Schule abgegeben, so muss die empfangende Schule den Erwerb der Vorrichtung nach § 77 Abs. 2 StrlSchV dem für ihren Sitz zuständigen Staatlichen Amt für Arbeitsschutz anzeigen. Die empfangende Schule übersendet eine Durchschrift der Anzeige der abgebenden Schule. Liegt diese nicht innerhalb von zwei Monaten vor, hat die abgebende Schule die Anzeige vorzunehmen.

Auf die Buchführungs- und Anzeigepflicht nach § 78 StrlSchV wird hingewiesen.

Die Inbetriebnahme von Schulröntgeneinrichtungen ist nach § 4 Abs. 2 RöV dem Staatlichen Amt für Arbeitsschutz spätestens zwei Wochen vorher mit einem Abdruck des Zulassungsscheins und dem Fachkundenachweis (Nr. 6.2) anzuzeigen.

Für alle Vorrichtungen nach Nr. 1.3.1 ist ein besonderes Inventarverzeichnis anzulegen. Sofern es sich um bauartzugelassene Vorrichtungen handelt, sind dem Verzeichnis Abdrucke der Zulassungsscheine beizufügen.

Aufzeichnungen und Zulassungsscheine sind dem Staatlichen Amt für Arbeitsschutz auf Verlangen vorzulegen.

## 5. Strahlenschutzverantwortliche

Strahlenschutzverantwortliche im Sinne des § 29 StrlSchV/§ 13 RöV sind die Schulträger, die die Schulleiterin oder den Schulleiter mit der Wahrnehmung dieser Aufgaben nach ihren Weisungen gemäß § 20 Abs. 4 Schulverwaltungsgesetz (BASS 1–2) beauftragen. Die Aufgaben der Strahlenschutzverantwortlichen ergeben sich aus der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung. Hierzu gehören insbesondere

- die Anzeige des Beginns der Tätigkeit nach § 4 Abs. 1 StrlSchV oder nach § 4 Abs. 2 RöV beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz,
- die Anzeige der Beendigung des Betriebs nach § 4 Abs. 6 RöV beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz,
- die Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten (§ 29 Abs. 2 StrlSchV/§ 13 Abs. 2 RöV) und die Festlegung ihres innerschulischen Entscheidungsbereichs,
- die Anzeige der Bestellung und des Ausscheidens von Strahlenschutzbeauftragten (§ 29 Abs. 3 StrlSchV/§ 13 Abs. 3 RöV) aus ihrer Funktion beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz,
- die Veranlassung der Überprüfung der Schulröntgeneinrichtungen in Zeitabständen von längstens fünf Jahren durch behördlich bestimmte Sachverständige<sup>19</sup> und die Übersendung einer Durchschrift des Prüfberichts an das Staatliche Amt für Arbeitsschutz (§ 18 Satz 1 Nr. 4 RöV),
- die Buchführung und Anzeige nach § 78 StrlSchV,
- die Anzeige des Abhandenkommens radioaktiver Stoffe (§ 79 StrlSchV) beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz oder bei der örtlichen Ordnungsbehörde,
- die Information des Staatlichen Amtes für Arbeitsschutz bei Stör- und Unfällen,
- Genehmigungsanträge und Anzeigen nach Nr. 2.2.

Die Schulleiterin oder der Schulleiter hat ferner dafür Sorge zu tragen, dass Schülerinnen und Schüler bei der Verwendung von Vorrichtungen nach Nr. 1.3.1 nur in Anwesenheit und unter Aufsicht einer zur Strahlenschutzbeauftragten bestellten Lehrkraft mitwirken.

## 6. Strahlenschutzbeauftragte

### 6.1 Bestellung

An den Schulen sind alle Lehrerinnen und Lehrer, die den erforderlichen Fachkundenachweis erbracht haben und im Unterricht Vorrichtungen nach Nr. 1.3.1 verwenden, von der Schulleiterin oder dem Schulleiter nach § 31 Abs. 4 StrlSchV/§ 13 Abs. 5 RöV zu Strahlenschutzbeauftragten zu bestellen. Dabei ist nach § 29 Abs. 2 StrlSchV/§ 13 Abs. 2 RöV der innerschulische Entscheidungsbereich zu regeln. Insbesondere sind die Sammlungsleitung (einschließlich Vertretung), die Buchführung,

<sup>19</sup> Die Namen und Anschriften der in Nordrhein-Westfalen behördlich bestimmten Sachverständigen können beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz erfragt werden.

die Aufbewahrung und Ausgabe der Schlüssel sowie die Zuständigkeit der Lehrerinnen und Lehrer für ihren Unterrichtsbereich festzulegen.

## **6.2 Fachkundenachweis**

Zur Fachkunde der Strahlenschutzbeauftragten gehört neben den notwendigen fachwissenschaftlichen Kenntnissen die Kenntnis der einschlägigen Schutzbestimmungen.

Als Fachkundenachweis gilt die entsprechende Lehrbefähigung (Physik, Chemie oder entsprechende berufliche Fachrichtungen) in Verbindung mit der Bescheinigung, dass die Strahlenschutzfachkunde in der Ausbildung vermittelt worden ist. Soweit dies nicht in der Ausbildung erfolgt ist, kann die Strahlenschutzfachkunde durch Teilnahme an einer entsprechenden Fortbildungsveranstaltung erworben werden. Solche werden von den Schulaufsichtsbehörden durchgeführt. Sie stellen auf Antrag die Fachkundebescheinigung aus.

## **6.3 Aufgaben**

Die Strahlenschutzbeauftragten sind verantwortlich für die Einhaltung der Schutzbestimmungen für die Verwendung, die Kennzeichnung und die sichere Aufbewahrung sowie die Beseitigung von Vorrichtungen und radioaktiven Stoffen (§ 31 Abs. 2 StrlSchV/§ 15 Abs. 2 RöV). Sie müssen insbesondere darauf achten, dass

- jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt vermieden wird und
- jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der in der Strahlenschutzverordnung oder der Röntgenverordnung festgelegten Grenzwerte so gering wie möglich gehalten wird (§ 28 Abs. 1 StrlSchV/§ 15 Abs. 1 RöV). Dies ist beim bestimmungsgemäßen Gebrauch von intakten, für den Unterricht in Schulen bauartzugelassenen Vorrichtungen regelmäßig der Fall.

## **7. Lagerung und Sicherung**

Vorrichtungen müssen, solange sie nicht verwendet werden, so gelagert werden, dass eine unzulässige Exposition der Umgebung vermieden wird und sie gegen Abhandenkommen und gegen den Zugriff durch Unbefugte geschützt sind. Sie sind in der Regel in einem abschließbaren Stahlblechbehältnis gesondert unter Verschluss aufzubewahren. Röntgeneinrichtungen sind gegen unbefugtes Inbetriebsetzen zu sichern.

## **8. Radioaktive Vorrichtungen**

### **8.1 Kennzeichnung**

Vorrichtungen nach Nr. 1.3.2, die auf Grund einer Genehmigung oder Anzeige verwendet und gelagert werden, sowie die zugehörigen Schutzbehälter und Aufbewahrungsbehältnisse müssen dauerhaft mit dem Strahlenzeichen und dem Wort „RA-



DIOAKTIV“ gekennzeichnet sein. Schutzbehälter und Aufbewahrungsbehältnisse, die mit dem Strahlenzeichen gekennzeichnet sind, dürfen nur zur Aufbewahrung von radioaktiven Stoffen verwendet werden. Sie dürfen nur aus dem Verkehr gezogen oder beseitigt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Kennzeichnung vollständig entfernt und keine Kontamination vorhanden ist.

## **8.2 Verlust**

Das Abhandenkommen von Vorrichtungen nach Nr. 1.3.2 ist dem Staatlichen Amt für Arbeitsschutz oder der örtlichen Ordnungsbehörde unverzüglich anzuzeigen.

## **8.3 Radioaktive Abfälle**

Sollen Vorrichtungen nach Nr. 1.3.2 im Unterricht nicht weiter verwendet werden und ist die Verwendung an einer anderen Schule nicht möglich, so sind sie an die Lieferfirma zurückzugeben oder als radioaktiver Abfall durch die Landesanstalt für Arbeitsschutz, Außenstelle Stetterlicher Forst (Landessammelstelle), 52428 Jülich, Telefon (0 24 61) 44 49, abholen zu lassen. Wer radioaktive Abfälle an die Landesammelstelle übergibt, hat deren Benutzungsordnung in der jeweils gültigen Fassung (SMBl. NW. 8053) zu beachten.

## **9. Verstöße gegen Strahlenschutzvorschriften**






Bei Verstößen gegen die Strahlenschutzverordnung oder die Röntgenverordnung kann gemäß § 87 StrlSchV/§ 46 RöV gegen die Strahlenschutzverantwortlichen oder die Strahlenschutzbeauftragten ein Ordnungswidrigkeitsverfahren eingeleitet werden.

Im Einvernehmen mit dem Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales.



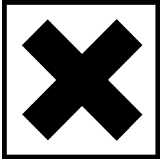



## VII Anhänge

## Anhang 1 Gefahrensymbole, Bezeichnung, Kennbuchstaben und Einstufung nach GefStoffV, Anhang I, Nr. 1–3

Gefährlich <sup>21</sup> ist ein Stoff oder eine Zubereitung mit einer oder mehreren der nachfolgenden Eigenschaften:	Gefahrensymbol	Gefahrenbezeichnung	Kennbuchstabe	Einstufungskriterien und wichtige R-Sätze
1	2	3	4	5
a) sehr giftig		sehr giftig	<b>T+</b> mit R 26 R 27 R 28 R 39	Einstufung der akuten bzw. chronischen Toxizität Letale Dosis (Ratte): LD <sub>50</sub> oral: ≤ 25 mg/kg Körpergewicht LD <sub>50</sub> dermal: ≤ 50 mg/kg Körpergewicht LC <sub>50</sub> inhalativ: ≤ 0,5 mg/l Luft (in 4 h) R 26 Sehr giftig beim Einatmen R 27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut R 28 Sehr giftig beim Verschlucken R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
b) giftig		giftig	<b>T</b> mit R 23 R 24 R 25 R 39 R 48	Einstufung der akuten bzw. chronischen Toxizität Letale Dosis (Ratte): LD <sub>50</sub> oral: 25–200 mg/kg Körpergewicht LD <sub>50</sub> dermal: 50–400 mg/kg Körpergewicht LC <sub>50</sub> inhalativ: 0,5–2 mg/l Luft (in 4 h) R 23 Giftig beim Einatmen R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut R 25 Giftig beim Verschlucken R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
c) gesundheits-schädlich		gesundheits-schädlich	<b>Xn</b> mit R 20 R 21 R 22 R 40 R 42 R 48	Einstufung der akuten bzw. chronischen Toxizität Letale Dosis (Ratte): LD <sub>50</sub> oral: 200–2000 mg/kg Körpergewicht LD <sub>50</sub> dermal: 400–2000 mg/kg Körpergewicht LC <sub>50</sub> inhalativ: 2–20 mg/l Luft (in 4 h) R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen R 21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken R 40 Irreversibler Schaden möglich R 42 Sensibilisierung durch Einatmung möglich R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
d) ätzend		ätzend	<b>C</b> mit R 34 R 35	Gewebe bzw. Materialien werden angegriffen. R 34 Verursacht Verätzungen Zerstörung der Haut bei Einwirkzeit von 4 Stunden R 35 Verursacht schwere Verätzungen Zerstörung der Haut bei Einwirkzeit von 3 Minuten
e) reizend		reizend	<b>Xi</b> mit R 36 R 37 R 38 R 41	Entzündung der Haut, Schädigung der Augen, Reizung der Atemwege R 36 Reizt die Augen R 37 Reizt die Atmungsorgane R 38 Reizt die Haut R 41 Gefahr ernster Augenschäden





<sup>21</sup> Gefährlichkeitsmerkmale nach § 3a Chemikaliengesetz und § 4 Gefahrstoffverordnung. Das Gefährlichkeitsmerkmal in Spalte 1 ist nicht in jedem Fall identisch mit der Gefahrenbezeichnung für die Kennzeichnung, die nach den Maßgaben der Spalten 2 bis 4 erfolgt.

## Gefahrensymbole, Bezeichnung, Kennbuchstaben und Einstufung nach GefStoffV, Anhang I, Nr. 1–3

Gefährlich: <sup>22</sup> ist ein Stoff oder eine Zubereitung mit einer oder mehreren der nachfolgenden Eigenschaften:	Gefahrensymbol	Gefahrenbezeichnung	Kennbuchstabe	Einstufungskriterien und wichtige R-Sätze
1	2	3	4	5
f) sensibilisierend		gesundheitsschädlich	<b>Xn</b> mit R 42  <b>Xn</b> mit R 43	R 42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
g) explosionsgefährlich		explosionsgefährlich	<b>E</b>  mit R 2 R 3	R 2 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich R 3 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich ggf. weitere R-Sätze wie R 1 in trockenem Zustand explosionsgefährlich (z. B. Pikrinsäure) R 19 Kann explosionsgefährliche Peroxide bilden
h) brandfördernd		brandfördernd	<b>O</b>  mit  R 7 R 8 R 9	R 7 Kann Brand verursachen  R 8 Feueregefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen  R 9 Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen
i) hochentzündlich  j) leichtentzündlich  k) entzündlich		hochentzündlich  leichtentzündlich  –	<b>F+</b> mit R 12   <b>F</b>  mit R 11 R 15 R 17  R 10	R 12 Hochentzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt < 0 °C und Siedepunkt ≤ 35 °C. Gasförmige Stoffe und Zubereitungen, entzündlich bei normaler Temperatur und normalem Druck bei Luftkontakt.  R 11 leicht Entzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt < 21 °C, die nicht hochentzündlich sind. Feste Stoffe und Zubereitungen, die durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernung weiterbrennen oder weiterglimmen können  R 15 Reagiert mit Wasser unter Bildung hochentzündlicher Gase  R 17 Selbstentzündlich an der Luft  R 10 Entzündlich Flüssigkeiten mit Flammpunkt ≥ 21 bis ≤ 55 °C



<sup>22</sup> Gefährlichkeitsmerkmale nach § 3a Chemikaliengesetz und § 4 Gefahrstoffverordnung. Das Gefährlichkeitsmerkmal in Spalte 1 ist nicht in jedem Fall identisch mit der Gefahrenbezeichnung für die Kennzeichnung, die nach den Maßgaben der Spalten 2 bis 4 erfolgt.

# Gefahrensymbole, Bezeichnung, Kennbuchstaben und Einstufung nach GefStoffV, Anhang I, Nr. 1–3

Gefährlich <sup>23</sup> ist ein Stoff oder eine Zubereitung mit einer oder mehreren der nachfolgenden Eigenschaften:	Gefahrensymbol	Gefahrenbezeichnung	Kennbuchstabe	Einstufungskriterien und wichtige R-Sätze
1	2	3	4	5
l) krebs- erzeugend	  	giftig   gesundheits-schädlich	<b>T</b> mit R 45 R 49   <b>Xn</b> mit R 40	Kategorie 1: Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebs erzeugend wirken.  Kategorie 2: Stoffe, die als krebs erzeugend für den Menschen angesehen werden sollten.  Besteht die Gefahr einer krebs erzeugenden Wirkung nur beim Einatmen, dann steht R 49 statt R 45 R 45 Kann Krebs erzeugen R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen  Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher krebs-erzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen, um einen Stoff in die Kategorie 2 einzustufen.  R 40 Irreversibler Schaden möglich
m) erbgut- verändernd	  	giftig   gesundheits-schädlich	<b>T</b> mit R 46   <b>Xn</b> mit R 40	Kategorie 1: Stoffe, die auf den Menschen bekanntermaßen erbgutverändernd wirken. Kategorie 2: Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten.  R 46 Kann vererbare Schäden verursachen  Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher erbgut-verändernder Wirkung auf den Menschen zu Besorgnis Anlass geben  R 40 Irreversibler Schaden möglich


<sup>23</sup> Gefährlichkeitsmerkmale nach § 3a Chemikaliengesetz und § 4 Gefahrstoffverordnung. Das Gefährlichkeitsmerkmal in Spalte 1 ist nicht in jedem Fall identisch mit der Gefahrenbezeichnung für die Kennzeichnung, die nach den Maßgaben der Spalten 2 bis 4 erfolgt.

**Gefahrensymbole, Bezeichnung, Kennbuchstaben und Einstufung nach Gef-StoffV, Anhang I, Nr. 1–3**

Gefährlich <sup>24</sup> ist ein Stoff oder eine Zubereitung mit einer oder mehreren der nachfolgenden Eigenschaften:	Gefahrensymbol	Gefahrenbezeichnung	Kennbuchstabe	Einstufungskriterien und wichtige R-Sätze
1	2	3	4	5
n) fortpflanzungsgefährdend (reproduktions-toxisch)	  	giftig  gesundheits-schädlich	<b>T</b> mit R 60 R 61    <b>Xn</b> mit R 62 R 63	Kategorie 1: Stoffe, die beim Menschen die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) bekanntermaßen beeinträchtigen. Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) wirken.  Kategorie 2: Stoffe, die als beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen angesehen werden sollten. Stoffe, die als fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) für den Menschen angesehen werden sollten.  R 60 Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen R 61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen   Kategorie 3: Stoffe, die wegen möglicher Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen zu Besorgnis Anlass geben. Stoffe, die wegen möglicher fruchtschädigender (entwicklungsschädigender) Wirkung beim Menschen zu Besorgnis Anlass geben.  R 62 Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen R 63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen

<sup>24</sup> Gefährlichkeitsmerkmale nach § 3a Chemikaliengesetz und § 4 Gefahrstoffverordnung. Das Gefährlichkeitsmerkmal in Spalte 1 ist nicht in jedem Fall identisch mit der Gefahrenbezeichnung für die Kennzeichnung, die nach den Maßgaben der Spalten 2 bis 4 erfolgt.

## Gefahrensymbole, Bezeichnung, Kennbuchstaben und Einstufung nach GefStoffV, Anhang I, Nr. 1–3

Gefährlich <sup>25</sup> ist ein Stoff oder eine Zubereitung mit einer oder mehreren der nachfolgenden Eigenschaften:	Gefahrensymbol	Gefahrenbezeichnung	Kennbuchstabe	Einstufungskriterien und wichtige R-Sätze
1	2	3	4	5
o) umweltgefährlich		umweltgefährlich	<b>N</b> Mit R 50 R 51 R 52 R 53 R 54 R 55 R 56 R 57 R 58 R 59	Stoffe werden als gefährlich für die Umwelt eingestuft für Gewässer nach: R 50 Sehr giftig für Wasserorganismen bei 96 h LC <sub>50</sub> (Fisch) ≤ 1 mg/l 48 h EC <sub>50</sub> (Daphnia) ≤ 1 mg/l 72 h IC <sub>50</sub> (Alge) ≤ 1 mg/l R 51 Giftig für Wasserorganismen bei 96 h LC <sub>50</sub> (Fisch) ≤ 10 mg/l 48 h EC <sub>50</sub> (Daphnia) ≤ 10 mg/l 72 h IC <sub>50</sub> (Alge) ≤ 10 mg/l R 52 Schädlich für Wasserorganismen bei 96 h LC <sub>50</sub> (Fisch) ≤ 100 mg/l 48 h EC <sub>50</sub> (Daphnia) ≤ 100 mg/l 72 h IC <sub>50</sub> (Alge) ≤ 100 mg/l R 53 Kann in Gewässern langfristig schädliche Wirkungen haben für nicht-aquatische Umwelt nach R 54 Giftig für Pflanzen R 55 Giftig für Tiere R 56 Giftig für Bodenorganismen R 57 Giftig für Bienen R 58 Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben R 59 Gefährlich für die Ozonschicht

<sup>25</sup> Gefährlichkeitsmerkmale nach § 3a Chemikaliengesetz und § 4 Gefahrstoffverordnung. Das Gefährlichkeitsmerkmal in Spalte 1 ist nicht in jedem Fall identisch mit der Gefahrenbezeichnung für die Kennzeichnung, die nach den Maßgaben der Spalten 2 bis 4 erfolgt.



## Anhang 2 Gefährlichkeitsmerkmale (§ 4 Abs. 1 u. 2 GefStoffV)

- (1) Gefährlich sind Stoffe und Zubereitungen, die eine oder mehrere der in § 3a Abs. 1 des Chemikaliengesetzes genannten und in Anhang 1 Nr. 1 näher bestimmten Eigenschaften aufweisen. Sie sind
- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. explosionsgefährlich, wenn sie in festem, flüssigem, pastenförmigem oder gelatinösem Zustand auch ohne Beteiligung von Luftsauerstoff exotherm und unter schneller Entwicklung von Gasen reagieren können und unter festgelegten Prüfbedingungen detonieren, schnell deflagrieren oder beim Erhitzen unter teilweisem Einschluss explodieren,  | <b>explosionsgefährlich</b> |
| 2. brandfördernd, wenn sie in der Regel selbst nicht brennbar sind, aber bei Berührung mit brennbaren Stoffen oder Zubereitungen, überwiegend durch Sauerstoffabgabe, die Brandgefahr und die Heftigkeit eines Brandes beträchtlich erhöhen,  | <b>brandfördernd</b>        |
| 3. hochentzündlich, wenn sie<br>a) in flüssigem Zustand eine extrem niedrige Flammtemperatur und einen niedrigen Siedepunkt haben,<br>b) als Gase bei gewöhnlicher Temperatur und Normaldruck in Mischung mit Luft einen Explosionsbereich haben,   | <b>hochentzündlich</b>      |
| 4. leicht entzündlich, wenn sie<br>a) sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft ohne Energiezufuhr erhitzen und schließlich entzünden können,<br>b) in festem Zustand durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernen in gefährlicher Weise weiterbrennen oder weiterglimmen,<br>c) in flüssigem Zustand eine sehr niedrige Flammtemperatur haben,<br>d) bei Berührung mit Wasser oder mit feuchter Luft hochentzündliche Gase in gefährlicher Menge entwickeln, | <b>leicht entzündlich</b>   |
| 5. entzündlich, wenn sie in flüssigem Zustand eine niedrige Flammtemperatur haben,  | <b>entzündlich</b>          |
| 6. sehr giftig, wenn sie in sehr geringer Menge bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können,  | <b>sehr giftig</b>          |
| 7. giftig, wenn sie in geringer Menge bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können,  | <b>giftig</b>               |
| 8. gesundheitsschädlich, wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können,  | <b>gesundheitsschädlich</b> |

- ätzend** 9. ätzend, wenn sie lebende Gewebe bei Berührung zerstören können,
- reizend** 10. reizend, wenn sie – ohne ätzend zu sein – bei kurzzeitigem, länger andauerndem oder wiederholtem Kontakt mit Haut oder Schleimhaut eine Entzündung hervorrufen können,
- sensibilisierend** 11. sensibilisierend, wenn sie bei Einatmen oder Aufnahme über die Haut Überempfindlichkeitsreaktionen hervorrufen können, sodass bei künftiger Exposition gegenüber dem Stoff oder der Zubereitung charakteristische Störungen auftreten,
- krebserzeugend** 12. krebserzeugend, wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut Krebs erregen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können,
- fortpflanzungsgefährdend** 13. fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch), wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut nicht vererbare Schäden der Nachkommenschaft hervorrufen oder deren Häufigkeit erhöhen (fruchtschädigend) oder eine Beeinträchtigung der männlichen oder weiblichen Fortpflanzungsfunktionen oder -fähigkeit zur Folge haben können,
- erbgutverändernd** 14. erbgutverändernd, wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut vererbare genetische Schäden zur Folge haben oder deren Häufigkeit erhöhen können,
- umweltgefährlich** 15. umweltgefährlich, wenn sie selbst oder ihre Umwandlungsprodukte geeignet sind, die Beschaffenheit des Naturhaushalts von Wasser, Boden oder Luft, Klima, Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen derart zu verändern, dass dadurch sofort oder später Gefahren für die Umwelt herbeigeführt werden können.
- (2) Gefahrstoffe im Sinne des § 19 Abs. 2 des Chemikaliengesetzes sind auch Stoffe und Zubereitungen, die explosionsfähig oder auf sonstige Weise chronisch schädigend sind. Sie sind
- explosionsfähig** 1. explosionsfähig, wenn sie auch ohne Luft durch Zündquellen wie äußere thermische Einwirkungen, mechanische Beanspruchungen oder Detonationsstöße zu einer chemischen Umsetzung gebracht werden können, bei der hochgespannte Gase in so kurzer Zeit entstehen, dass ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird oder im Gemisch mit Luft, wenn nach Wirksamwerden einer Zündquelle eine selbsttätig sich fortpflanzende Flammenausbreitung stattfindet, die im Allgemeinen mit einem sprunghaften Temperatur- und Druckanstieg verbunden ist,
- chronisch schädigend** 2. auf sonstige Weise chronisch schädigend, wenn sie bei wiederholter oder länger andauernder Exposition einen in den Nummern 12 bis 14 nicht genannten Gesundheitsschaden verursachen können.

### Anhang 3 R- und S-Sätze

Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze)

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze –
R 1	In trockenem Zustand explosionsgefährlich
R 2	Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich
R 3	Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich
R 4	Bildet hoch empfindliche explosionsgefährliche Metallverbindungen
R 5	Beim Erwärmen explosionsfähig
R 6	Mit und ohne Luft explosionsfähig
R 7	Kann Brand verursachen
R 8	Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen
R 9	Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen
R 10	Entzündlich
R 11	Leicht entzündlich
R 12	Hochentzündlich
R 14	Reagiert heftig mit Wasser
R 15	Reagiert mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase
R 16	Explosionsgefährlich in Mischung mit brandfördernden Stoffen
R 17	Selbstentzündlich an der Luft
R 18	Bei Gebrauch Bildung explosionsfähiger/leicht entzündlicher Dampf-Luftgemische möglich
R 19	Kann explosionsfähige Peroxide bilden
R 20	Gesundheitsschädlich beim Einatmen
R 21	Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut
R 22	Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
R 23	Giftig beim Einatmen
R 24	Giftig bei Berührung mit der Haut
R 25	Giftig beim Verschlucken
R 26	Sehr giftig beim Einatmen
R 27	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut
R 28	Sehr giftig beim Verschlucken
R 29	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
R 30	Kann bei Gebrauch leicht entzündlich werden
R 31	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze –
R 32	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
R 33	Gefahr kumulativer Wirkung
R 34	Verursacht Verätzungen
R 35	Verursacht schwere Verätzungen
R 36	Reizt die Augen
R 37	Reizt die Atmungsorgane
R 38	Reizt die Haut
R 39	Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
R 40	Irreversibler Schaden möglich
R 41	Gefahr ernster Augenschäden
R 42	Sensibilisierung durch Einatmen möglich
R 43	Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
R 44	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss
R 45	Kann Krebs erzeugen
R 46	Kann vererbare Schäden verursachen
R 48	Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
R 49	Kann Krebs erzeugen beim Einatmen
R 50	Sehr giftig für Wasserorganismen
R 51	Giftig für Wasserorganismen
R 52	Schädlich für Wasserorganismen
R 53	Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
R 54	Giftig für Pflanzen
R 55	Giftig für Tiere
R 56	Giftig für Bodenorganismen
R 57	Giftig für Bienen
R 58	Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben
R 59	Gefährlich für die Ozonschicht
R 60	Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
R 61	Kann das Kind im Mutterleib schädigen
R 62	Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
R 63	Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
R 64	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen
R 65	Gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen
R 66	Wiederholter Kontakt kann zu spröder und rissiger Haut führen
R 67	Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen

Kombination der R-Sätze

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze –
R 14/15	Reagiert heftig mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase
R 15/29	Reagiert mit Wasser unter Bildung giftiger und hochentzündlicher Gase
R 20/21	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 20/22	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken
R 20/21/22	Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und bei Berührung mit der Haut
R 21/22	Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
R 23/24	Giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 23/25	Giftig beim Einatmen und beim Verschlucken
R 23/24/25	Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut
R 24/25	Giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
R 26/27	Sehr giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 26/28	Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken
R 26/27/28	Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut
R 27/28	Sehr giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken
R 36/37	Reizt die Augen und die Atmungsorgane
R 36/38	Reizt die Augen und die Haut
R 36/37/38	Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut
R 39/23	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen
R 39/24	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
R 39/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken
R 39/23/24	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 39/23/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
R 39/24/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 39/23/24/25	Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 39/26	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze –
R 39/27	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
R 39/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken
R 39/26/27	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 39/26/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
R 39/27/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 39/26/27/28	Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 40/20	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen
R 40/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut
R 40/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken
R 40/20/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 40/20/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken
R 40/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 49/20/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 42/43	Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich
R 48/20	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
R 48/21	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut
R 48/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken
R 48/20/21	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut
R 48/20/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken
R 48/21/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken

R-Satz – Nr.	Hinweise auf die besonderen Gefahren – R-Sätze –
R 48/20/21/22	Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 48/23	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen
R 48/24	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut
R 48/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken
R 48/23/24	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut
R 48/23/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken
R 48/24/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 48/23/24/25	Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken
R 50/53	Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
R 51/53	Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
R 52/53	Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben

Sicherheitsratschläge (S-Sätze)

S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze –
S 1	Unter Verschluss aufbewahren
S 2	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
S 3	Kühl aufbewahren
S 4	Von Wohnplätzen fern halten
S 5	Unter ..... aufbewahren (geeignete Flüssigkeit vom Hersteller angeben)
S 6	Unter ..... aufbewahren (inertes Gas vom Hersteller angeben)
S 7	Behälter dicht geschlossen halten
S 8	Behälter trocken halten
S 9	Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
S 12	Behälter nicht gasdicht verschließen
S 13	Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fern halten
S 14	Von ..... fern halten (inkompatible Substanzen sind vom Hersteller anzugeben)
S 15	Vor Hitze schützen
S 16	Von Zündquellen fern halten – Nicht rauchen
S 17	Von brennbaren Stoffen fern halten
S 18	Behälter mit Vorsicht öffnen und handhaben
S 20	Bei der Arbeit nicht essen und trinken
S 21	Bei der Arbeit nicht rauchen
S 22	Staub nicht einatmen
S 23	Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben)
S 24	Berührung mit der Haut vermeiden
S 25	Berührung mit den Augen vermeiden
S 26	Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren
S 27	Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen
S 28	Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel ..... (vom Hersteller anzugeben)
S 29	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen
S 30	Niemals Wasser hinzugießen
S 33	Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen
S 35	Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden



S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze –
S 36	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen
S 37	Geeignete Schutzhandschuhe tragen
S 38	Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen
S 39	Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 40	Fußboden und verunreinigte Gegenstände mit ..... reinigen (Material vom Hersteller anzugeben)
S 41	Explosions- und Brandgase nicht einatmen
S 42	Bei Räuchern/Versprühen geeignetes Atemschutzgerät anlegen u. (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben)
S 43	Zum Löschen ..... (vom Hersteller anzugeben) verwenden (wenn Wasser die Gefahr erhöht, anfügen: „Kein Wasser verwenden“)
S 45	Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)
S 46	Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen
S 47	Nicht bei Temperaturen über ..... °C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben)
S 48	Feucht halten mit .... (geeignetes Mittel vom Hersteller anzugeben)
S 49	Nur im Originalbehälter aufbewahren
S 50	Nicht mischen mit ..... (vom Hersteller anzugeben)
S 51	Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden
S 52	Nicht großflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume zu verwenden
S 53	Exposition vermeiden – vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen
S 56	Diesen Stoff und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen
S 57	Zur Vermeidung einer Kontamination der Umwelt geeigneten Behälter verwenden
S 59	Information zur Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/Lieferanten erfragen
S 60	Dieser Stoff und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen
S 61	Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen
S 62	Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen.
S 63	Bei Unfall durch Einatmen: Verunfallten an die frische Luft bringen und ruhig stellen

Kombination der S-Sätze

S-Satz – Nr.	Sicherheitsratschläge – S-Sätze –
S 1/2	Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren
S 3/7	Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen Ort aufbewahren
S 3/9/14	An einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben)
S 3/9/14/49	Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben)
S 3/9/49	Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren
S 3/14	An einem kühlen, von ..... entfernten Ort aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben)
S 7/8	Behälter trocken und dicht geschlossen halten
S 7/47	Behälter dicht geschlossen und nicht bei Temperaturen über .... °C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben)
S 20/21	Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen
S 24/25	Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden
S 29/56	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen
S 36/37	Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen
S 36/37/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe, Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 36/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 37/39	Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 47/49	Nur im Originalbehälter bei einer Temperatur von nicht über .....°C (vom Hersteller anzugeben) aufbewahren

## Anhang 4 Herstellungs- und Verwendungsverbote nach § 15 und Anhang IV GefStoffV

Stoffe/Stoffgruppen/Verfahren	Bemerkungen
1. Asbest	An Schulen grundsätzlich verboten.
2. 2-Naphthylamin, 4-Aminobiphenyl, Benzidin, 4-Nitrobiphenyl	An Schulen nicht vorkommend.
3. Arsen und seine Verbindungen	Die Herstellungs- und Verwendungsverbote beziehen sich auf bestimmte gewerbliche Produkte, z. B. Schädlingsbekämpfungsmittel.
4. Benzol	In Schulen nur in der gymnasialen Oberstufe für Analyse- sowie wissenschaftliche Lehr- und Ausbildungszwecke gestattet.
5. Antifoulingfarben	In Schulen nicht vorkommend.
6. Bleikarbonate, Bleisulfate	Farben mit Bleikarbonat, Bleihydrokarbonat oder Bleisulfaten dürfen an Schulen nicht verwendet werden.
7. Quecksilber und seine Verbindungen	Die Herstellungs- und Verwendungsverbote beziehen sich auf bestimmte gewerbliche Produkte, z. B. zur Wasseraufbereitung oder zum Schutz von Holz.
8. Zinnorganische Verbindungen	Zinnorganische Verbindungen dürfen nicht zur Wasseraufbereitung verwendet werden.
9. Di- $\mu$ -oxo-di- <i>n</i> -butylstanniohydroxyboran	An Schulen nicht vorkommend.
10. Dekorationsgegenstände, die flüssige gefährliche Stoffe oder Zubereitungen enthalten	Dekorationsgegenstände mit flüssigen Gefahrstoffen dürfen nicht hergestellt werden.
11. Aliphatische Chlorkohlenwasserstoffe	Tetrachlorkohlenstoff, 1,1,2,2-Tetrachlorethan, 1,1,1,2-Tetrachlorethan und Pentachlorethan dürfen an Schulen nur zu Analysezwecken verwendet werden.
12. Pentachlorphenol und seine Verbindungen	Pentachlorphenol und seine Salze dürfen an Schulen grundsätzlich nur zur Analytik verwendet werden.
13. Teeröle	Teeröle dürfen nicht als Holzschutzmittel verwendet werden.
14. Polychlorierte Biphenyle, polychlorierte Terphenyle	Das Herstellungs- und Verwendungsverbot bezieht sich insbesondere auf die Verwendung als Isolierflüssigkeit in Transformatoren.
15. Vinylchlorid	Das Herstellungs- und Verwendungsverbot bezieht sich auf Erzeugnisse, die Vinylchlorid als Treibgas enthalten.
16. Starke-Säure-Verfahren zur Herstellung von Isopropanol	Für Schulen nicht relevant.
17. Cadmium und seine Verbindungen	Cadmium und seine Verbindungen dürfen nicht zum Einfärben und als Stabilisierungsmittel von bestimmten Kunststoffen verwendet werden.
18. Monomethyltetrachlordiphenylmethan, Monomethyldichlorphenylmethan, Monomethyldibromdiphenylmethan	Für Schulen nicht relevant.
19. Kühlschmierstoffe	Kühlschmierstoffe mit nitrosierenden Agenzien (N-Nitrosamine und deren Ausgangsverbindungen) dürfen nicht verwendet werden.
20. 1,1,1-Trichlor-2,2-bis(4-chlorphenyl)ethan	DDT darf nicht hergestellt und verwendet werden.

## **Anhang 5 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz**

### **§ 1 Beurteilung der Arbeitsbedingungen**

- (1) Der Arbeitgeber muss rechtzeitig für jede Tätigkeit, bei der werdende oder stillende Mütter durch die chemischen Gefahrstoffe, biologischen Arbeitsstoffe, physikalischen Schadfaktoren, die Verfahren oder Arbeitsbedingungen nach Anlage 1 dieser Verordnung gefährdet werden können, Art, Ausmaß und Dauer der Gefährdung beurteilen. Die Pflichten nach dem Arbeitsschutzgesetz bleiben unberührt.
- (2) Zweck dieser Beurteilung ist es,
  1. alle Gefahren für die Sicherheit und Gesundheit sowie alle Auswirkungen auf Schwangerschaft oder Stillzeit der betroffenen Arbeitnehmerinnen abzuschätzen und
  2. die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen zu bestimmen.
- (3) Der Arbeitgeber kann zuverlässige und fachkundige Personen schriftlich damit beauftragen, ihm obliegende Aufgaben nach dieser Verordnung in eigener Verantwortung wahrzunehmen.

### **§ 2 Unterrichtung**

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, werdende oder stillende Mütter sowie die übrigen bei ihm beschäftigten Arbeitnehmerinnen und, wenn ein Betriebs- oder Personalrat vorhanden ist, diesen über die Ergebnisse der Beurteilung nach § 1 und über die zu ergreifenden Maßnahmen für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zu unterrichten, sobald das möglich ist. Eine formlose Unterrichtung reicht aus. Die Pflichten nach dem Arbeitsschutzgesetz sowie weitergehende Pflichten nach dem Betriebsverfassungs- und dem Personalvertretungsgesetz bleiben unberührt.

### **§ 3 Weitere Folgen aus der Beurteilung**

- (1) Ergibt die Beurteilung nach § 1, dass die Sicherheit oder Gesundheit der betroffenen Arbeitnehmerinnen gefährdet ist und dass Auswirkungen auf Schwangerschaft oder Stillzeit möglich sind, so trifft der Arbeitgeber die erforderlichen Maßnahmen, damit durch eine einstweilige Umgestaltung der Arbeitsbedingungen und gegebenenfalls der Arbeitszeiten für werdende oder stillende Mütter ausgeschlossen wird, dass sie dieser Gefährdung ausgesetzt sind.
- (2) Ist die Umgestaltung der Arbeitsbedingungen oder gegebenenfalls der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung des Standes von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstiger gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse nicht möglich oder wegen des nachweislich unverhältnismäßigen Aufwandes nicht zumutbar, so trifft der Arbeitgeber die erforderlichen Maßnahmen für einen Arbeitsplatzwechsel der betroffenen Arbeitnehmerinnen.
- (3) Ist der Arbeitsplatzwechsel nicht möglich oder nicht zumutbar, dürfen werdende oder stillende Mütter so lange nicht beschäftigt werden, wie dies zum Schutze ihrer Sicherheit und Gesundheit erforderlich ist.

### **§ 4 Verbot der Beschäftigung**

- (1) Werdende oder stillende Mütter dürfen nicht mit Arbeiten beschäftigt werden, bei denen die Beurteilung ergeben hat, dass die Sicherheit oder Gesundheit von

Mutter oder Kind durch die chemischen Gefahrstoffe, biologischen Arbeitsstoffe, physikalischen Schadfaktoren oder die Arbeitsbedingungen nach Anlage 2 dieser Verordnung gefährdet wird. Andere Beschäftigungsverbote aus Gründen des Mutterschutzes bleiben unberührt.

- (2) § 3 gilt entsprechend, wenn eine Arbeitnehmerin, die eine Tätigkeit nach Absatz 1 ausübt, schwanger wird oder stillt und ihren Arbeitgeber davon unterrichtet.

#### § 5 Besondere Beschäftigungsbeschränkungen

##### (1) Nicht beschäftigt werden dürfen

1. werdende oder stillende Mütter mit sehr giftigen, giftigen, gesundheits-schädlichen oder in sonstiger Weise den Menschen chronisch schädigenden Gefahrstoffen, wenn der Grenzwert überschritten wird;
2. werdende oder stillende Mütter mit Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen, die ihrer Art nach erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können, wenn sie den Krankheitserregern ausgesetzt sind;
3. werdende Mütter mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgut-verändernden Gefahrstoffen;
4. stillende Mütter mit Gefahrstoffen nach Nummer 3, wenn der Grenzwert überschritten ist;
5. gebärfähige Arbeitnehmerinnen beim Umgang mit Gefahrstoffen, die Blei oder Quecksilberalkyle enthalten, wenn der Grenzwert überschritten wird;
6. werdende oder stillende Mütter in Druckluft (Luft mit einem Überdruck von mehr als 0,1 bar).

In Nummer 2 bleibt § 4 Abs. 2 Nr. 6 des Mutterschutzgesetzes unberührt. Nummer 3 gilt nicht, wenn die werdenden Mütter bei bestimmungsgemäßigem Umgang den Gefahrstoffen nicht ausgesetzt sind.

- (2) Für Absatz 1 Satz 1 Nr. 1 bis 5 gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung entsprechend.

### **Anlage 1 der Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz**

#### **Nicht erschöpfende Liste der chemischen Gefahrstoffe und biologischen Arbeitsstoffe, der physikalischen Schadfaktoren sowie der Verfahren und Arbeitsbedingungen nach § 1 Abs. 1**

##### A. Gefahr- und Arbeitsstoffe (Agenzien) und Schadfaktoren

##### 1. Chemische Gefahrstoffe

Folgende chemische Gefahrstoffe, soweit bekannt ist, dass sie die Gesundheit der schwangeren Arbeitnehmerin und des ungeborenen Kindes gefährden und soweit sie noch nicht in Anlage 2 dieser Verordnung aufgenommen sind:

- a. nach der Richtlinie 67/548/EWG beziehungsweise nach § 4a der Gefahrstoffverordnung als R 40, R 45, R 46 und R 61 gekennzeichnete Stoffe, sofern sie noch nicht in Anlage 2 aufgenommen sind,
- b. die in Anhang I der Richtlinie 90/394/EWG aufgeführten chemischen Gefahrstoffe,

- c. Quecksilber und Quecksilberderivate,
  - d. Mitosehemmstoffe,
  - e. Kohlenmonoxid,
  - f. gefährliche chemische Gefahrstoffe, die nachweislich in die Haut eindringen.
2. Biologische Arbeitsstoffe  
 Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppen 2 bis 4 im Sinne des Artikels 2 Buchstabe d der Richtlinie 90/679/EWG, soweit bekannt ist, dass diese Arbeitsstoffe oder durch die sie bedingten therapeutischen Maßnahmen die Gesundheit der schwangeren Arbeitnehmerin und des ungeborenen Kindes gefährden und soweit sie noch nicht in Anlage 2 dieser Verordnung aufgenommen sind.
3. Physikalische Schadfaktoren, die zu Schädigungen des Fötus führen und/oder eine Lösung der Plazenta verursachen können, insbesondere
- a. Stöße, Erschütterungen oder Bewegungen,
  - b. Bewegen schwerer Lasten von Hand, gefahrenträchtig insbesondere für den Rücken- und Lendenwirbelbereich,
  - c. Lärm,
  - d. ionisierende Strahlungen,
  - e. nicht ionisierende Strahlungen,
  - f. extreme Kälte und Hitze,
  - g. Bewegungen und Körperhaltungen, sowohl innerhalb als auch außerhalb des Betriebes, geistige und körperliche Ermüdung und sonstige körperliche Belastungen, die mit der Tätigkeit der werdenden oder stillenden Mutter verbunden sind.
- B. Verfahren  
 Die in Anhang I der Richtlinie 90/394/EWG aufgeführten industriellen Verfahren.
- C. Arbeitsbedingungen  
 Tätigkeiten im Bergbau unter Tage.

### **Anlage 2 der Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz**

#### **Nicht erschöpfende Liste der chemischen Gefahrstoffe und biologischen Arbeitsstoffe, der physikalischen Schadfaktoren und der Arbeitsbedingungen nach § 4 Abs. 1**

##### A. Werdende Mütter

1. Gefahr- und Arbeitsstoffe (Agenzien) und Schadfaktoren
- a. Chemische Gefahrstoffe  
 Blei und Bleiderivate, soweit die Gefahr besteht, dass diese Gefahrstoffe vom menschlichen Organismus absorbiert werden. Die Bekanntmachungen des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung nach § 52 Abs. 3 der Gefahrstoffverordnung sind zu beachten.
  - b. Biologische Arbeitsstoffe  
 Toxoplasma,  
 Rötelvirus,

außer in Fällen, in denen nachgewiesen wird, dass die Arbeitnehmerin durch Immunisierung ausreichend gegen diese Arbeitsstoffe geschützt ist.

c. Physikalische Schadfaktoren

Arbeit bei Überdruck, zum Beispiel in Druckkammern, beim Tauchen.

2. Arbeitsbedingungen

Tätigkeiten im Bergbau unter Tage.

B. Stillende Mütter

1. Gefahrstoffe (Agenzien) und Schadfaktoren

a. Chemische Gefahrstoffe

Blei und Bleiderivate, soweit die Gefahr besteht, dass diese Gefahrstoffe vom menschlichen Organismus absorbiert werden.

b. Physikalische Schadfaktoren

Arbeit bei Überdruck, zum Beispiel in Druckkammern, beim Tauchen.

2. Arbeitsbedingungen

Tätigkeiten im Bergbau unter Tage.

**Anhang 6 Liste explosionsgefährlicher Stoffe (nach § 2 Abs. 6 SprengG (Auszug))**

Explosionsgefährlicher Stoff	Kennbuchstabe	Krebsgefahr	H S	R <sub>E</sub> - und R <sub>F</sub> -gruppe	Bemerkungen
Ammoniumdichromat	T E	K2			
Ammoniumperchlorat	Xn E				
Ammoniumpikrat	E				
Azodisobutyronitril	T E				
Bleiazid	Xn E			R <sub>E</sub> 1	
tert.-Butylhydroperoxid	C E				dgl. Cumolhydroperoxid
Cellulosenitrate	E				Nitrocellulose, mit mehr als 12,6% N mit w < 15% H <sub>2</sub> O
Cyclohexanonperoxid	C E		H S		mit w < 32% H <sub>2</sub> O
Dibenzoylperoxid	Xi E				Benzoylperoxid, mit w < 32% H <sub>2</sub> O
Dinitroaminophenol	T E				Pikraminsäure
Glycerindinitrat	T+ E				
Glycerintrinitrat	T+ E		H		Nitroglycerin; dgl. auch „Zuckernitrate“
Glycoldinitrat	T+ E		H		
Hydrazinnitrat	T E				
Nitromethan	Xn E				
Quecksilber(II)-fulminat	T E				Knallquecksilber
Silberazid	E				
Silberfulminat	E				Knallsilber
Trinitrobenzole	T+ E				
Trinitrophenol (Pikrinsäure)	T E		H		wasserfrei bzw. mit w < 23% H <sub>2</sub> O; auch Salze der Pikrinsäure; dgl. auch Trinitrophenolderivate; bei w >= 50% H <sub>2</sub> O entfällt das Gefahrensymbol E
Trinitrotoluol	T E		H		Sprengstoff „TNT“

Mischungen, die keine Verbindungen aus Teil 1 enthalten<sup>26</sup>, sowie Mischungen aus oxidierenden und brennbaren Bestandteilen mit Zusatz oder ohne Zusatz von inerten Bestandteilen

#### **Chlorat-Mischungen**

mit rotem Phosphor  
mit Zucker  
mit Schwefel  
mit brennbaren Bestandteilen  
sowie andere Zusätze

#### **Perchlorat-Mischungen**

mit rotem Phosphor  
mit Zucker  
mit Holzkohle  
mit brennbaren Bestandteilen  
sowie andere Zusätze wie Metalle

#### **Nitrat-Mischungen**

mit Schwefel  
mit Holzkohle  
mit brennbaren Bestandteilen  
sowie andere Zusätze wie Metalle

#### **sonstige Mischungen**

- Hexachlorethan-Mischungen mit Metallen
- Bleioxid-Mischungen mit Metallen bzw. brennbaren Bestandteilen
- Natriumazid-Mischungen mit Metalloxiden bzw. -sulfiden
- Bleichromat und Mischungen mit oxidierbaren Bestandteilen
- Kaliumpermanganat-Mischungen mit Metallen bzw. brennbaren Bestandteilen
- Eisen(II)oxid, Mangan(IV)-oxid, Aluminium
- Kupferoxid-Mischungen mit Lithium

## **Anhang 7 Modellrechnung „Dauerhaft sichere Einhaltung des Grenzwertes“**

**1. Beispiel:** Bei einer **Dünnschichtchromatografie** arbeiten 10 Gruppen (Schülerinnen und Schüler) mit dem Lösemittel 2-Propanol. Beim Einsetzen einer Platte in die Kammer treten 0,3 ml 2-Propanol aus, beim Herausnehmen der Platte treten nochmals 0,3 ml 2-Propanol aus. Jede Platte trägt 15 ml 2-Propanol, welche beim Trocknen am Schülerarbeitsplatz in die Raumluft verdampfen.

**Frage:** Wie viel 2-Propanol darf verdampfen, bis der MAK-Wert in der Raumluft erreicht ist?

Dürfen auf Grund der unter 1. ermittelten Bedingung die DC-Platten am Schülerarbeitsplatz getrocknet werden, wenn eine vollständige Verdampfung angenommen wird?

**Daten:** MAK-Wert von 2-Propanol (200 ml/m<sup>3</sup> (ppm) bzw. 500 mg/m<sup>3</sup>);  
Dichte  $\rho = 0,78 \text{ g/cm}^3$  bzw.  $\rho = 780 \text{ mg/ml}$  (bei 20 °C);  
Raumvolumen  $V_{(\text{Raum})} = 250 \text{ m}^3$

Nach der Einstufung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gilt für eine bestehende Schwangerschaft, dass ein Risiko der Fruchtschädigung ausgeschlossen werden kann, wenn der MAK-Wert eingehalten wird (Gruppe C)

**Annahme:** Schlagartiges Verdampfen des 2-Propanols beim Trocknen der DC-Platten.

<sup>26</sup> Liste der explosionsgefährlichen Stoffe nach § 2 Abs. 6 Satz 2 SprengG (Altstoffliste)



Berechnung: Zulässiges Flüssigkeitsvolumen an 2-Propanol  $V_{(zul)}$ , bei dessen vollständigem Verdampfen der MAK-Wert in der Raumluft erreicht wird:

$$V_{(zul)} = V_{(Raum)} \cdot \frac{\text{MAK-Wert [mg/m}^3\text{]}}{\text{Dichte [mg/ml]}}$$

$$V_{(zul)} = 250 \text{ [m}^3\text{]} \cdot \frac{500 \text{ [mg/m}^3\text{]}}{780 \text{ [mg/ml]}} = 160 \text{ ml}$$

Der MAK-Wert wird erreicht, wenn eine Portion von  $V_{(zul)} = 160 \text{ ml}$  an 2-Propanol verdampft.

Antwort: 10 Schülerarbeitsgruppen setzen beim Experimentieren  $10 \cdot 15 \text{ ml}$  sowie  $10 \cdot 0,6 \text{ ml}$  2-Propanol frei, insgesamt  $156 \text{ ml}$ . Die Bedingungen sind eingehalten. Die maximale Expositionszeit unter MAK-Wert-Bedingungen darf 2 Zeitstunden betragen.

## 2. Beispiel: Lösen von Schwefel in Aceton im Schülerversuch

Hinweis zur Löslichkeit von Schwefel in verschiedenen Lösemitteln bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Schwefelkohlenstoff	30,00 g/100 g
Aceton	2,50 g/100 g
Benzol	1,20 g/100 g
m-Xylol	1,14 g/100 g
Ethanol (abs.)	0,05 g/100 g
Methanol	0,03 g/100 g

Frage: Wie viel Milliliter Aceton darf an 10 Schülergruppen verteilt werden, so dass die Bedingungen der maximal zulässigen Belastung bei Raumlüftung eingehalten werden?

Daten: MAK-Wert von Aceton ( $500 \text{ ml/m}^3$  (ppm) bzw.  $1200 \text{ mg/m}^3$ );  
Dichte  $\rho = 0,79 \text{ g/cm}^3$  bzw.  $\rho = 790 \text{ mg/ml}$  (bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ );  
Raumvolumen  $V_{(Raum)} = 240 \text{ m}^3$  (Raumgröße:  $10 \text{ m} \cdot 8 \text{ m} \cdot 3 \text{ m}$ , entspricht  $240 \text{ m}^3$ )

Annahme: Schlagartiges Verdampfen des Acetons beim Eindampfen.

Berechnung: Zulässiges Flüssigkeitsvolumen an Aceton  $V_{(zul)}$ , bei dessen vollständigem Verdampfen der MAK-Wert in der Raumluft erreicht wird:

$$V_{(zul)} = V_{(Raum)} \cdot \frac{\text{MAK-Wert [mg/m}^3\text{]}}{\text{Dichte [mg/ml]}}$$

$$V_{(zul)} = 240 \text{ [m}^3\text{]} \cdot \frac{1200 \text{ [mg/m}^3\text{]}}{790 \text{ [mg/ml]}} = 365 \text{ ml}$$

Der MAK-Wert wird erreicht, wenn eine Portion von  $V_{(zul)} = 365 \text{ ml}$  an Aceton verdampft.

Antwort: Die Bedingungen sind eingehalten, wenn jede der 10 Schülergruppe etwa 36 ml Aceton zur Verfügung hat. Die maximale Expositionszeit darf 2 Zeitstunden betragen.

**3. Beispiel:** Im Chemieübungsraum bereitet die Lehrerin eine **Bromierung** vor. Beim Transport des Broms zum Abzug geht ein Gefäß mit 1 ml Inhalt zu Bruch.

Frage: Muss der Chemieübungsraum sofort geräumt werden, wenn 1 ml Brom schlagartig verdampft und sich gleichmäßig im Raum ( $V_{\text{Raum}} = 200 \text{ m}^3$ ) verteilt?

Daten: MAK-Wert von Brom ( $0,1 \text{ ml/m}^3$  (ppm) bzw.  $0,7 \text{ mg/m}^3$ );  
Dichte  $\rho = 3,12 \text{ g/cm}^3$  bzw.  $\rho = 3120 \text{ mg/ml}$  (bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ );  
molare Masse  $\text{Br}_2 = 160 \text{ g/mol}$ ; molares Volumen von  $\text{Br}_2$  ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  
 $1013 \text{ hPa}$ ) =  $24,1 \text{ l/mol}$ ;  
Raumvolumen  $V_{\text{Raum}} = 200 \text{ m}^3$

Annahme: Beim Transport von Brom zum Abzug geht ein Gefäß mit 1 ml Inhalt zu Bruch. Es erfolgt schlagartiges Verdampfen des Broms beim Verschütten.

Berechnung: Bestimmung der Stoffportion  $n(\text{Br}_2)$  und des Volumens  $V(\text{Br}_2)$  von 1 ml  $\text{Br}_2$ .

$$n(\text{Br}_2) = \frac{3,12 \text{ [g]}}{160 \text{ [g/mol]}} = 0,0195 \text{ mol}$$

$$V(\text{Br}_2) = 24100 \text{ [ml/mol]} \cdot 0,0195 \text{ [mol]} = 470 \text{ ml}$$

Antwort: Nach dem Verdampfen von 1 ml  $\text{Br}_2$  herrscht eine Konzentration von  $c(\text{Br}_2) = 470 \text{ ml}/200 \text{ m}^3 = 2,35 \text{ ml/m}^3$  im Chemieübungsraum. Der einzuhaltenen MAK-Wert ( $0,1 \text{ ml/m}^3$ ) ist um mehr als das 23-fache überschritten. Alle Personen müssen den Raum sofort verlassen, wobei weit geöffnete Fenster und ein funktionstüchtiger Abzug eine Schadensbegrenzung darstellen.

## Anhang 8 Tabellen zur Biologie

**Tabelle 1 Sehr stark giftige und gesundheitsschädliche Pflanzen**

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Vorkommen	giftige Teile
<b>Nadelhölzer</b>			
<i>Juniperus sabina L.</i>	Sadebaum	Anlagen und Gärten	alle Pflanzenteile, vor allem Zweigspitzen
<i>Juniperus virginiana L.</i>	Virginische Zeder	Anlagen und Gärten	alle Pflanzenteile
<i>Taxus baccata L.</i>	Eibe	selten im Wald; Parks, Friedhöfe, Gärten	alle Pflanzenteile, ausgenommen der rote Samenmantel
<i>Thuja occidentalis L.</i> <i>Th. orientalis (L.) Franco</i>	Lebensbaum	Anlagen und Gärten Friedhöfe	vor allem Zweigspitzen, auch Zapfen, Holz
<b>Laubhölzer</b>			
<i>Laburnum anagyroides Med.</i>	Goldregen	Zierstrauch/Baum in Gärten und Anlagen	alle Pflanzenteile, vor allem die bohnenähnlichen Schoten
<b>Strauchartige Laubgehölze</b>			
<i>Daphne mezereum L.</i>	Seidelbast	Frühblüher im Wald (rosa), Gärten	alle Pflanzenteile, besonders die roten Beeren
<i>Eonymus europaeus L.</i>	Pfaffenhütchen	Waldränder, Hecken, Gebüsche, am Wasser	alle Pflanzenteile, vor allem die orangeroten Früchte
<i>Lycium halimifolium L.</i>	Bocksdorn	Zierstrauch, oft auch an Böschungen/Dämmen	alle Pflanzenteile einschl. der roten Beeren
<i>Nerium oleander L.</i>	Oleander	Zierpflanze	alle Pflanzenteile
<i>Rhododendron sp.</i>	Rhododendron-Arten	Ziersträucher	Blätter
<i>Rhus toxicodendron L.</i>	Giftsumach (Giftefeu)	selten, nur in botanischen Gärten	alle Pflanzenteile (gelblich weißer Milchsaft)

**Sehr stark giftige und gesundheitsschädliche Pflanzen (Fortsetzung Tabelle 1)**

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Vorkommen	giftige Teile
<b>Krautige Pflanzen</b>			
<i>Aconitum napellus L.</i> <i>A. vulparia Rehb.</i>	Eisenhut (blauer und gelber)	vor allem Bergwälder, auch Zierpflanzen	alle Pflanzenteile, besonders Wurzeln und Samen
<i>Adonis vernalis L.</i>	Frühlings-Adonisröschen	Gärten	alle Pflanzenteile
<i>Agrostemma githago L.</i>	Kornrade	Kornfelder	Samen, alle Pflanzenteile
<i>Aethusa cynapium L.</i>	Hundspetersilie	feuchte Wegränder und Hecken, Waldränder	alle Pflanzenteile
<i>Arum maculatum L.</i>	Aronstab	feuchte Laubwälder	alle Pflanzenteile einschl. der Beeren
<i>Atropa belladonna L.</i>	Tollkirsche	Wälder	alle Pflanzenteile, vor allem die schwarzen Beeren
<i>Bryonia alba L.</i> <i>Bryonia dioica L.</i>	Zaunrübe	feuchte Gebüsche (Kletterpflanzen)	alle Pflanzenteile, besonders Beeren
<i>Chelidonium majus L.</i>	Schöllkraut	Wegränder, Gebüsch	alle Pflanzenteile, bes. der orange-gelbe Milchsaf
<i>Cicuta virosa L.</i>	Wasserschierling	Ufer von Gewässern	alle Pflanzenteile, besonders Stängel und Wurzelstock
<i>Colchicum autumnale L.</i>	Herbstzeitlose	Wiesen	alle Pflanzenteile, besonders Wurzeln und Samen
<i>Conium maculatum L.</i>	Gefleckter Schierling	Ufergebüsche, Wegränder	alle Pflanzenteile
<i>Convallaria majalis L.</i>	Maiglöckchen	Laubwälder	alle Pflanzenteile, bes. Blüten und Frucht
<i>Datura stramonium L.</i>	Stechapfel	Ruderalstellen	alle Pflanzenteile
<i>Digitalis purpurea L.</i>	Roter Fingerhut	Wälder, auch als Zierpflanzen	alle Pflanzenteile

## Sehr stark giftige und gesundheitsschädliche Pflanzen (Fortsetzung Tabelle 1)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Vorkommen	giftige Teile
<b>Krautige Pflanzen (Fortsetzung)</b>			
<i>Helleborus niger L.</i>	Christrose	Gärten	alle Pflanzenteile
<i>Helleborus viridis L.</i>	Grüne Nieswurz	feuchte Wälder, Gärten	alle Pflanzenteile
<i>Hyoscyamus niger L.</i>	Bilsenkraut	Wegränder, Ruderalstellen	alle Pflanzenteile
<i>Nicotinia tabacum L.</i>	Tabak	kultiviert, auch Zierformen	alle Pflanzenteile
<i>Ricinus communis L.</i>	Wunderbaum (Rizinus)	Zierpflanze, gelegentl. auf Ruderalstellen verwildert	Samen
<i>Solanum dulcamara</i>	Bittersüßer Nachtschatten	Wälder, Gebüsche, Ufer	alle Pflanzenteile, vor allem die Beeren
<i>Solanum nigrum L.</i>	Schwarzer Nachtschatten	Wegränder, feuchte Gebüsche	alle Pflanzenteile, vor allem die Beeren
<i>Solanum tuberosum L.</i>	Kartoffel	kultiviert	Beeren, Kraut und Keimling
<i>Veratrum album L.</i>	Weißer Germer	höhere Berghänge	alle Pflanzenteile

## Tabelle 2 Giftpilze

<b>Gruppe 1 Lebenswichtige Organe werden geschädigt oder zerstört</b>			
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Vorkommen	Gefährlichkeitsgrad <sup>27</sup>
<i>Amanita phalloides</i> (und andere <i>amanita</i> )	Grüner Knollenblätterpilz (und andere Knollenblätterpilzarten)	Juli bis November, Laubwälder (unter Eichen und Buchen), auch Parkanlagen	sehr stark giftig
<i>Gyromitra eculenta</i> (Pers.) Fr.	Frühjahrslorchel	März bis Mai, Sandige Kiefernwälder	giftig

<sup>27</sup> Diese Kategorien sind nicht identisch mit denen der Gefahrstoffverordnung. Wegen der Vielfalt des toxikologischen Wirkungsspektrums ist es ratsam, sich bei Verdachtsfällen an die nächste Giftzentrale zu wenden.

## Giftpilze (Fortsetzung Tabelle 2)

<b>Gruppe 2 Wirkung auf das Nervensystem</b>			
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Vorkommen	Gefährlichkeitsgrad
<i>Amanita muscaria</i> (L. ex Fr.) Hooker	Fliegenpilz	August bis November Laub- u. Nadelwälder	stark giftig
<i>Amanita pantherina</i> (DC. ex Fr.) Krbh.	Pantherpilz	Juli bis November Laub- und Nadelwälder (vor allem Sandboden)	stark giftig
<i>Clyocybe spec.</i>	Weißer Trichterling	ab Juli, in Wäldern und auf Wiesen	verschiedene Arten, stark giftig bis giftig
<i>Inocybe patouillardii</i> Bres. (und andere)	Ziegelroter Risspilz (und andere Risspilz- Arten)	Mai bis Juni, Laub- und Nadelwälder (Kalkboden), Parkanlagen, Gärten	stark giftig
<b>Gruppe 3 Lokale Reizwirkung auf die Verdauungsorgane</b>			
<i>Boletus satanas</i> Lenz	Satanspilz	Juli bis September Laubwälder (Kalk- boden)	giftig
<i>Entoloma lividum</i> Quél. (und andere)	Riesenrötling (und andere Rötling-Arten)	Mai bis September Laubwälder, Parkan- lagen, Wegränder	stark giftig
<i>Scleroderma spec.</i>	Kartoffelboviste (mehrere Arten)	Juli bis Oktober, Laub- und Nadelwälder	stark giftig
<i>Trichonoma Pardinum</i> Quél.	Tigerritterling	August bis Oktober Laubmischwälder (vor allem Buche)	stark giftig
<b>Gruppe 4 Verschiedene Auswirkungen</b>			
<i>Coprinus atramentarius</i> (Bull. ex Fr.) Fr.	Falten-Tintling	Mai bis November Laubwälder	giftig in Verbindung mit Alkohol
<i>Claviceps purpurea</i> (Fries) Tul.	Mutterkornpilz	Brotgetreide	stark giftig
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.	Kahler Krempling	Juli bis November Wälder, Grasflächen	giftig

**Tabelle 3 Beispiele für nicht humanpathogene Stämme von Bakterien- und Pilzarten**

<b>Bakterienstämme</b>	<b>besondere Eigenschaften</b>
<i>Aquaspirillum serpens</i> M.A. Williams	spiralige Zellform
<i>Acetobacter acetii</i> M.E. Arends	Essigsäureproduktion
<i>Agrobacterium tumefaciens</i> B 6	Erreger des Pflanzenkrebses
<i>Bacillus megaterium</i> W.W. Ford 19	Endosporen, bes. Zellgröße
<i>Bacillus mycoides</i> N.R. Smith 273	fädige Kolonien
<i>Bacillus subtilis</i> J. Spizizen 168	Stärke- und Proteinabbau
<i>Cellulomonas uda</i> N.R. Smith 136	Celluloseabbau
<i>Erwinia carotovora</i> 904	Fettabbau
<i>Escherichia coli</i> K-12 und Abkömmlinge	bakteriengenetische Versuche
<i>Gluconobacter oxydans</i> ssp.oxydans J.G. Carr	Essigsäureproduktion
<i>Halobacterium salinarium</i> 91-R6	hohe Salztoleranz
<i>Lactobacillus</i> , z.B. <i>L. delbrueckii</i> ssp. bulgaricus 14	Milchsäuerung
<i>Lactococcus</i> , z.B. <i>Lactococcus lactis</i> ssp. Lactis OJ	Milchsäuerung
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> 37 Y	Sauerkrautbereitung
<i>Micrococcus luteus</i> A. Fleming	gelbe Koloniefarbe
<i>Micrococcus roseus</i> O. Bujwid	rosa Koloniefarbe
<i>Micrococcus varians</i> T. Gibson, G33	gelbe Koloniefarbe
<i>Photobacterium phosphoreum</i> NCMB 844	Biolumineszenz
<i>Pseudomonas fluorescens</i> M. Rhodes	schillernde Kolonien
<i>Rhizobium leguminosarum</i> 3 Hoq 18	Stickstofffixierung
<i>Sporosarcina urea</i> M.W. Beijerinck	Harnstoffabbau
<i>Streptococcus salivarius</i> ssp thermophilus P.M.P. Shattock B of R	Milchsäuerung
<i>Streptomyces griseus</i> D 100	Antibiotikaproduktion
<i>Vibrio fischeri</i> NCMB 1281	Biolumineszenz
<i>Vibrio natriegens</i> P. Baumann 111	rapides Wachstum
<i>Xanthomonas campestris</i> NRRL B-1459	Biopolymerproduktion
<b>Hefestämme</b>	<b>besondere Eigenschaften</b>
<i>Candida utilis</i> NRRL Y-900	Biomasseproduktion
<i>Rhodotorula glutinis</i> Rh – 0801	rötliche Kolonien
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Sa-07140 und Abkömmlinge z.B. <i>S. cerev.</i> var. ellipsoides	Bier- und Backwarenherstellung, Weinbereitung
<i>Yarrowia lipolytica</i> MICAS 4-1	Citronensäureproduktion

**Beispiele für nicht humanpathogene Stämme von Bakterien- und Pilzarten (Fortsetzung Tabelle 3)**

<b>Fadenpilzstämmen</b>	<b>besondere Eigenschaften</b>
<i>Agaricus bisporus</i> (Kulturchampignon)	Sporen
<i>Armillaria mellea</i> (Hallimasch)	Cellulose- und Ligninabbau
<i>Botrytis cinerea</i> N 51	Pektinabbau
<i>Penicillium camemberti</i> SP 578	Käseweißschimmel
<i>Penicillium roqueforti</i> Inserm. 596 A	Käseblauschimmel
<i>Phycomyces blakesleeanus</i> M. Delbrück	Gametangiogamie
<b>Viren</b>	<b>besondere Eigenschaften</b>
Bakteriophagen z. B. von <i>Escheria coli</i>	Bakteriolyse

**Tabelle 4 Beispiele für fakultativ pathogene Mikroorganismen**

Folgende Arten fakultativ pathogener Mikroorganismen sollen <b>nicht</b> für Versuche in der Schule verwendet werden:	
Acinetobacter calcoaceticus	Penicillium notatum
Aspergillus nidulans	Proteus vulgaris
Aspergillus niger	Pseudomonas aeruginosa
Aspergillus oryzae	Pseudomonas solanacearum
Bacillus cereus	Pseudomonas tabacci
Bacillus licheniformis	Serratia marcescens
Chromobacterium violaceum	Staphylococcus aureus
Clostridium perfringens	Trichoderma viride
Mucor ssp.	Xanthomonas phaseoli



## Anhang 9 Checkliste zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung in Fachräumen<sup>28</sup>

Schule: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ort, Straße: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

Überprüft am: \_\_\_\_\_

durch: \_\_\_\_\_

(Schulleiter / Sammlungsleiter / Fachlehrer)

- | <b>I Beschaffung, Aufbewahrung, Lagerung</b>   | ja                       | nein                     |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Werden Gefahrstoffe (Chemikalien) ausschließlich über den Fachhandel oder vom Hersteller bezogen?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.1 Werden die Gefahrstoffe in deren Originalgefäßen bzw. in richtig und vollständig gekennzeichneten Gefäßen aufbewahrt?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Werden auch die dazugehörenden Sicherheitsdatenblätter nach § 14 GefStoffV angefordert und den Fachkräften zugänglich gemacht?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Werden angelieferte Gefahrstoffe (Chemikalien) umgehend in einem sicheren Raum (z. B. im Chemiesammlungsraum) eingelagert?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.1 Ist dieser Raum (z. B. der Chemiesammlungsraum, nicht Sekretariat oder dgl.) zur Zwischenlagerung geeignet?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Werden die in der Gefahrstoffliste des Landesinstituts für Schule und Weiterbildung (Soest) mit den Buchstaben C, Xn, Xi, bezeichneten Stoffe und Zubereitungen so aufbewahrt (gelagert), dass sie dem unmittelbaren Zugriff durch Fachfremde nicht zugänglich sind?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Werden die in der Gefahrstoffliste des Landesinstituts für Schule und Weiterbildung (Soest) mit den Buchstaben T+, T oder E bezeichneten Stoffe und Zubereitungen bzw. sonstige sehr giftige, giftige oder explosionsgefährliche Stoffe und Zubereitungen unter Verschluss oder so aufbewahrt (gelagert), dass nur fachkundige Personen Zugang haben? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Werden Natrium, Kalium, Chlorate, Quecksilber, Pikrinsäure so aufbewahrt (gelagert), dass nur fachkundige Personen Zugang haben?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

<sup>28</sup> Diese Checkliste wurde in ihrer Urfassung auf Initiative des ehemaligen Gewerbeaufsichtsamts Paderborn in einem Pilotprojekt an dreißig Schulen in den Kreisen Höxter und Paderborn im November 1992 erprobt.

	ja	nein
7. Sind die vorhandenen Gefahrstoffe		
7.1 listen- und	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 mengenmäßig in einer Übersicht erfasst?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Wird die Übersicht der vorhandenen Gefahrstoffe auf aktuellem Stand gehalten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Sind alle in der Sammlung vorhandenen sehr giftigen, krebserzeugenden, reproduktionstoxischen, erbgutverändernden oder explosionsgefährlichen Stoffe zur Erreichung der Unterrichtsziele unbedingt erforderlich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Erfolgt regelmäßig eine Ersatzstoffprüfung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Werden Stoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauch entwickeln, in wirksam entlüfteten Schränken aufbewahrt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Besitzen diese Aufbewahrungsschränke		
a) eine Schwerkraftentlüftung ins Freie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) ein Absauggebläse (dauernd bzw. in Intervallen) ins Freie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Für den Fall, dass in diesen Schränken zusätzlich brennbare Flüssigkeiten aufbewahrt werden: sind alle Gefäße verschlossen, sind diese Schränke wirksam entlüftet und verhindern diese Wärme- und Sonneneinstrahlung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Werden zur Aufbewahrung (für den Handgebrauch) brennbarer Flüssigkeiten der Gefahrklassen A1, AII, und B im Sinne der VbF (Verordnung über brennbare Flüssigkeiten – VbF) in naturwissenschaftlichen Unterrichts- und Sammlungsräumen ausschließlich Gefäße mit einem maximalen Fassungsvermögen von höchstens 1 Liter eingesetzt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Liegen die Volumina der <b>für den Handgebrauch</b> in jedem Fachbereich vorrätig gehaltenen brennbaren Flüssigkeiten der Gefahrklassen A1, AII und B in den folgenden Obergrenzen in:		
zerbrechlichen Gefäßen: bis zu <b>5 Litern</b> und in	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unzerbrechlichen Gefäßen: bis zu weiteren <b>15 Litern</b> ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Werden die unter Punkt 15 bezeichneten brennbaren Flüssigkeiten in einem vor Wärme und Sonneneinstrahlung geschützten und wirksam entlüfteten Schrank aufbewahrt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Steht für die Aufbewahrung der unter Punkt 15 bezeichneten brennbaren Flüssigkeiten über die Obergrenzen (20 l) hinaus (sowohl Handgebrauch als auch Bevorratung) ein spezieller Lagerraum im Sinne der VbF oder ein zugelassener Sicherheitsschrank nach DIN 12925 Teil 1 bzw. TRbF 22 zur Verfügung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- |   | ja                       | nein                     |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 18. Reichen die zusätzlichen Schutzmaßnahmen im Sinne der VbF aus (z. B. Freihalten von Fluchtwegen, Zugänglichkeit zu Feuerlöschern, Zutrittsverbot für Betriebsfremde, Verhinderung von elektrostatischen Aufladungen)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 19. Werden Behälter mit ätzenden Stoffen nur so hoch gelagert (Höhe über Fußboden), dass sie sicher entnommen und abgestellt werden können (d. h. nicht über Augenhöhe)?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20. Werden Gefahrstoffe, die ätzende Dämpfe abgeben (z. B. Ammoniaklösung, Salzsäure) in Gefäßen mit dichtender Abdeckung (z. B. Originalflasche, Säurekappenflasche usw.) aufbewahrt?                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 21. Werden Druckgasflaschen immer gegen Umstürzen gesichert und vor zu starker Erwärmung geschützt?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 22. Sind alle Räume, in denen Druckgasflaschen aufbewahrt werden, von außen mit dem Warnzeichen „Gasflaschen“ nach DIN 12001 gekennzeichnet?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 23. a) Befinden sich Druckgasflaschen in Räumen zusammen mit brennbaren Flüssigkeiten?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Geht die Menge der brennbaren Flüssigkeiten über den Handgebrauch hinaus?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 24. Ist der unter Punkt 22 bezeichnete Raum zur Aufbewahrung der Druckgasflaschen ausreichend be- und entlüftet (z. B. natürliche Lüftung durch geöffnetes Oberlicht oder Ventilator)?                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 25. Wird für Druckgasflaschen mit brennbaren Gasen ein Schutzbereich (für Gase leichter als Luft gilt: Radius und Höhe je 2 m, ausgehend vom Druckgasflaschenventil) eingehalten, in dem sich keine Zündquellen befinden? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 26. Wurden sehr giftig, giftig und krebserzeugend wirkende Druckgase (z. B. Chlor, Ammoniak) ausgesondert?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 27. Existiert ein Lageplan mit Eintragungen der Standorte der Druckgasflaschen und der brennbaren Flüssigkeiten?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 28. Werden je Raum (bei Lagerung über Erdgleiche) weniger als 14 kg brennbare Flüssiggase gelagert?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## II Unterweisung von Schülerinnen, Schülern und Personal

- |   |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Wurde von der Schulleitung eine Verantwortliche oder ein Verantwortlicher für den Bereich der Gefahrstoffe bestellt? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Erfolgte diese Bestellung gem. § 13 Abs. 2 ArbSchG (Arbeitsschutzgesetz) in schriftlicher Form?                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Existieren Betriebsanweisungen nach § 20 GefStoffV für:<br>a) Lehrpersonal?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- |  | ja                       | nein                     |
|--|--------------------------|--------------------------|
| b) Schüler?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Reinigungspersonal, Hausmeister und sonstige Personen (z. B. für das Wartungs- und Reparaturpersonal)?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Besteht daneben noch eine Laborordnung (z. B. eine allgemeine, für allgemein bildende Schulen freiwillige Betriebsanweisung)?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Genügen die Betriebsanweisungen nach Punkt 3 den vom Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Soest) herausgegebenen Musteranweisungen?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Hängen die Betriebsanweisungen für Schüler und Reinigungspersonal in den entsprechenden Räumen für jeden sichtbar aus?  |                          |                          |
| a) für Schüler   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) für Reinigungspersonal  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Werden das Lehrpersonal, die Schüler, das Reinigungspersonal und der Hausmeister mindestens einmal jährlich gem. § 20 Abs. 2 GefStoffV mündlich und arbeitsplatzbezogen belehrt?  |                          |                          |
| a) Lehrpersonal?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Schüler?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Reinigungspersonal, Hausmeister?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Werden Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung schriftlich festgehalten?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Werden die Schülerinnen und Schüler durch die Fachkräfte zu Beginn eines jeden Schuljahres auf die Regelungen zur Unfallverhütung und auf Schutzeinrichtungen hingewiesen?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Geben Fachlehrerinnen und Fachlehrer durch Schülerversuchsblätter oder durch mündliche Hinweise vor dem Experimentieren gezielte Anweisungen zu den eingesetzten Gefahrstoffen und deren sicherer Handhabung?                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Sind die naturwissenschaftlichen Fachräume soweit in Ordnung, dass das Reinigungs- und Instandhaltungspersonal gefahrlos seine Arbeit verrichten kann?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Werden Reinigungspersonal und Hausmeister (sowie sonstige Personen) über mögliche Gefährdungen (z. B. durch aufgebaute Versuchsanordnungen) und entsprechende Schutzmaßnahmen informiert?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Werden die betroffenen Lehrerinnen über mögliche Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen für gebärfähige Arbeitnehmerinnen informiert (vgl. Listen der krebserzeugenden, reproduktionstoxischen, erbgutverändernden Gefahrstoffe)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- |  | ja                       | nein                     |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 14. Werden Schülerinnen durch die Fachkraft auf Risiken beim Umgang mit krebserzeugenden, reproduktionstoxischen und erbgutverändernden Gefahrstoffen hingewiesen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### III Umgang mit Gefahrstoffen in den Fachräumen

- |   |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Werden die vorhandenen und eingesetzten Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse daraufhin überprüft, ob es sich um Gefahrstoffe handelt?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Wird an der Schule ein zentrales Gefahrstoffkataster (Liste) geführt?<br>Durch wen? _____  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Sind alle Gefahrstoffe – auch Stoffzubereitungen und Erzeugnisse – richtig und vollständig gekennzeichnet?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Enthält die Kennzeichnung von Gefäßen folgende Angaben?  |                          |                          |
| 4.1 Bezeichnung des Stoffes bzw. der Zubereitung  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4.2 Bezeichnung der Bestandteile der Zubereitung  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4.3 Gefahrensymbole mit zugehöriger Gefahrenbezeichnung   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4.4 Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze)   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4.5 Sicherheitsratschläge (S-Sätze)   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4.6 Name, Anschrift und Telefonnr. des Herstellers oder Vertreibers   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4.7 Sind krebserzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Gefahrstoffe der Kategorien 1 und 2 (mit Kennbuchstabe T) außerdem mit folgenden Zusätzen versehen:<br>„Kann Krebs erzeugen“,<br>„Kann Krebs erzeugen beim Einatmen“,<br>„Kann vererbare Schäden verursachen“<br>„Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen“ oder<br>„Kann das Kind im Mutterleib schädigen“? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Sind Standflaschen oder Standgefäße für den Handgebrauch vereinfacht nach den o. a. Ziffern 4.1, 4.2 und 4.3 gekennzeichnet?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Wurden nicht mehr identifizierbare und entbehrliche Gefahrstoffe aus der Sammlung entfernt und entsorgt?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Wurde für jeden Fachbereich geprüft, ob Stoffe mit gesundheitlich geringerem Risiko eingesetzt werden können?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Besitzt der Chemieunterrichtsraum einen Abzug,<br>Tischabzug (wandständig) <input type="checkbox"/><br>Durchreicheabzug <input type="checkbox"/><br>dessen Funktionstüchtigkeit überprüft werden kann z. B. durch:   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- |   | ja                       | nein                     |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 8.1 Wollfäden oder Windrädchen?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8.2 optische bzw. akustische Signaleinrichtungen?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Wird der Abzug mindestens einmal jährlich auf Funktions-tüchtigkeit überprüft (Sichtprüfung durch eine Lehrkraft)?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Besitzt der Abzug geeignete Druckentlastungsflächen (z. B. lose eingelegte Deckenplatten)?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Existiert für den Abzug eine Betriebsanleitung (d.h. eine Gebrauchsanleitung oder Gerätebeschreibung incl. techni-scher Daten) in deutscher Sprache mit Angabe der Ab-stände zur Überprüfung der Überwachungseinrichtungen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Steht im Unterrichtsraum bzw. im Sammlungsraum (oder Nebenraum) ein Waschbecken mit Handbrause zur Verfü-gung?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Stehen im Unterrichtsraum bzw. im Sammlungsraum (oder Nebenraum) ein Seifenspender und Einmalhandtücher zur Verfügung?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### IV Sammeln, Zwischenlagern und Entsorgen von Chemikalienresten

- A) Nach welchen chemischen Abfallarten wird bei der Samm-lung unterschieden?

---



---

- B) In welchen zeitlichen Abständen wird entsorgt?

---



---

- C) Wer ist für die ordnungsgemäße Zwischenlagerung der Chemikalienabfälle im inneren Schulbereich zuständig?

---



---

- |  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Existiert ein schriftliches Entsorgungskonzept?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Werden geeignete Gefäße zur gefahrlosen Aufnahme von Chemikalienresten verwendet (z. B. Flaschen nach DIN 12036 oder DIN 12039, Vierkantflaschen o. Ä.)?                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Sind die Sammelgefäße ordnungsgemäß gekennzeichnet?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Werden die Sammelgefäße und die übrigen Chemikalien-reste bis zur Entsorgung ordnungsgemäß aufbewahrt bzw. zwischengelagert (z. B. entlüfteter Schrank, unter Ver-schluss)? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Werden für die schuleigene Entsorgung sog. „Entsor-gungschemikalien“ bereitgehalten?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- |  | ja                       | nein                     |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 6. Werden die zu entsorgenden Chemikalienabfälle grundsätzlich noch am gleichen Tag in die Sammelgefäße gegeben? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## V Schutzeinrichtungen und Schutzausrüstungen

- |  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Sind Feuerlöscheinrichtungen in Form von tragbaren Feuerlöschern, Feuerlöschdecke (asbestfrei) und Löschsand vorhanden?                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Werden die Feuerlöscher alle zwei Jahre überprüft?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Besteht für den Brandfall ein Alarm- und Fluchtplan?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Sind die Fluchtwege gekennzeichnet?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Sind die Notausgänge gekennzeichnet?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Dient der Alarm- und Fluchtplan als Grundlage wiederholter Belehrungen und praktischer Übungen?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Stehen folgende Schutzausrüstungen griffbereit zur Verfügung?   |                          |                          |
| 7.1 Gestellbrille mit ausreichendem Seitenschutz und geeignete Überbrillen für Brillenträger   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.2 Schutzhandschuhe   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.3 Schutzscheibe  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Steht in unmittelbarer Nähe (Übungs- oder Sammlungsraum) Erste-Hilfe-Material griffbereit zur Verfügung?                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Sind Hinweise zu erste Hilfe angebracht (z. B. Plakat)?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Ist sichergestellt, dass von den Fachräumen der naturwissenschaftlichen Fächer über Telefon jederzeit ein Notruf nach draußen gelangen kann? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Sind Notrufnummern angebracht?   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Bemerkungen:   |                          |                          |

---



---



---



---



---



---

## Anhang 10 Literaturangaben

### 11.1 Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln

(Bezugsquelle: Buchhandel  
oder  
Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449,  
50939 Köln)

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG)

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) einschließlich der Bekanntmachung der Liste der gefährlichen Stoffe und Zubereitungen nach § 4a der Gefahrstoffverordnung (ZH 1/220) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere

- TRGS 001 Allgemeines, Aufbau und Wirksamwerden der TRGS
- TRGS 003 Allgemein anerkannte sicherheitstechnische, arbeitsmedizinische und hygienische Regeln
- TRGS 101 Begriffsbestimmungen
- TRGS 102 Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Stoffe
- TRGS 200 Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen
- TRGS 201 Einstufung und Kennzeichnung von Abfällen zur Beseitigung beim Umgang
- TRGS 222 Verzeichnis der Gefahrstoffe „Gefahrstoffverzeichnis“
- TRGS 402 Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen
- TRGS 440 Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Vorgehensweise (Ermittlungspflichten)
- TRGS 553 Holzstaub
- TRGS 554 Dieselmotoremissionen
- TRGS 555 Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV
- TRGS 614 Verwendungsbeschränkungen für Azofarbstoffe, die in krebserzeugende aromatische Amine gespalten werden können
- TRGS 900 Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz „Luftgrenzwerte“ (ZH 1/401)
- TRGS 903 Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte – BAT-Werte
- TRGS 905 Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe

Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG) einschließlich der Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV) und der Bekanntmachung zur 1. SprengV vom 3. Dezember 1986 „Liste der explosionsgefährlichen Stoffe nach § 2 Abs. 6 SprengG“

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz – KrW-/AbfG)

Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (Gefahrgutverordnung Straße GGVS)

Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (Verordnung über brennbare Flüssigkeiten – VbF) mit zugehörigen Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF), insbesondere



- TRbF 22 Lagereinrichtungen in Arbeitsräumen (Sicherheitsschränke)
- TRbF 100 Allgemeine Sicherheitsanforderungen
- TRbF 110 Läger
- TRbF 143 Ortsbewegliche Gefäße

Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung – DruckbehV) mit zugehörigen Technischen Regeln Druckgase (TRG), insbesondere

- TRG 280 Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter, Betreiben von Druckgasbehältern
- TRG 301 Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter, Druckgaskartuschen, Halterungen und Entnahmeeinrichtungen

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)

Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG)

Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (Mutterschutzgesetz – MuSchG)

Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz (Artikel 1 der Verordnung zur ergänzenden Umsetzung der EG-Mutterschutz-Richtlinie (Mutterschutzrichtlinienverordnung – MuSchRiV))

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV)

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV)

Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen (Röntgenverordnung – RöV)

Tierschutzgesetz (TierSchG)

Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV)

## **11.2 Unfallverhütungsvorschriften**

(Bezugsquelle: Zuständiger Unfallversicherungsträger)

Unfallverhütungsvorschrift Allgemeine Vorschriften (GUV 0.1)

Unfallverhütungsvorschrift Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (GUV 0.7)

Unfallverhütungsvorschrift Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren (GUV 3.8)

Unfallverhütungsvorschrift Verwendung von Flüssiggas (GUV 9.7)

## **11.3 Richtlinien, Sicherheitsregeln, Grundsätze, Merkblätter und andere Schriften**

(Bezugsquelle: Zuständiger Unfallversicherungsträger)

Richtlinien für Schulen – Bau und Ausrüstung (GUV 16.3)

Richtlinien für Laboratorien (GUV 16.17)

Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen – Richtlinien „Statische Elektrizität“ (GUV 19.7)  
 Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung – Explosionsschutz-Richtlinien (GUV 19.8)  
 Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen (GUV 20.5)  
 Merkblatt für Erste-Hilfe-Material (GUV 20.6)  
 Merkblatt für die erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe (GUV 20.10)  
 Regeln für den Einsatz von Augen- und Gesichtsschutz (GUV 20.13)  
 Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen (GUV 20.17)  
 Merkblatt „Erste Hilfe in Schulen“ (GUV 20.26)  
 Brennbare Flüssigkeiten – Ein Experimentalvortrag zur Verhütung und Bekämpfung von Bränden beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten für den naturwissenschaftlichen Unterricht (GUV 57.1.2)  
 Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht (GUV 57.1.29)

#### 11.4 DIN-Normen

(Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin)

DIN 3383 Teil 1	Gasschlauchleitungen und Gasanschlussarmaturen; Sicherheits-Gasschlauchleitungen, Sicherheits-Gasschlaucharmaturen
DIN 3383 Teil 2	Gasschlauchleitungen und Gasanschlussarmaturen; Gasschlauchleitungen für festen Anschluss
DIN 3383 Teil 4	Gasschlauchleitungen und Gasanschlussarmaturen; Sicherheits-Gasanschlussarmaturen und Anschlussstücke für Laboratoriumsschläuche
DIN 3384	Edelstahlschläuche für Gas
DIN 161	Automatische Absperrventile für Gasbrenner und Gasgeräte
DIN 3399	Gasmangelsicherungen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
DIN 3537 Teil 1	Gasabsperrarmaturen bis PN 4; Anforderungen und Anerkennungsprüfung
DIN 3537 Teil 3	Gasabsperrarmaturen bis PN 4; Anforderungen und Anerkennungsprüfung für Laborarmaturen
DIN 4811 Teil 3	Druckregelgeräte für Flüssiggas; Druckregelgeräte mit Sicherheitseinrichtungen mit unregelmäßigem Eingangsdruck für festeingestellte oder einstellbare Ausgangsdrücke bis 4 bar
DIN 4811 Teil 4	Druckregelgeräte für Flüssiggas; Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen mit unregelmäßigem Eingangsdruck für Anlagen mit Flüssiggasflaschen
DIN 4811 Teil 5	Druckregelgeräte für Flüssiggas; Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen mit unregelmäßigem Eingangsdruck für ortsfeste Flüssiggasbehälter
DIN 4811 Teil 6	Druckregelgeräte für Flüssiggas; Druckregelgeräte und Sicherheitseinrichtungen für Anlagen mit regelmäßigem Eingangsdruck
DIN 4815 Teil 1	Schläuche für Flüssiggas; Schläuche mit und ohne Einlagen
DIN 4815 Teil 2	Schläuche für Flüssiggas; Schlauchleitungen

DIN 4817 Teil 1	Absperrarmaturen für Flüssiggas; Begriffe, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung
DIN 4844	Sicherheitskennzeichnung, Teile 1 bis 3
DIN 8542	Schlauchanschlüsse und Schlauchverbindungen für Geräte zum Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren
DIN 12877	Elektrische Laborgeräte; Heizbäder; Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen
DIN 12879 Teil 1	Elektrische Laborgeräte; Flüssigkeitsthermostate; Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen
DIN 12880 Teil 1	Elektrische Laborgeräte; Wärmeschränke; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen, Allgemeine Technische Anforderungen
DIN 12880 Teil 2	Elektrische Laborgeräte; Wärmeschränke; Prüfung
DIN 12897	Laborgeräte aus Metall; Hebebühnen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
DIN 12898	Laborarmaturen, Schlauchtüllen
DIN 12920	Farbige Kennzeichnung der Stellteile von Laborarmaturen nach dem Durchflusstoff
DIN 12924 Teil 1	Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für allgemeinen Gebrauch
DIN 12924 Teil 3	Laboreinrichtungen; Abzüge; Durchreicheabzüge; Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen
DIN 12924 Teil 4	Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge in Apotheken; Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen
DIN 12925 Teil 1	Laboreinrichtungen; Schränke für feuergefährliche flüssige und feste Stoffe; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen
DIN 12925 Teil 2	Laboreinrichtungen; Schränke für Druckgasflaschen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
E DIN 12926 Teil 1	Laboreinrichtungen; Labortische für allgemeinen Gebrauch; Außenmaße, Platzbedarf, Anforderungen und Prüfungen
E DIN 12926 Teil 2	Laboreinrichtungen; Labortische, Geräte-Labortische; Außenmaße, Anforderungen und Prüfungen
DIN 30664 Teil 1	Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien; ohne Ummantelung und Armierung; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
DIN 30665 Teil 1	Gasverbrauchseinrichtungen, Gasbrenner für Laboratorien; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
DIN 58121	Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Glasgeräte und Verbindungsteile
DIN 58123	Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Stellzeuge; Stativstäbe, Muffen, Füße und Tischklemmen
DIN 58125	Schulbau; Bautechnische Anforderungen zur Verhütung von Unfällen
DIN 58126 Teil 3	Sicherheitstechnische Anforderungen an Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Grundanforderungen für Geräte und Teile
DIN 58211 Teil 3	Schutzbrillen; Zusatzanforderungen für Schutzbrillen gegen tropfende oder spritzende Flüssigkeit
DIN 66079	Grafische Symbole zur Information der Öffentlichkeit, Symbole für Behinderte

## 11.5 VDE-Bestimmungen

(Bezugsquelle: VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin)

DIN VDE 0100 Teil 410	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt – Schutzmaßnahmen; Schutz gegen gefährliche Körperströme
DIN VDE 0100 Teil 723	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt – Unterrichtsräume mit Experimentierständen
DIN VDE 0105 Teil 9	Betrieb von Starkstromanlagen – Zusatzfestlegungen für explosionsgefährdete Bereiche
DIN VDE 0105 Teil 12	Betrieb von Starkstromanlagen – Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen
DIN VDE 0106 Teil 1	Schutz gegen elektrischen Schlag; Klassifizierung von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln
DIN VDE 0165	Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen
DIN VDE 0664 Teil 1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung; Fehlerstrom-Schutzschalter für Wechselspannung bis 500 V und bis 36 A
DIN VDE 0789 Teil 100	Unterrichtsräume und Laboratorien: Einrichtungsgegenstände, Sicherheitsbestimmungen für energiever-sorgte Baueinheiten

## 11.6 DVGW-Arbeitsblätter

(Bezugsquelle: Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH,  
Zur Degensmühle 3, 53347 Alfter

G 621 Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen; Installation und Betrieb

## 11.7 MAK-Liste

Die „MAK-Liste“ (Liste maximaler Arbeitsplatzkonzentrationen) wird erstellt und jährlich aktualisiert von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Sie wird in der jeweils geltenden Fassung jährlich als „Grenzwerte-Liste“ veröffentlicht vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung mit folgendem Inhalt:

- Stoffliste mit MAK-Werten
- Technische Richtkonzentrationen (TRK)
- EG-Grenzwerte
- Gefahr der Hautresorption und der Sensibilisierung

## **Anhang 11 Wichtige Sicherheitsanforderungen an Bau und Einrichtung naturwissenschaftlicher Fachräume in allgemein bildenden Schulen**

Die folgenden Regelungen sind jeweils auf Neubauten bzw. im Fall eines Umbaus von Altbauten anzuwenden. Für Altbauten besteht Bestandsschutz, falls keine Übergangsfristen angegeben sind.

### **1 Zugänge und Fluchtwege**

- Sicherung von Fachräumen  
Naturwissenschaftliche Fachräume und Technik-/Werkräume sind gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern. Dies ist z. B. erfüllt durch Türen mit Sicherheitsschloss oder mit Außenknopf und Innenklinke. (Sicherheitsrichtlinien V, 1.1; Empfehlungen der KMK 1.1; GUV 16.3, 4.3.1; DIN 58125 „Schulbau“)
- Rettungswege  
Türen müssen so angeordnet sein, dass sie weder beim Öffnen noch im geöffneten Zustand die erforderliche Breite von Verkehrs- bzw. Rettungswegen einengen. (GUV 16.3, 4.2.5.4; DIN 58125 „Schulbau“, Ziff. 3.11.3 BASchulR)
- Fluchtwege  
Räume mit erhöhter Brandgefahr müssen für den Fluchtfall mindestens zwei günstig gelegene Ausgänge haben. (günstig bedeutet: nicht in derselben Ecke. Ein Fluchtweg ist auch durch den Sammlungsraum oder durch ein besonders gekennzeichnetes Fenster im Erdgeschoss möglich). Die Türen müssen in Fluchtrichtung aufgeschlagen und sie müssen jederzeit während des Unterrichts von innen zu öffnen sein. (GUV 16.3, 4.3.1)

### **2 Abstände und Verkehrswege**

- Abstände in Unterrichtsräumen für Chemie  
Abstand Lehrerelementiertisch – Schülerplätze mindestens 1,20 m. (Bei Altbauten kann ein kleinerer Abstand toleriert werden, wenn eine im Lehrerelementiertisch eingebaute Schutzscheibe vorhanden ist und benutzt wird.). (GUV 16.3, 4.3.1.4)
- Abstand zwischen Arbeitstischen  
In Werkräumen, naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen, Computerräumen muss der Abstand mindestens 0,85 m, beim Arbeiten Rücken an Rücken mindestens 1,50 m betragen. (GUV 16.3, 4.2.7.5)
- Längsgänge  
Empfehlenswert: Einer der zu den Schülerarbeitstischen führenden Längsgänge soll als Rettungsweg mindestens 1,00 m breit sein.
- Transport- und Schülerwege  
Unterrichtsräume und ihre Nebenräume müssen so angeordnet sein, dass beim Transport von Gerät und Material keine zusätzlichen Gefahren entstehen, z. B. kurze stufenlose Transportwege, keine Überkreuzung von Transport- und Schülerwegen. (GUV 16.3, 4.3.1.2)
- Schülerexperimentiertische auf gestuften Böden sind nahe an der Vorderkante aufzustellen und zu befestigen, sodass vor den Tischen keine betretbare Fläche verbleibt. (GUV 16.3, 4.3.1.3)
- Arbeitstische und Energiezellen mit festinstallierten Ver- und Entsorgungsleitungen müssen befestigt, einschlägige Fahrtsche müssen feststellbar sein. (GUV 16.3, 4.2.7.6; DIN 12926 Teil 1)

- Energieentnahmestellen sind so anzuordnen, dass sie gegen unbeabsichtigte mechanische Beschädigung geschützt sind. (GUV 16.3, 4.2.7.7)
- Bodenbeläge  
Für Fußböden müssen sie rutschhemmend (auch nach Pflege) ausgeführt sein, ferner flüssigkeitsundurchlässig und fugendicht. (GUV 16.3, 4.2.3.1, 4.3.1; GUV 16.17, 3.1.4)

### 3 Entlüftung

- Lüftung  
Laboratorien müssen ausreichende, jederzeit wirksame technische Lüftungseinrichtungen haben. Die Raumlüftung kann über die Abzüge gehen. Die abgesaugte Luftmenge muss durch Außenluft zugfrei ersetzt werden können. Die Raumlüftung ist so zu gestalten, dass die volle Leistung des Abzuges erhalten bleibt. Umluft darf bei der Raumlüftung nur verwendet werden, wenn keine Gefahr drohende Anreicherung gefährlicher Stoffe eintreten kann. (GUV 16.17, 3.1.5.1)
- Abzug  
Erforderlich in jedem Chemiefachraum. Neuerrichtete Abzüge müssen DIN 12924 Teil 1 (wandständig) bzw. Teil 3 (Durchreichabzug) in Verbindung mit Teil 1 entsprechen. (GUV 16.3, 4.3.1.5; Sicherheitsrichtlinien I, 4.2; Empfehlungen der KMK 1.3.5.1)
- Luftdurchsatz min. 400 m<sup>3</sup>/h pro laufender Meter Abzugslänge; dies wird von fahrbaren Abzügen nicht erreicht, deshalb ist ein wandständiger Abzug notwendig. Neue Abzüge müssen seit dem 1. 8. 1991 selbsttätig optische und akustische Funktionsfähigkeit signalisieren. (Empfehlungen der KMK 1.3.5.1, Fußnote 7)
- Entlüfteter Chemikalienschrank (Absauggebläse mit Intervallschaltung)  
Gefahrstoffe, die gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Rauche entwickeln, sind in Schränken aufzubewahren, die wirksam entlüftet werden. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.7; GUV 19.16)
- Brennöfen, Holzbearbeitungsmaschinen, Motorprüfstände  
Wenn durch den Brennvorgang Gefahrstoffe an die Luft abgegeben werden, müssen Brennöfen eine Entlüftung ins Freie haben, bzw. es muss sichergestellt werden, dass die freiwerdenden Gase auf andere Weise sicher abgeleitet werden. Absaugeinrichtungen o. Ä. sind auch notwendig bei Holzbearbeitungsmaschinen und Motorprüfständen. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.2)

### 4 Weitere stoffbedingte Baumaßnahmen

- für giftige und krebserzeugende Stoffe:  
Mit T+, T gekennzeichnete Stoffe und Zubereitungen, krebserzeugende Gefahrstoffe und Stoffe, die wie „sehr giftige Stoffe“ zu behandeln sind, müssen diebstahlsicher in einem Schrank oder Raum aufbewahrt werden, der nur fachkundigen Personen zugänglich ist. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.7; Empfehlungen der KMK 1.3.6)
- für radioaktive Stoffe:  
Sie sind in der Regel in einem abzuschließenden Stahlblechbehälter (z. B. Wandschrank) gesondert (diebstahlsicher) aufzubewahren. (Sicherheitsrichtlinien Kapitel VI, 7)
- für brennbare Flüssigkeiten:  
Bis zur Obergrenze von 20 Litern (Handgebrauch) reicht ein entlüfteter Schrank,

wenn er nicht der Wärme- oder Sonnenstrahlung ausgesetzt ist; empfohlen werden Absaugung und Auffangwanne. Für Vorräte, die über den Handgebrauch hinausgehen, ist ein spezieller Lagerraum nach VbF oder ein Sicherheitsschrank nach DIN 12925, Teil 1 (für ca. 60 – max. 200 Liter) erforderlich. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.7; GUV 16.17, 4.8.7 bis 4.8.9)

- für sehr leicht entzündliche Substanzen:  
Stehen diese Stoffe bei Zimmertemperatur unter sehr hohem Dampfdruck, dann sollten sie in einem explosionsgeschützten Kühlschrank mit den Aufschriften „Innenraum explosionsgeschützt“ und „Nur für Chemikalien“ aufbewahrt werden. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)
- für Druckgasflaschen:  
Raum mit ausreichender Be- und Entlüftung, für Wasserstoff geöffnetes Oberlicht oder Abluftventilator, Warnzeichen „Gasflaschen“ nach DIN 12 001, Abstellvorrichtung (auch fahrbar) oder Stellplatz mit Ketten oder Rohrschellen. Nicht in der Nähe von Heizkörpern abstellen (Abstand min. 0,5 m). (Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)

## 5 Elektrische Installation

- Schalter für elektrische Anlagen  
Die Stromkreise der Vorführ- und Übungsstände werden über einen zentralen Schalter eingeschaltet. Schülerexperimentiertische müssen separat eingeschaltet werden können. Die Schalter müssen eine Einrichtung gegen unbefugtes Schalten haben (z. B. Schlüsselschalter). Die Zuordnung der Schalter und deren Schaltzustand müssen eindeutig erkennbar sein. Die Schalter sollen so angeordnet sein, dass beim Einschalten der Blick auf die Schüler möglich ist. (VDE 0100, Teil 723, 4.1)
- Not-Aus-Schalter<sup>29</sup>  
Für alle Experimentiersteckdosen. Rote Pilzdrucktaster über gelbem Hintergrund am Lehrereperimentiertisch und an den Ausgängen. (VDE 0100, Teil 723 A 1)
- Fehlerstromschutzschalter (FI-Schutzschalter)  
FI-Schutzschalter mit Nenn-Fehlerstrom vom max. 30 mA für die Experimentiersteckdosen. (VDE 0100, Teil 723, 4.3)
- Schutz vor berührungsgefährlichen Spannungen  
Fremde leitfähige Teile im Handbereich um einen Experimentierstand (z. B. Wasserleitungen, Gashähne) müssen isoliert oder abgedeckt oder umhüllt oder über Potenzialausgleichsleiter (Mindestquerschnitt 4 mm<sup>2</sup> Kupferleitung) miteinander und mit dem Schutzleiter verbunden sein. (VDE 0100, Teil 723, 4.5)
- Fußböden  
Um Experimentierstände müssen Fußböden isolierend ausgeführt oder in den Potenzialausgleich einbezogen sein (isolierend sind z. B. PVC-, Linoleum-, oder Gummipollenboden). Bei nicht isolierenden Böden wie Stein- oder Keramikfliesenboden darf eine isolierende, rutschsichere Matte verwendet werden. Linoleum ist für Chemieräume weniger geeignet, da es nicht säurebeständig ist. (VDE 0100, Teil 723, 7)

<sup>29</sup> Not-Aus-Einrichtung und FI-Schutzschalter werden allerdings vom Gemeindeunfallversicherungsverband (GUVV) in Schulen verlangt, die Nachrüstung kann vom GUVV angeordnet werden.

- Telefonbuchsen  
Erwünscht: Von 5 Telefonbuchsen (bei Neueinrichtung als Sicherheitsbuchsen) an den Tischen führen 4 Leitungen zu 4 entsprechenden Buchsen am Lehrer-Experimentiertisch (Parallelschaltung der Tische mit Drähten vom 2 mm<sup>2</sup> Querschnittfläche). Über diese 4 Wahlleitungen kann der Lehrer Schutzkleinspannungen an die Tische legen. Die 5. Buchse ist als Erdungsbuchse vorgesehen.
- Prüffristen  
Prüfung der elektrischen Anlagen und ortsfesten Betriebsmittel mindestens alle 4 Jahre durch eine Elektrofachkraft (z. B. Elektrofachkraft der Kommune). In explosionsgefährdeten Räumen mindestens alle 3 Jahre. (GUV 2.10 § 5)  
Prüfung nicht ortsfester elektrischer Anlagen und Anschlussleitungen mit Steckern durch eine Elektrofachkraft mindestens in jährlichem Abstand, bei geringer Fehlerquote kann die Frist verlängert werden, Sichtprüfung vor jeder Benutzung. (GUV 2.10 § 5)

## 6 Gasinstallation

- Gasabsperreinrichtung  
Zentrale Gasabsperreinrichtung für alle Gasleitungen eines Raumes. Das Bedienteil muss leicht erreichbar (z. B. am Lehrertisch) und muss gegen unbefugtes Öffnen gesichert sein (z. B. Schlüsselschalter oder verschließbares Kästchen). (DVGW-Arbeitsblatt G 621, 6.3.1)  
Bei herkömmlichen Gasanschlussarmaturen (Schlauchtüllen an Einzelabsperrventilen) muss für die Übungsstände (Schülertische zusammen) zusätzlich zur zentralen Gasabspernung eine weitere Absperreinrichtung (Zwischenabsperreinrichtung) und eine Gasmangelsicherung hinzukommen, die sicherstellt, dass nur dann Gas eingelassen werden kann, wenn sämtliche Gasanschlussarmaturen geschlossen sind. (DVGW-Arbeitsblatt G 621, 6.3.2; GUV 16.3, 4.3.1.1)
- Sicherheitsgasanschlussarmaturen  
Bei Sicherheitsgasanschlussarmaturen (Sicherheitsklinken an den Einzelabsperrventilen) entfallen die Zwischenabsperreinrichtung und die Gasmangelsicherung. Dafür müssen Laborbrenner, Anschlusschlauch und Anschlussstück fest miteinander verbunden sein. (GUV 16.3, 4.3.1.1 fordert zwar eine Zwischenabsperreinrichtung für Schülertische. Diese kann durch den höheren Sicherheitsstandard der DVGW in diesem Falle entfallen). (DVGW-Arbeitsblatt G 621, 6.3.2)
- Armaturen  
Bei Gasversorgungsanlagen müssen Auslaufhähne so gestaltet sein, dass ein unbeabsichtigtes Öffnen verhindert wird und der Einlasszustand erkennbar ist. (GUV 16.3, 4.3.1; Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)
- Brenner  
Ortsbewegliche Standbrenner, wie z. B. Bunsenbrenner, müssen standsicher ausgeführt sein. (GUV 9.7)
- Gasschläuche  
Nur Laborschläuche mit DVGW-Aufdruck verwenden, schadhafte Schläuche müssen entfernt werden. Die Schläuche müssen gegen Abrutschen gesichert werden. (DVGW-Arbeitsblatt G 621, 6.2; GUV 16.17, 4.7.2, 4.7.4; Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)



- Prüfung  
Armaturen und Schläuche an Gasleitungen und Gasbrennern müssen häufig auf Schäden überprüft werden. (GUV 16.17, 4.7.4; Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)

## 7 Besonderes bei Flüssiggas

- Propangasflasche  
In Laboratorien und Unterrichtsräumen darf je Raum 1 Flasche mit maximal 14 kg Füllgewicht aufgestellt werden. (GUV 9.7; Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)
- Druckgasbehälter  
Druckgasbehälter, insbesondere Einwegbehälter mit brennbaren Flüssiggasen dürfen nicht in Räumen unter Erdgleiche gelagert oder verwendet werden. Aufstellungsräume oder Schränke müssen ausreichend be- und entlüftet sein. (GUV 9.7; Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)
- Prüfung  
Ortfeste Flüssiggas-Anlagen mindestens alle 4 Jahre durch Sachkundige prüfen lassen. (GUV 9.7; Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)  
Anlagen mit Einwegbehältern müssen nach jeder Benutzung auf geschlossene Ventile und äußerlich erkennbare Mängel geprüft werden. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.7)

## 8 Sicherheitsanforderungen an Einrichtung und Ausstattung

- Verglasungen  
Verglasungen müssen bis 2 m über die Standfläche aus Sicherheitsglas oder Gleichwertigem bestehen: also auch Schränke im Verkehrsbereich, in Unterrichtsräumen; nicht im Vorbereitungs- und Sammlungsraum. Einscheiben-Sicherheitsglas, Verbund-Sicherheitsglas, Plexiglas, Polycarbonat; alternativ Splitter-schutzfolien über vorhandene Verglasung kleben. Drahtglas ist kein Sicherheitsglas. (GUV 16.3, 4.2.6.1)
- Regalbodenträger  
Regalbodenträger in Chemikalienschränken mit Gefahrstoffen sollen aus Edelstahl bestehen oder aus Kunststoff mit Doppelzapfen (Mindestbelastbarkeit 60 kg). (RdErl. d. Kultusministeriums v. 18. 8. 1991, GABl. Nr. 9, S. 196)
- Notrufanlage  
„In jeder Schule muss zu den Zeiten, in denen schulische Veranstaltungen stattfinden, jederzeit bei Unfällen unverzüglich die notwendige Hilfe herbeigerufen werden können (z. B. amtsberechtigter Fernmeldeanschluss oder Haustelesonanlage mit zentraler Benachrichtigungsstelle). Bei Schulen mit weitläufigen Gebäudekomplexen sollte zusätzlich in Bereichen mit erhöhter Gefährdung der Schüler (z. B. Sporthallen, naturwissenschaftliche Fachräume, Technikräume . . .) eine allen Lehrkräften zugängliche Meldeeinrichtung vorhanden sein.“ (GUV 20.26, 2.1)
- Waschbecken mit Handbrause  
Im Chemieunterrichtsraum oder Nebenraum; Anschluss an Kaltwasser. Seifenspender und Einmalhandtücher. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.5)
- Not-Aus-Einrichtung  
Elektrische Anlagen und Gasleitungen für die Arbeitsplätze müssen an zentraler Stelle abgeschaltet bzw. abgesperrt werden können. Not-Aus-Einrichtungen müssen leicht, schnell und gefahrlos erreicht werden können. (GUV 16.3, 4.3.1; Sicherheitsrichtlinien V, 8)

- Löschmittel für Brände  
Zur Brandbekämpfung müssen Feuerlöscher, Löschdecken und Löschsand vorhanden sein. (Sicherheitsrichtlinien V, 1.7, 8; GUV 16.17, Anhang 1)  
Feuerlöscher sind mit der für den Brandschutz zuständigen Stelle (z. B. Feuerwehr) festzulegen; sie sind mindestens alle zwei Jahre durch Sachkundige zu überprüfen. (GUV 10.10, 6.1)  
Löschdecken (asbestfrei) sind in Räumen mit erhöhter Brandgefahr (z.B. Schülerübungsräume für Chemie, Werkräume) zum Löschen von Kleiderbränden bereitzuhalten. (GUV 20.26, 2.4)
- Schutzbrillen  
Diese sind für Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler in ausreichender Zahl und gebrauchsfähig bereitzuhalten. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.2; Empfehlungen der KMK 1.3.5)
- Schutzhandschuhe  
Zum Schutz vor hautresorptiven Gefahrstoffen sind geeignete Schutzhandschuhe bereitzustellen. Auskünfte hierzu erteilt der Fachhandel. (Sicherheitsrichtlinien I, 4.2)
- Schutzscheiben  
Mit Flügeln oder 2. Schutzscheibe auf Lehrerseite
- Flucht- und Rettungsplan  
Flucht- und Rettungsplan aufstellen und aushängen.
- Sanitätsraum  
In allen Schulen muss mindestens ein Sanitätsraum oder eine vergleichbare Einrichtung vorhanden sein. (GUV 20.26, 2.2)
- Verbandkasten oder -schrank  
In Bereichen mit erhöhter Gefährdung der Schüler mindestens kleiner Verbandkasten nach DIN 13157 Typ C (naturwissenschaftliche Unterrichtsräume, Werkräume, Lehrküchen). (GUV 20.26, 2.3; Sicherheitsrichtlinien V, 1.7)

### **Vorschriften und Regeln**

- 1) „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht“, GUV 19.16, Ausgabe Januar 1998
- 2) „Richtlinien für Schulen – Bau und Ausrüstung –“; GUV 16.3.
- 3) Bauaufsichtliche Richtlinien für Schulen BASchulR
- 4) DIN 58 125 „Schulbau; Bautechnische Anforderungen zur Verhütung von Unfällen“ Ausgabe Dezember 1984. – Ist weitgehend enthalten in GUV 16.3. –
- 5) „Richtlinien für Laboratorien“; GUV 16.17.
- 6) DIN 57 100 Teil 723 (= VDE 0100 Teil 723) „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Unterrichtsräume mit Experimentierständen“, Ausgabe 1983.
- 7) DVGW-Arbeitsblatt G 621 „Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen“, 1989
- 8) Richtlinien „Sicherheit im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht an allgemein bildenden Schulen“ (Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW)

- 9) „Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (Empfehlungen der KMK 1994, in diese Richtlinien eingearbeitet)
- 10) Unfallverhütungsvorschrift (UVV) „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“, GUV 2.10
- 11) Unfallverhütungsvorschrift (UVV) „Verwendung von Flüssiggas“, GUV 9.7
- 12) Merkblatt „Erste Hilfe in Schulen“, GUV 20.26

## Anhang 12 Abkürzungen

AbfG	Abfallgesetz
AbfKoBiV	Abfallwirtschaftskonzept und -bilanzverordnung
AbfBestV	Verordnung zur Bestimmung von Abfällen
AbfKlärV	Klärschlammverordnung
AbfRestÜberwV	Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung
AbfVerbrV	Abfallverbringungsverordnung
AbwAG	Abwasserabgabengesetz
AcetV	Acetylenverordnung
ADN	Entwurf eines europäischen Übereinkommens über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen
ADNR	Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein
ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen
AgA	Ausschuss für gefährliche Arbeitsstoffe
AGBB	Arbeitsgemeinschaft betrieblicher Brandschutz
AGS	Ausschuss für Gefahrstoffe beim BMA
AltG	Arbeits-, Immissions- und technischer Gefahrenschutz
AltöV	Altölverordnung
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ArbStoffV	Arbeitsstoffverordnung (1986 durch die GefStoffV ersetzt)
ARW	Arbeitsplatzrichtwert
AtG	Atomgesetz
AVV	Abwasserverwaltungsvorschrift
BA	Bergamt (Bergämter)
BAGUV	Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand
BAM	Bundesanstalt für Materialprüfung
BAnz	Bundesanzeiger
BArbBl	Bundesarbeitsblatt
BArtSchV	Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung)
BASchulR	Bauaufsichtliche Richtlinien für Schulen
BAT	Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert
BAU	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung

BauONW	Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung
BestbÜAbfV	Bestimmungsverordnung besonders überwachungsbedürftiger Abfälle
BestüVAbfV	Bestimmungsverordnung überwachungsbedürftiger Abfälle zur Verwertung
BG	Berufsgenossenschaft
BGA	Bundesgesundheitsamt
BGBI	Bundesgesetzblatt
BlmSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BlmSchV	4. Verordnung zum BlmSchG
BMA	Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz)
BundesSeuchenG	Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten beim Menschen (Bundesseuchengesetz)
CAS-Nr.	Registriernummer eines Stoffes des amerikanischen „Chemical Abstract System“
CARN	gleiche Bedeutung wie CAS-Nr. „Chemical Abstract Registry Number“
ChemG	Chemikaliengesetz
ChemGefMerkV	Gefährlichkeitsmerkmalverordnung
ChemGiftInfoV	Giftinformationsverordnung
ChemPrüfV	Prüfnachweisverordnung
ChemVerbotsV	Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung)
CVUA	Chemisches Landes- und Staatliches Veterinäruntersuchungsamt
DABAWAS	Datenbuch für wassergefährdende Stoffe
DAbF	Deutscher Ausschuss für brennbare Flüssigkeiten
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DGA	Deutscher Druckgas-Ausschuss
DIN	Deutsche Industrienorm
DruckbehV	Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
EAK	Europäischer Abfallkatalog
ECE	Wirtschaftskommission für Europa (Economic Commission for Europe)
ECOSOC	Wirtschafts- und Sozialrat der UNO (Economic and Social Council)
EfbV	Entsorgungsfachbetriebeverordnung
EG	Europäische Gemeinschaft
EG-Nr.	Registriernummer eines Stoffes im Katalog eingestufte gefährlicher Stoffe der EG
EKA	Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe
ElexV	Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen
EN	Europäische Norm

EX-RL	Explosions-Richtlinien
EU	Europäische Union
EUV	Eigenunfallversicherung
EWC	European Waste Catalog
GAA	Bezeichnung des aufgelösten Gewerbeaufsichtsamtes (siehe StAfA und StUA)
GE 15	Sachverständigengruppe über die Beförderung gefährlicher Güter der ECE (Group of Experts on the Transport of Dangerous Goods)
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GenTG	Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz)
GenTAufzV	Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung
GenTAnhV	Gentechnik-Anhørungsverordnung
GenTVfV	Gentechnik-Verfahrensverordnung
GenTSV	Gentechnik-Sicherheitsverordnung
GGVBinSch	Gefahrgutverordnung Binnenschiffahrt
GGVE	Gefahrgutverordnung Eisenbahn
GGVL	Gefahrgutverordnung Luft
GGVS	Gefahrgutverordnung Straße
GGVSee	Gefahrgutverordnung Seeschiffahrt
GLP	Grundsätze der Guten Laborpraxis
GMBI	Gemeinsames Ministerialblatt (Bundesregierung)
GS	Gerätesicherheitsgesetz
GSPrüfV	Gerätesicherheits-Prüfstellenverordnung
GtA	Gesetz über technische Arbeitsmittel
GUV	Gemeindeunfallversicherung
GUVV	Gemeindeunfallversicherungsverband
GVBI	Gesetz und Verordnungsblatt (auf Länderebene)
ICAO	Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (International Civil Aviation Organisation)
ICAO-TI	Technische Anweisungen für die sichere Beförderung gefährlicher Güter in der Luft der internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (IACO) (Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air)
IAEA	Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) (international Atomic Energy Agency)
IATA	Internationaler Verband der Luftfahrtgesellschaften (International Air Transport Association)
IATA-DGR	Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter im Luftverkehr des internationalen Luftverkehrsverbandes (IATA-Dangerous Goods)
ILO	International Labour Office
IMDG-Code	Internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter auf Seeschiffen (International Maritime Dangerous Goods Code)
IMO	Internationale Seeschiffahrts-Organisation (International Maritime Organisation)
ISO	Internationale Organisation für Normung
IUPAC	International Union for Pure and Applied Chemistry

ITC	Inland Transport Committee – Binnenverkehrsausschuss
Kataloge	Kataloge der im Rahmen von Eignungsfeststellungen an Anlagen zum Lagern wassergefährdender Stoffe zu stellenden Anforderungen
KMF	Künstliche Mineralfasern
KMK	Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
KrUWB	Kreis (Kreise) oder kreisfreie Stadt (Städte) als untere Wasserbehörden
LAbfG	Landesabfallgesetz
LAfA	Landesanstalt für Arbeitsschutz
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LG	Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz NRW)
LOBA	Landesoberbergamt
LUA	Landesumweltamt
LWG	Landeswassergesetz
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MBO	Musterbauordnung
MEK	Maximale Emissions-Konzentration
MIK	Maximale Immissions-Konzentration
MOK	Maximale Organ-Konzentration
MPA	Staatliches Materialprüfungsamt
NachwV	Nachweisverordnung
NatSchG	Naturschutzgesetz
OCTI	Zentralamt für den internationalen Eisenbahnverkehr (Office Central de Transport Internationaux par Chemins de Fer)
ODIN	Organisationsdienst für nachgehende Untersuchungen
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
RID	Ordnung für internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter
RID-F	Fachmännischer Ausschuss des RID (Commission d'experts du RID)
RöV	Röntgenverordnung
SBauF	Richtlinien für die Förderung von Schulbaumaßnahmen für öffentliche Schulen
SGV.NW	Sammlung der Gesetze und Verordnungen NW
SprengG	Sprengstoffgesetz
SprengV	Verordnung zum Sprengstoffgesetz
StAfA	Staatliches Amt (Ämter) für Arbeitsschutz
StörV	Störfallverordnung
StörVwV	Verwaltungsvorschrift zum Vollzug der StörfV
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
StUA	Staatliches Umweltamt (Umweltämter)
StVetUA	Staatliches Veterinäruntersuchungsamt (Veterinäruntersuchungsämter)

SüwV	Selbstüberwachungsverordnung
TA-Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TGV	Transportgenehmigungsverordnung
TierSchG	Tierschutzgesetz
TRB	Technische Regeln Druckbehälter
TRbF	Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten
TRF	Technische Richtlinien Flüssiggas
TRG	Technische Regeln Druckgase
TRgA	Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe (ersetzt durch TRGS)
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TRK	Technische Richtkonzentration
TRWI	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen
TierschG	Tierschutzgesetz
UmwelthG	Gesetz über die Umwelthaftung
UN-Nummer	Stoffnummer, wird vom Sachverständigenausschuss „Beförderung gefährlicher Güter“ der Vereinten Nationen vergeben und ist bei Transportkennzeichnungen in der unteren Hälfte des Kennzeichnungsschildes anzugeben
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
V	Verordnung
VAwS	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe
VAwSVwV	Verwaltungsvorschrift zum Vollzug der VAwS
VbF	Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
VBG	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
VFG	Verband für Flüssiggas e.V.
VGS	Ordnungsbehördliche Verordnung über die Genehmigungspflicht für die Einleitung von Abwasser mit gefährlichen Stoffen in öffentliche Abwasseranlagen
VLwF	Verordnung über das Lagern wassergefährdender Flüssigkeiten
VwV	Verwaltungsvorschrift
WärmeschutzV	Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRMG	Wasch- und Reinigungsmittelgesetz
ZH	Zentralstelle des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften
ZNWB	Sekretariat der KMK, Berlin – Abt. VII – Zentralstelle für Normungsfragen und Wirtschaftlichkeit im Bildungswesen
ZKR	Zentral-Kommission für die Rheinfahrt (Commission Centrale pour la Navigation du Rhin)
ZustV	Zuständigkeitsverordnung

## **Anhang 13 Literaturliste, Unfallverhütungsvorschriften, Regelwerke**

### **10.1 Ministerium**

**Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen**

**40190 Düsseldorf**

Telefon: (02 11) 8 96-03/04 (Zentrale)

### **10.2 Landesinstitut (LSW) Soest**

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung

Postfach 1754

**59491 Soest**

Telefon: (0 29 21) 6 83-0 (Zentrale)

### **10.3 Druck und Vertrieb der Richtlinien des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung NRW**

Ritterbach Verlag GmbH

Rudolf-Diesel-Straße 5–7

**50226 Frechen**

Telefon: (0 22 34) 18 66-0

### **10.4 Normen (DIN), VDI-Regeln**

Beuth-Vertrieb GmbH

Burggrafenstraße 6

**10787 Berlin**

Telefon: (0 30) 26 01-22 60

Telefax: (0 30) 26 01-12 60

### **10.5 VDE-Bestimmungen**

VDE-Verlag

Bismarckstraße 33

**10625 Berlin**

Telefon: (0 30) 34 80 01-0

Telefax: (0 30) 3 41 70 93

### **10.6 Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz**

Wirtschaftsverlag NW

Verlag für neue Wissenschaft GmbH

Postfach 10 11 10

**27511 Bremerhaven**

Telefon: (04 71) 4 60 93-95

### **10.7 MAK-Liste**

Verlag Chemie GmbH

**69451 Weinheim**

Telefon: (0 62 01) 6 06-0



### **10.8 DVGW-Regelwerk, Gas, Flüssiggas**

Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH  
Zur Degensmühle 3  
**53347 Alfter**

### **10.9 TRGS, ZH-Merkblätter**

Carl Heymanns Verlag KG  
Luxemburger Straße 449  
**50939 Köln**  
Telefon: (02 21) 9 43 73-0  
Telefax: (02 21) 9 43 73-603

### **10.10 Verordnungen im BGBI, Gesetze**

Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH  
Amsterdamer Straße 192  
**50735 Köln**  
Telefon: (02 21) 9 76 68-0  
Telefax: (02 21) 9 76 68-0278

### **10.11 Bundesarbeitsblatt**

Verlag W. Kohlhammer GmbH  
Heißbrühlstraße 69  
**70565 Stuttgart**  
Telefon: (07 11) 78 63-290  
Telefax: (07 11) 78 63-400

### **10.12 Normungsfragen im Bildungswesen**

Sekretariat der KMK – Berliner Büro  
Referat VII C  
Markgrafenstraße 37  
**10117 Berlin**  
Telefon: (0 30) 2 54 18-3  
Telefon: (0 30) 2 54 18-450

## **Anhang 14 Adressenverzeichnis**

### **Unfallversicherungsträger**

Bundesverband der Unfallkassen e.V.

Postfach 90 02 62

**81502 München**

Telefon: (0 89) 6 22 72-0

Telefax: (0 89) 6 22 72-111

Rheinischer Gemeindeunfallversicherungsverband

Postfach 12 05 30

**40605 Düsseldorf**

Telefon: (02 11) 28 08-0

Telefax: (02 11) 29 80 54

Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe

Postfach 59 67

**48135 Münster**

Telefon: (02 51) 21 02-0

Telefax: (02 51) 21 85 69

### **Für den Arbeitsschutz wichtige Forschungsstelle sowie besondere Ausschüsse**

Rheinisch-Westfälischer TÜV e. V.

Postfach 10 32 61

**45032 Essen**

Telefon: (02 01) 8 25-0

Telefax: (02 01) 8 25-25 17

TÜV Rheinland Berlin-Brandenburg e. V.

**51101 Köln**

Telefon: (02 21) 8 06-0

Telefax: (02 21) 8 06-114

### **Offizielle Informations- und Behandlungszentren für Vergiftungsfälle**

Informationszentrale gegen Vergiftungen des Landes Nordrhein-Westfalen

Zentrum für Kinderheilkunde der Universität Bonn

Adenauerallee 119

**53113 Bonn**

Telefon: (02 28) 2 87-32 11/33 33

Telefax: (02 28) 2 87-33 14

Virchow-Klinikum, Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

Abteilung Innere Medizin mit Schwerpunkt: Nephrologie und Intensivmedizin

Pulsstraße 3–7

**14059 Berlin**

Telefon: (0 30) 3 02 30 22

Telefax: (0 30) 34 30 70 21

Beratungsstelle für Vergiftungserscheinungen und Embryonaltoxikologie  
Spandauer Damm 130

**14050 Berlin**

Telefon: (0 30) 19 24 0

Telefax: (0 30) 30 68 6-721

### **Arbeitsministerien des Bundes und der Länder Staatliche Ämter für Arbeitsschutz**

Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung  
Jägerstraße 9

**10117 Berlin**

Telefon: (0 30) 20 07-0

Telefax: (0 30) 20 07-18 32

Bundesanstalt für Arbeitsschutz

Ausschuss für Gefahrstoffe

Postfach 17 02 02

**44061 Dortmund**

Telefon: (02 31) 90 71 457/293

Telefax: (02 31) 90 71-454

Ministerium für Arbeit, Soziales und Stadtentwicklung, Kultur und Sport des  
Landes Nordrhein-Westfalen

**40190 Düsseldorf**

Telefon: (02 11) 86 18-50

Telefax: (02 11) 86 18 54 44

### **Staatliche Ämter für Arbeitsschutz**

(zuständig für den technischen Unfallschutz)

Borcherstraße 20

**52072 Aachen**

Telefon: (02 41) 88 73-0

Telefax: (02 41) 88 73-5 55

zuständig für die kreisfreie Stadt Aachen und die Kreise Aachen, Düren,  
Euskirchen, Heinsberg

Johanna-Baltz-Straße 28 (Behördenhaus)

**59821 Arnsberg**

Telefon: (0 29 31) 5 55-00

Telefax: (0 29 31) 5 55-299

zuständig für die kreisfreie Stadt Hamm, die Kreise Soest, Unna und den Hoch-  
sauerlandkreis

Leisweg 12

**48653 Coesfeld**

Telefon: (0 25 41) 9 11-0

Telefax: (0 25 41) 9 11-6 44

zuständig für die kreisfreie Stadt Münster und die Kreise Coesfeld, Steinfurt und  
Warendorf

Willi-Hoffmann-Straße 33a

**32756 Detmold**

Telefon: (0 52 31) 703 - 0

Telefax: (0 52 31) 703 - 299

zuständig für die Kreise Lippe, Herford und Minden-Lübbecke

Ruhrallee 3 (Behördenhaus)

**44139 Dortmund**

Telefon: (02 31) 54 15-1

Telefax: (02 31) 54 15-3 84

zuständig für die kreisfreien Städte Bochum, Dortmund, Hagen, Herne, den Ennepe-Ruhr-Kreis und den Märkischen Kreis

Ruhrallee 55

**45138 Essen**

Telefon: (02 01) 27 67-0

Telefax: (02 01) 27 67-323

zuständig für die kreisfreien Städte Duisburg, Essen, Mülheim, Oberhausen und den Kreis Wesel

Schanzenstraße 38

**51063 Köln**

Telefon: (02 21) 9 62 77-0

Telefax: (02 21) 9 62 77-444

zuständig für die kreisfreien Städte Bonn, Köln, Leverkusen und die Kreise Erftkreis, Oberbergischer Kreis, Rheinisch-Bergischer-Kreis und Rhein-Sieg-Kreis

Viktoriastraße 52

**41061 Mönchengladbach**

Telefon: (0 21 61) 8 15-0

Telefax: (0 21 61) 8 15-199

zuständig für die kreisfreien Städte Krefeld, Mönchengladbach und die Kreise Kleve, Neuss und Viersen

Am Turnplatz 31

**33098 Paderborn**

Telefon: (0 52 51) 287-0

Telefax: (0 52 51) 287-199

zuständig für die kreisfreie Stadt Bielefeld und die Kreise Gütersloh, Höxter und Paderborn

Hubertusstraße 13

**45657 Recklinghausen**

Telefon: (0 23 61) 581-0

Telefax: (0 23 61) 1 61 59

zuständig für die kreisfreien Städte Bottrop, Gelsenkirchen und die Kreise Recklinghausen und Borken

Leimbachstraße 230

**57074 Siegen**

Telefon: (02 71) 33 87-6

Telefax: (02 71) 33 87-777

zuständig für die Kreise Olpe und Siegen-Wittgenstein

Alter Markt 9–13

**42275 Wuppertal**

Telefon: (02 02) 57 44-0

Telefax: (02 02) 57 44-150

zuständig für die kreisfreien Städte Düsseldorf, Remscheid, Solingen, Wuppertal  
und den Kreis Mettmann

**Landesanstalt für Arbeitsschutz**

(zuständig für den Druckschriftenversand)

Ulenbergstraße 127–131

**40225 Düsseldorf**

Telefon: (02 11) 31 01-0

Telefax: (02 11) 31 01-222

Gurlittstraße 55

**40223 Düsseldorf**

Telefon: (02 11) 31 03-0

Telefax: (02 11) 31 03-222

Marienplatz 2 (Behördenhaus)

**44787 Bochum**

Telefon: (02 34) 68 95-0

Telefax: (02 34) 1 52 31

## VIII Stichwortverzeichnis

### A

Abgasuntersuchungen	25
Abklatschversuche	64
Abkürzungen	14, 19, 151
Abluftventilator	54, 147
Absaugöffnung	39
Absorption	39, 78
Absperreinrichtung	56, 57, 148
Abstand	71, 75, 81, 145, 147, 148
Abzug	26, 27, 28, 36, 39, 51, 85, 87, 92, 126, 137, 138, 146
Aerosole	26
Aflatoxinbildung	64
Akute Gefahren	38
Alarmplan	38, 94
Alkalimetalle	13, 90, 92
Amphibien	61
Ampicillin	65
Amt für Arbeitsschutz	19, 42, 55, 97, 98, 99, 101
Anrechnungsstunden	23
Anschriftenverzeichnis	14, 159
Antibiotika	65
Arbeiten mit Metallen	26
Arbeitgeber	11, 22, 27, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 120, 121
Arbeitnehmer	11, 22, 23, 35, 36, 37, 38, 41, 44, 45
Arbeitsgeräte	11, 63
Arbeitshygiene	45
Arbeitsplatz	11, 13, 23, 24, 27, 28, 35, 42, 45, 52, 53, 63, 82, 120, 121, 122, 140, 141, 151
Arbeitsschutz	3, 19, 37, 42, 55, 97, 98, 99, 101, 151, 154, 156, 159, 160, 162
Ärztliche Untersuchung	47
Asbest	83, 119
Atemschutz	41
Ätzmittel	34
Aufbewahren	11, 21, 22, 52, 54
Aufbewahrung	11, 18, 25, 33, 43, 49, 50, 51, 53, 54, 92, 100, 101, 133, 134, 135
Aufguss	64
Aufsichtsplanung	38
Augendusche	94
Augenhöhe	49, 93, 135
Ausgangsstoffe	48, 49
Auskünfte	37, 76, 150
Auskunftspflicht	37
Auslöseschwelle	11, 23, 24, 25, 42, 45, 47
Ausstattung	14, 22, 38, 149

## B

Bakterienstämme	131
Bananenstecker	70, 71
Basisschutz	69
Bastelmaterial	33
BAT	11, 23, 41, 140, 151
Bau	13, 22, 38, 83, 141, 145, 150
Baumaßnahmen	14, 146
Bedienungsanleitung	73, 83
Befestigung	54, 57
Begasungen	42
Belüfteter Schrank	50
Bereithalten	11, 21
Bereitstellen	11, 21, 22, 53, 54
Berufsgenossenschaft	152
Berühren	12, 66, 67, 68, 69, 70, 71
Berührungsgefahr	12, 67, 71
Beschäftigungsbeschränkungen	28, 44, 45, 121, 136
Beschäftigungsverbote	11, 24, 120
Beschränkungen	11, 24, 152
Bestand an Gefahrstoffen	34
Bestrahlungsstärke	78
Betriebsanweisung	42, 43, 44, 136, 140
Betriebsfremde	49, 135
Betriebsmittel	51, 66, 69, 73, 75, 76, 148, 151
Bezeichnung	13, 34, 48, 103, 105, 106, 107, 108, 116, 117, 137, 153
Bezirksregierung	47, 98
Biologie	13, 33, 42, 60, 61, 127
Biologieunterricht	65, 88
Blasenzähler	90
Blut	61
Bodenbeläge	146
Bolzensprenger	93
Brandbekämpfung	75, 76, 77, 83, 94, 150
Brandfackel	58
Brandfall	54, 57, 87, 139
Brandgefährliche Stoffe	24
Brennbare Flüssigkeiten	50, 142
Brennöfen	40, 146
Brennvorgang	40, 146
Broschüren	38
Bundesanzeiger	21, 34, 52, 151, 158

## C

Checkliste	13, 133
Chlorate	24, 25, 50, 134

## D

Dampfdrucktopf	63
Desinfektionsmittel	63
Destillation	12, 87, 90
Drehstrom	12, 73
Druckerei	33
Druckgas	152
Druckgasbehälter	21, 22, 57, 58, 141, 149, 152
Druckgasflasche	54, 55
Druckminderer	55

## E

Einhaltung des Grenzwertes	13, 41, 124
Einmalhandtücher	45, 138, 149
Einrichtung	13, 14, 38, 39, 60, 75, 79, 80, 145, 147, 149, 150
Einstufung	13, 19, 21, 24, 25, 27, 29, 31, 34, 35, 37, 38, 103, 105, 106, 107, 108, 124, 140
Einstufung nach GefStoffV	105, 106, 107, 108
Einwegbehälter	57, 58, 149
Einweghandtücher	63
Elektrochemie	26
Elektrodenmaterial	26
Elektrofachkraft	75, 148
Elektroinstallation	60
Entlüftung	14, 40, 146, 147
Entsorgung	11, 18, 22, 30, 38, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 88, 138
Entzündlich	105, 111
Erbgutverändernd	29
Erdgleiche	53, 57, 58, 135, 149
Erfassung	25, 34, 39, 40, 50
Erhitzen von Stoffen	12, 87
Ermittlung von Gefahren	38
Ermittlungspflicht	11, 33, 35, 36, 140
Ernährungslehre	33, 34
Ersatzstoff	36
Erste-Hilfe	45, 94, 142
Ersthelfer	77, 83, 94, 95
Essen und Trinken	88
Evakuieren	85, 87
Ex-geschützt	51
Ex-geschützter Kühlschrank	51
Experimente	11, 13, 24, 27, 28, 39, 57, 60, 61, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 83, 89, 91
Experimentierkabel	71
Explosionsgefährlich	111
Explosionsschutz	87, 142
Explosivstoffe	30
Exposition	28, 36, 100, 103, 109, 110, 112, 114, 115, 117



## F

Fachbereich	35, 83, 134, 137
Fachkonferenz	44
Fachkundenachweis	96, 98, 99, 100
Fachlehrer	23, 36, 38, 39, 42, 44, 45, 50, 81, 88, 133, 136
Fachliche Einschätzung	40
Fadenpilzstämmen	132
Farben	34, 119
FCKW	26
Fehlerstrom	66, 70, 71, 76, 144
Fehlerstromschiebung	66, 70
Fernmeldeanschluss	83, 149
Feuerlöscher	76, 83, 84, 94, 139, 150
Feuerwehr	54, 55, 76, 83, 94, 150
Fingerfarben	33, 34
Fisch	108
FI-Schutzschaltung	69, 70
Flachbodenvakuum-Kolben	85
Flaschenschränke	54
Flaschenzug	93
Fluchtweg	145
Flüsiggas	14, 56, 57, 86, 141, 142, 143, 149, 151, 155, 156
Fotolabor	33, 34
Fruchtschädigung	124
Funktionskleinspannung	12, 66, 67, 68, 72, 74
Fußböden	146, 147

## G

Gasabsperreinrichtung	56, 148
Gasanlage	56, 86
Gasinstallation	14, 148
Gasspülpumpe	39
Gaswaschflasche	90
Gefahrenabwehr	37
Gefahrenbeurteilung	37
Gefahrenklasse	25
Gefahrensymbol	24, 103, 105, 106, 107, 108, 123
Gefahrfall	13, 42, 43, 65, 94
Gefahrstoffeigenschaften	44
Gefahrstoffkataster	34, 137
Gefahrstoffliste	21, 34, 133
Gefahrstoffunfall	13, 43, 94
Gefahrstoffverordnung	3, 11, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 33, 34, 38, 65, 103, 105, 106, 107, 108, 121, 122, 129, 133, 140, 153
Gefäßkennzeichnung	47
Gefrierbrand	88
Gentechnikgesetz	64, 65, 153

Gesamtvolumen	35, 51
Geschlossenes System	38
Gesetze	19, 140, 154, 158
Gesetzliche Grundlagen	11, 60, 65
Gesichtsschutz	41, 117, 118, 142
Gesundheitsschädlich	103, 111, 112, 113, 114
Gesundheitsschutz	3, 18, 38, 41, 62, 120, 141, 150
Gesundheitsvorsorge	60
Giftig	47, 103, 108, 111, 112, 113, 115
Giftigkeit	11, 61
Glasbläserarbeiten	88
Glasbruch	85
Gleichstrom	67
Grenzwert	27, 28, 78, 121
Grundlagen	11, 18, 60, 65

## H

Handbrause	45, 138, 149
Händewaschen	45, 62
Handgebrauch	22, 48, 50, 51, 53, 54, 134, 135, 137, 146, 147
Haupthaar	86
Häusliche Experimente	28
Hausmeister	43, 44, 77, 135, 136
Hauswirtschaft	33
Hauswirtschaftswissenschaft	33
Hautdurchbruch	66
Hautkontakt	23, 25, 28, 38, 39, 41, 105, 112, 114
Hautresorption	27, 32, 144
Hefestämme	131
Heizung	52
Herstellung	21, 26, 31, 73, 92, 119
Herzkammerflimmern	66
Heuaufguss	64
Hochentzündlich	105, 111
Hochgeschwindigkeitskreisel	93
Holzbearbeitungsmaschinen	40, 146
Hygiene	60, 120
Hygienische Maßnahmen	11, 33, 45

## I

Information	43, 96, 97, 99, 117, 143, 159
Informationspflicht	11, 33, 42

## K

Kabel	12, 70, 72
Kabelverbindung	72
Kalium	25, 50, 92, 134
Kartuschenbrenner	57, 58, 59, 87
Kennbuchstabe	48, 123, 137

Kennzeichnung	11, 19, 33, 47, 48, 50, 80, 96, 100, 101, 103, 105, 106, 107, 108, 137, 140, 143
Klassenbuch	36, 44, 65, 77
Kleiderbrände	94
Kleinsäuger	61
Kleinspannung	62, 68
Konservierung	42
Konservierungsstoffe	34
Kontamination	45, 61, 64, 100, 101, 117
Krankheitserreger	11, 25, 27, 61, 121
Küchenbereich	34
Kühlschrank	51, 52, 147
Kultur	160
Kulturflüssigkeit	63
Kunst	33, 34
Kursheft	44, 65, 77

## L

Laboratorium	51
Laborbrenner	57, 148
Lageplan	54, 135
Lagern	11, 18, 21, 22, 154, 155
Lagerraum	50, 58, 134, 147
Lagerung	11, 13, 18, 23, 25, 33, 43, 49, 50, 51, 54, 65, 96, 97, 98, 100, 133, 135, 140
Lampe	80
Landesinstitut	21, 24, 35, 38, 43, 50, 136, 156
Laser	12, 78, 79, 80, 81, 82
Laserbereich	12, 79, 80
Lasereinrichtung	12, 79, 80, 81, 82
Laseremission	82
Laserklasse	79
Laserstrahl	78, 79, 80
Lebensmittelhandel	60
Lebewesen	11, 60
Lehrerexperiment	31, 89
Leicht entzündlich	47, 86, 111
Leistung der Abzüge	39
Lichtbogen	74, 93
Lidschlussreflex	78, 79
Literatur	44, 66
Literaturliste	14, 156
Löschdecke	83, 84, 94
Löschsand	83, 84, 87, 94, 139, 150
Lösemittel	26, 86, 87, 124
Lüftung	54, 135, 146

**M**

Magnetrührer	87
MAK-Liste	144, 156
MAK-Wert	41, 124, 125, 126, 144
Mängel	55, 56, 58, 75, 76, 149
Mechanik	13, 93
Mengenangabe	35
Menschenkunde	11, 61
Merkblätter	141, 158
Messungen	39, 42
Metalle	26, 124
Mikrobiologisches Arbeiten	11, 63
Mikroorganismen	11, 13, 63, 64, 110, 132
Mikrotommesser	88, 89
Mindeststandard	18
Minimierungsgebot	30, 39
Modellrechnung	13, 124
Mörser	89
Motorprüfstände	40, 146
Musterberechnung	41
Mutagenese	65
Mütter	13, 27, 28, 44, 45, 120, 121, 122, 123, 141

**N**

Nährmedien	63, 64
Natrium	25, 50, 92, 134
Naturschutzerziehung	60
Netzhaut	78
Neuanschaffung	37, 71
Niederspannung	67
Normen	19, 74, 142, 156
Not-Aus-Schalter	84, 94, 147
Not-Ausschaltung	66, 71, 75
Notruf	94, 139

**O**

Obergrenze	51, 146
Oberlicht	54, 135, 147

**Ö**

Ölbäder	87
---------	----

**O**

Optik	13, 93
Ornithose	61
Oxidationsmittel	30

**P**

Pappröhrenversuch	90
Pausenaufsicht	38
Peleusball	88

Peroxide	13, 52, 90, 105, 111
Phosphor	13, 29, 91, 92, 124
Pikrinsäure	25, 50, 52, 90, 105, 123, 134
Pipettieren	63, 88
Plakatfarbe	34
Produktionsgang	48, 49
Prüffrist	54, 55
Prüfröhrchen	39
Prüfung auf Ersatzstoffe	30, 35
Psittakose	61

## Q

Quecksilber	25, 50, 88, 93, 119, 122, 123, 134
-------------	------------------------------------

## R

Rauchen	47, 88
Rauchröhrchen	39
Raumluft	42, 57, 124, 125
Raumlüftung	26, 40, 125, 146
Reaktionsprodukte	26, 31, 89, 90
Rechtsgrundlagen	18, 96
Regalbodenträger	149
Regeln	3, 18, 19, 23, 37, 38, 42, 65, 91, 140, 141, 142, 150, 155, 156
Regelwerk	156
Reinigungsmittel	34
Reinigungspersonal	43, 44, 49, 135, 136
Reparaturarbeiten	73, 76
Reptilien	61
Rettungsplan	84, 150
Rettungswege	145
Röntgenverordnung	96, 97, 98, 99, 100, 101, 141, 154
R-Sätze	38, 47, 48, 103, 105, 106, 107, 108, 111, 113, 137
Rückschlagsicherung	90

## S

Sammlungsleiter	23, 83, 133
Sammlungsraum	50, 138, 139, 145, 149
Sandbäder	86
Sanitätsraum	150
Saugwirkung des Abzuges	39
Schlachthof	60
Schlangen	61
Schlüsselschalter	56, 75, 80, 147, 148
Schrank	50, 51, 53, 57, 134, 138, 146
Schülerversuch	125
Schülerversuchsblatt	44
Schulleitung	22, 23, 27, 33, 38, 43, 44, 45, 79, 80, 81, 83, 86, 94, 135
Schulträger	20, 22, 39, 42, 97, 99
Schutzausrüstung	22, 39, 41, 42

Schutzbrille	41, 89, 117, 118
Schutzerdung	12, 72
Schutzhandschuhe	27, 32, 41, 117, 118, 139, 150
Schutzisolierung	69
Schutzkappe	55
Schutzkleinspannung	12, 66, 67, 68, 74
Schutzleiter	67, 69, 70, 147
Schutzmaßnahme	68, 69, 72
Schutzpflicht	11, 33, 37
Schutzscheibe	41, 84, 93, 139, 145, 150
Schweißarbeitsplätze	40
Sehr giftig	25, 49, 103, 108, 111, 112, 113, 114, 115
Seifenspender	45, 63, 138, 149
Sektion	60
Sensibilisierung	32, 103, 105, 112, 114, 144
Sicherheitsanforderungen	13, 14, 141, 145, 149
Sicherheitsdatenblätter	34, 37, 133
Sicherheitsgasschlauch	86
Sicherheitsglas	149
Sicherheitsplasmiden	65
Sicherheitsregeln	3, 12, 65, 83, 141
Sicherheitsventil	59
Sicherung	12, 13, 51, 65, 83, 96, 100, 140, 145, 154
Sicherung der Fachräume	12, 83
Sichtprüfung	76, 138, 148
Sieblöffel	92
Siedekapillare	87
Siedesteine	87
Sonnenbeobachtung	93
Spatel	89
Spiritusbrenner	57
Splitterkorb	41
Sprengkugel	93
Sprengstoffe	30
Sprengstoffgesetz	18, 30, 52, 140, 154
Springbrunnenversuch	85
S-Sätze	13, 38, 41, 47, 48, 111, 116, 118, 137
Standfestigkeit	85
Standgefäße	48, 137
Standzylinder	63
Stäube	26, 31
Sterilisieren	64
Stillende Mütter	28, 123
Stofflisten	35
Stopfpräparate	62
Strahlengang	93
Strahlenschutz	3, 13, 96, 98
Strahlenschutz in Schulen	3, 13, 96

Strahlenschutzbeauftragte .....	13, 96, 99
Strahlenschutzverordnung .....	96, 97, 98, 99, 100, 101, 141, 154
Strahlungsleistung .....	79, 80
Strömungsprüfröhrchen .....	39

## T

Technik .....	23, 26, 33, 38, 39, 40, 100, 120, 145
Technische Regeln .....	3, 18, 19, 23, 140, 155
Textilgestaltung .....	34
Tierhaltung .....	60
Transformator .....	68
Treibstoffe .....	30
TRGS .....	18, 23, 24, 35, 41, 140, 155, 158
Trinitrophenol .....	25, 50, 90, 123
TRK .....	11, 23, 24, 140, 144, 155

## Ü

Überwachung .....	11, 19, 42
Überwachungspflicht .....	11, 33, 42

## U

Umfüllen .....	21, 51, 91
Umgang .....	3, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 52, 60, 62, 63, 66, 78, 85, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 121, 137, 140, 142, 150, 155
Umgangsbeschränkungen .....	11, 25, 29, 30
Umwelterziehung .....	19, 33, 38
Umweltgefährliche Gefahrstoffe .....	26
Unfallverhütung .....	44, 76, 77, 84, 136
Unfallverhütungsvorschriften .....	3, 14, 37, 38, 141, 156
Unfallversicherungsträger .....	3, 19, 38, 43, 47, 141, 151, 159
Unterdruck .....	85
Unterrichtsaufzeichnungen .....	36
Unterweisung .....	11, 12, 23, 43, 44, 65, 76, 77, 80, 81, 135, 136, 140
UV-Licht .....	65, 88

## V

VbF .....	18, 50, 51, 134, 135, 140, 147, 155
Ventil .....	55, 56
Verantwortung .....	12, 22, 33, 36, 81, 84, 120
Verbot von Schülerübungen .....	25, 50
Verbote .....	11, 24, 25, 54, 152
Vergiftungsfälle .....	159
Verglasung .....	149
Verordnungen .....	19, 30, 52, 65, 97, 140, 154, 158
Verpackung .....	19, 33, 48, 62, 117
Versuchsanordnung .....	93
Verwenden .....	11, 21, 52

Verwendung . . . . .	21, 22, 26, 30, 31, 33, 34, 35, 45, 47, 49, 57, 62, 63, 65, 69, 71, 72, 74, 75, 79, 81, 83, 84, 86, 88, 97, 99, 100, 101, 119, 140, 141, 151
Verwendungsverbot . . . . .	119
Viren . . . . .	132
Vögel . . . . .	61
Vorrat . . . . .	54, 57
Vorschriften . . . . .	3, 20, 30, 37, 38, 65, 74, 85, 98, 121, 141, 150, 153
<b>W</b>	
Wärmelehre . . . . .	13, 93
Warnzeichen . . . . .	53, 54, 135, 147
Waschbecken . . . . .	45, 138, 149
Waschraum . . . . .	45
Wechselspannung . . . . .	66, 67, 144
Wechselstrom . . . . .	66, 67
Wellenlänge . . . . .	78, 79, 81
Werdende Mütter . . . . .	28, 122
Werken . . . . .	33
Wildfänge . . . . .	61
Windrädchen . . . . .	39, 137
Wollfäden . . . . .	39, 137
<b>Z</b>	
Zündstoffe . . . . .	30
Zusatzanforderungen für Laser . . . . .	12, 80
Zwischenlagerung . . . . .	23, 50, 133, 138
Zwischenprodukte . . . . .	48, 49