

# RICHTLINIEN ZUR SICHERHEIT IM UNTERRICHT

**Naturwissenschaften  
Technik/Arbeitslehre  
Hauswirtschaft  
Kunst**



Philippus Aureolus Theophrastus  
Bombast von Hohenheim  
genannt Paracelsus  
deutscher Arzt und Chemiker (1493 bis 1541)

Empfehlung der Kultusministerkonferenz

## Autoren der KMK-Arbeitsgruppe Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht

**Arneth**, Gerhard, MA.  
Referatsleiter beim Sekretariat der KMK, Berlin

**Bezler**, Hans Joachim, Oberstudiendirektor  
Leiter des Gymnasiums Hohe Landesschule, Hanau

**Domke**, Walter, Dipl.-Chem.  
Ltd. Regierungsschuldirektor bei der  
Bezirksregierung Weser-Ems, Osnabrück  
Vorsitzender der Richtlinien-Arbeitsgruppe

**Eisenbarth**, Otto, Oberstudienrat  
Referatsleiter beim Landesinstitut für  
Erziehung und Unterricht, Stuttgart

**Ellrott**, Helmut, Studiendirektor  
Referatsleiter beim Staatsinstitut für  
Erziehung und Unterricht, München

**Hohenberger**, Ludger, Dipl.-Ing.  
Referent der Präventionsabteilung des  
GUVV Westfalen-Lippe, Münster

**Dr. Kellner**, Robert, Dipl.-Chem.  
Fachbereichsbetreuer Chemische Einwirkungen  
im Geschäftsbereich Prävention des  
Bundesverbandes der Unfallkassen (BUK), München

**Weiß**, Hans-Herbert, Ltd. Regierungsschuldirektor  
Referent beim Landesinstitut für Schule, Soest

# RICHTLINIEN ZUR SICHERHEIT IM UNTERRICHT

**Naturwissenschaften  
Technik/Arbeitslehre  
Hauswirtschaft  
Kunst**

(Sicherheitsrichtlinien Unterricht – R i S U )

Beschluss der KMK vom 28. März 2003



„Allein die Dosis macht  
das ein Ding kein gift ist.“

Philippus Aureolus Theophrastus  
Bombast von Hohenheim  
genannt Paracelsus



# INHALT

Vorbemerkung .....	1
Allgemeines .....	2
Teil I Sicherheitsregelungen.....	3
I - 1    Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte .....	3
I - 2    Allgemeine Verhaltensregeln.....	3
I - 3    Umgang mit gefährlichen Stoffen.....	5
I - 3.1    Begriffsbestimmung .....	5
I - 3.2    Pflichten des Schulleiters und der Lehrer .....	8
I - 3.3    Überwachungspflicht.....	10
I - 3.4    Rangfolge der Schutzmaßnahmen .....	10
I - 3.5    Betriebsanweisung und Unterweisung.....	12
I - 3.6    Hygienische Maßnahmen .....	13
I - 3.7    Kennzeichnung, Aufbewahrung und Lagerung.....	14
I - 3.8    Allgemeine Verwendungs- und Expositionsverbote.....	16
I - 3.9    Umgangsbeschränkungen für Schüler.....	19
I - 3.10    Besondere Vorschriften für gebärfähige Frauen, werdende oder stillende Mütter.....	21
I - 3.11    Persönliche Schutzausrüstung.....	22
I - 3.12    Entsorgung.....	22
I - 3.13    Erste Hilfe.....	23
I - 4    Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen und Mischungen .....	24
I - 5    Umgang mit Druckgasflaschen und Gasanlagen .....	25
I - 5.1    Aufbewahrung, Transport.....	25
I - 5.2    Druckminderer, Armaturen.....	26
I - 5.3    Umfüllen.....	27
I - 5.4    Anforderungen an Gasverbrauchsanlagen .....	28
I - 5.5    Anforderungen an Flüssiggasanlagen .....	29
I - 5.6    Kartuschenbrenner.....	29
I - 6    Umgang mit radioaktiven Stoffen und Schulröntgeneinrichtungen' .....	30
I - 6.1    Grundsätze .....	30
I - 6.2    Verantwortlichkeiten .....	30
I - 6.3    Schulleiter .....	30
I - 6.4    Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten .....	31
I - 6.5    Fortbildung des Strahlenschutzbeauftragten .....	32
I - 6.6    Aufgaben des Strahlenschutzbeauftragten .....	32
I - 6.7    Aufbewahrung und Sicherung .....	34
I - 6.8    Gasentladungsröhren und Störstrahler .....	34
I - 6.9    Kennzeichnung radioaktiver Vorrichtungen .....	34
I - 6.10    Tabelle 1: Auswirkungen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) 1989 und 2001 .....	35
I - 7    Umgang mit LASERN.....	38
I - 8    Umgang mit elektrischer Energie .....	39
I - 8.1    Sicherheitseinrichtungen.....	39
I - 8.2    Spannungen bei Schülerexperimenten .....	40
I - 8.3    Aufbau, Umbau und Abbau .....	40
I - 8.4    Akkumulatoren .....	40
I - 8.5    Experimentierleitungen.....	40
I - 8.6    Prüfungen .....	41
I - 8.7    Elektromagnetische Verträglichkeit.....	41
I - 9    Regelungen für Tätigkeiten mit Lebewesen .....	43
I - 9.1    Umgang mit Tieren.....	43
I - 9.2    Umgang mit Stopfpräparaten, Insektensammlungen .....	43
I - 9.3    Umgang mit Pflanzen und Pilzen.....	43
I - 9.4    Mikrobiologische Arbeiten .....	43

I - 10	Regelungen zu Technik/Arbeitslehre.....	47
I - 10.1	Umgang mit Maschinen .....	47
I - 10.2	Holzbearbeitung .....	47
I - 10.3	Keramikarbeiten .....	49
I - 10.4	Schweißen und Löten .....	49
I - 10.5	Kunststoffe .....	50
I - 11	Regelungen zur Hauswirtschaft.....	51
I - 12	Regelungen zur Bildenden Kunst .....	52
<b>Teil II</b>	<b>Fachbezogene Hinweise Sicherheits- und Entsorgungsratschläge .....</b>	<b>53</b>
II - 1	Allgemeine Hinweise für alle Fächer .....	53
II - 1.1	Umgang mit Glasgeräten und Stativen .....	53
II - 1.2	Umgang mit Laborbrennern und anderen Wärmequellen.....	53
II - 1.3	Erhitzen von Stoffen, Destillation .....	55
II - 1.4	Elektrische Einrichtungen .....	55
II - 1.5	Umgang mit Stoffen.....	55
II - 1.6	Spezielle Regelungen für den Umgang mit Quecksilber.....	55
II - 2	Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Biologie .....	56
II - 2.1	Umgang mit Tieren .....	56
II - 2.2	Umgang mit Pflanzen und Pilzen .....	56
II - 2.3	Umgang mit Mikroorganismen .....	57
II - 3	Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Chemie .....	58
II - 3.1	Sicherheitshinweise für den Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen und Reaktionen.....	58
II - 3.2	Hoch- bzw. leichtentzündliche Stoffe.....	59
II - 3.3	Phosphor, weiß.....	59
II - 3.4	Alkalimetalle.....	60
II - 3.5	Halogene .....	60
II - 4	Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Physik .....	61
II - 4.1	Mechanik.....	61
II - 4.2	Wärmelehre.....	61
II - 4.3	Optik .....	61
II - 4.4	Elektrizitätslehre.....	61
II - 5	Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Technik / Arbeitslehre .....	64
II - 5.1	Holzbearbeitung .....	64
II - 5.2	Holzbearbeitung von Hand.....	66
II - 5.3	Papierarbeiten.....	68
II - 5.4	Metallarbeiten .....	68
II - 5.5	Elektronische Schaltungen auf Platinen .....	70
II - 5.6	Kunststoffe .....	70
II - 6	Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Hauswirtschaft.....	72
II - 6.1	Lebensmittelverarbeitung .....	72
II - 6.2	Textilverarbeitung .....	75
II - 7	Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Bildende Kunst .....	76
II - 7.1	Stäube und Pigmente .....	76
II - 7.2	Stifte und Kreiden .....	76
II - 7.3	Farben und Lacke .....	76
II - 7.4	Klebstoffe.....	77
II - 7.5	Schmelzbare Stoffe .....	77
II - 7.6	Keramik und Bildhauerei .....	78
II - 7.7	Einzelne Verfahren und Anwendungsarten .....	78
	Stichwortverzeichnis .....	81

## VORBEMERKUNG

Zur Entstehung und Zielsetzung der Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht wird auf folgendes hingewiesen:

Als Folge der sicherheitstechnischen Entwicklung in den letzten Jahrzehnten haben sich die Arbeitsbedingungen für Lehrer<sup>1</sup> und Schüler in den allgemeinbildenden Schulen sehr gewandelt, und die Veränderungen schreiten unaufhaltsam fort.

Immer komplexere Arbeitsabläufe im Unterricht machen es erforderlich, die begleitenden Vorsorgemaßnahmen zur Sicherheitserziehung und Unfallverhütung weiterzuentwickeln.

Mit der folgenden Empfehlung für Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht werden die am 06.04.1973 beschlossenen Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht in der Fassung vom 09.09.1994 fortgeschrieben. Die Neufassung des Richtlinien textes referiert zu diesem Zweck den aktuellen Stand der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und technischen Regeln (wie Technische Regeln Gefahrstoffe, DIN-Normen).

Schwerpunkte der Neuregelung betreffen u.a.:

- Gefahrstoffe und deren Entsorgung
- Gasanlagen und Druckgasflaschen
- Radioaktive Stoffe und Anlagen zur Erzeugung von ionisierenden Strahlen
- Laser
- Umgang mit Lebewesen
- Mikrobiologische und gentechnische Arbeiten
- Regelungen zu Technik/Arbeitslehre, Hauswirtschaft und Kunst
- Arbeitsschutz und Einrichtung von Fachräumen

Darüber hinaus soll sicherheits- und verantwortungsbewusstes Handeln als fächer- und schulformübergreifendes Erziehungsziel verstanden werden.

Der Lehrer wird hinsichtlich seiner Vorbildfunktion als lehrende und handelnde Person angesprochen, damit er sich seinerseits aufgerufen fühlt, sowohl Verhaltens- als auch Einstellungs- und Bewusstseinsänderung i.S. von Sicherheits- und Umweltbewusstsein pädagogisch umzusetzen.

Zielsetzung der Richtlinien ist es, das Bewusstsein für mögliche Gefahren und deren Ursachen zu schärfen und das natürliche Interesse von Lehrern und Schülern an sicheren Arbeitsbedingungen durch umfassende Informationen und klare rechtliche Rahmenbedingungen zu unterstützen.

Im Interesse einer einheitlichen Regelung wurde diese Empfehlung mit dem Bundesverband der Unfallkassen (BUK) abgestimmt.

Mit diesem Beschluss gilt der Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.09.1994 als aufgehoben.

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde bei den Aussagen, die für Schulleiterinnen und Schulleiter, Lehrerinnen und Lehrer sowie für Schülerinnen und Schüler gemeinsam gelten, die funktionale Bezeichnung gewählt. Dies lässt die besonderen Regelungen für den Schutz der Lehrerinnen und Schülerinnen, wie sie die Gefahrstoffverordnung vorsieht, eindeutig zur Geltung kommen.

## ALLGEMEINES

Die Empfehlung für Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht gilt in den naturwissenschaftlichen Fächern, in Technik / Arbeitslehre, Hauswirtschaft und Kunst der allgemeinbildenden Schulen und den Fachgymnasien<sup>1</sup>. Ebenso sind die von den zuständigen Unfallversicherungsträgern erlassenen Unfallverhütungsvorschriften und Regeln zu beachten und unter Berücksichtigung der schulischen Verhältnisse anzuwenden.

Die Angaben zur Einrichtung der Fach- und Fachnebenräume richten sich an die Schulleiter, die gegenüber dem Schulträger dafür eintreten, dass die diesbezüglichen Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden.

Die Anforderungen und Hinweise für den Umgang mit Geräten und Gefahrstoffen, die Durchführung von Versuchen usw. richten sich an die Lehrer, die die o.g. Fächer an allgemeinbildenden Schulen oder Fachgymnasien unterrichten. Sie sind verpflichtet, die Sicherheitsbestimmungen einzuhalten und die Hinweise auf Gefährdungen beim Umgang mit Geräten und Stoffen (Sicherheits- und Entsorgungsratschläge) zu beachten. Maßnahmen zur Ersten Hilfe bei den spezifischen Gefährdungen im Unterricht sind in Anlage III-3. aufgeführt.

In den vorgenannten Fächern ist neben der Gewährleistung von Sicherheit die Sicherheitserziehung der Schüler eine wichtige Aufgabe. Der Lehrer hat den Schülern die fachlichen Voraussetzungen für einen sachgerechten Umgang mit Geräten und Stoffen zu vermitteln und sie bei jeder Gelegenheit zu einem sicherheitsgerechten Verhalten anzuhalten. Hierzu gehört auch die Erziehung zur Vermeidung sowohl von Leichtsinn als auch von Überängstlichkeit.

### Gliederung

Die Empfehlung ist in drei Teile gegliedert.

Teil I enthält auf der Grundlage der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften die für allgemeinbildende Schulen und Fachgymnasien verbindlichen **Sicherheitsregelungen**.

Teil II enthält **Sicherheits-** und **Entsorgungsratschläge**, die Lehrern und Schülern ein sicherheitsbewusstes und umweltgerechtes Verhalten in der täglichen Schulpraxis erleichtern.

Teil III enthält Anlagen zu den Teilen I und II.

---

<sup>1</sup> Für Schulen in Vollzeitform der chemischen, biotechnischen, medizinischen und pharmazeutischen Berufe gelten die Regelungen der Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich (GUV-SR 2003 bisher GUV 19.17)



## **TEIL I SICHERHEITSREGELUNGEN**

### **I - 1 Sicherung der Fachräume, Einrichtungen und Geräte**

I - 1.1 Fachräume sind gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern.

I - 1.2 Es muss sichergestellt sein, dass über (Mobil-)Telefon jederzeit ein Notruf nach außen gelangen kann.

Siehe Ziffer III – 5 Einrichtung von Fachräumen.

I - 1.3 In den Lehr- und Übungsräumen sind auszuhängen

- Hinweise zur Ersten Hilfe  
vgl. Ziffer III – 3.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht
- R- und S-Sätze sowie die Gefahrensymbole  
vgl. Ziffer III – 14.1 bis 3 Tabellen zur Kennzeichnung

Lehrkräfte der naturwissenschaftlichen und technischen Fächer sollen als Ersthelfer ausgebildet sein.

I - 1.4 Die Geräte zur Brandbekämpfung und Ersten Hilfe, z.B. Feuerlöscher, Löschsand, Löschdecke und Verbandkästen müssen griffbereit zur Verfügung stehen und auf ihre Funktionstüchtigkeit regelmäßig (i.d.R. alle 2 Jahre) überprüft werden.

Bei der Erstellung des Lageplans<sup>1</sup> (z.B. für brennbare Flüssigkeiten, Druckgasflaschen) und des Rettungsplans wird empfohlen, den Rat der örtlichen Feuerwehr einzuholen.

Siehe Ziffer III – 3.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

I - 1.5 Das Fehlen von Sicherheitseinrichtungen und Schäden an Bau und Einrichtungen sind der Schulleitung unverzüglich zu melden. Beschädigte Geräte, die eine Gefahr darstellen, müssen als defekt gekennzeichnet und der weiteren Verwendung entzogen werden.

I - 1.6 Asbesthaltige Arbeits- und Hilfsmittel sind durch entsprechende andere Vorrichtungen zu ersetzen, um Gefährdungen durch Asbestfasern auszuschließen.

I - 1.7 Bedienungsanleitungen von Geräten sind so aufzubewahren, dass sie jedem Fachlehrer jederzeit zugänglich sind.

### **I - 2 Allgemeine Verhaltensregeln**

I - 2.1 Schüler dürfen naturwissenschaftliche und technische Fachräume ohne Aufsicht des Fachlehrers in der Regel nicht betreten.

I - 2.2 Die Schüler sind zu informieren über

- Lage und Bedienung der elektrischen Not-Aus-Schalter und des zentralen Gas-Haupthahnes,
- vorhandene Löscheinrichtungen (Feuerlöscher, Löschdecke, Löschsand,
- Handbrause (Augendusche)
- Fluchtwege bzw. einen bestehenden Rettungsplan.

I - 2.3 Außer in den unter I - 2.2 angesprochenen Notfalleinrichtungen dürfen ohne Aufforderung durch den Lehrer Geräte, Maschinen, Schaltungen und Chemikalien in der Regel von Schülern nicht berührt werden.

---

<sup>1</sup> Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen nach DIN 14095, Objektpläne, in denen eingezeichnet wird: Räume mit gefährlichen Stoffen, brennbare Flüssigkeiten, radioaktive Stoffe, Druckgase

- I - 2.4 Schüler dürfen in der Schule in der Regel nur unter Anleitung und Verantwortung des Lehrers Versuche durchführen. Der Lehrer ist dabei zu einer dem Alter und der Reife der Schüler entsprechenden Aufsicht verpflichtet.
- I - 2.5 Der Lehrer kann in Einzelfällen Schüler auch ohne ständige Aufsicht in der Schule experimentieren lassen, wenn er nach den bisherigen Unterrichtserfahrungen mit diesen Schülern davon ausgehen kann, dass sie mit den zur Verfügung gestellten Geräten und Chemikalien sachgerecht umgehen.
- I - 2.6 Der Lehrer hat dafür zu sorgen, dass Schüler Schutzausrüstungen (Schutzbrillen, Schutzhandschuhe) tragen, falls das Experiment es erfordert.
- I - 2.7 Bei Demonstrationsversuchen, bei denen eine Explosions- oder Implosionsgefahr besteht, oder die Möglichkeit, dass gefährliche Flüssigkeiten verspritzen, sind Schutzvorkehrungen zu treffen (z.B. Verwendung einer Schutzscheibe oder eines Splitterkorbs), die den Schülern ausreichend Schutz gewähren.
- I - 2.8 Die Mithilfe von Schülern beim Heranholen von Geräten und Stoffen, 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.
- I - 2.9 Lehrer dürfen während des Unterrichts den Fachraum grundsätzlich nicht verlassen. Muss ein Lehrer aus zwingenden Gründen dennoch kurzzeitig Schüler ohne Aufsicht in einem Fachraum lassen, muss er die zur Unfallverhütung erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen treffen.
- I - 2.10 Bevor experimentiert wird, hat sich der Lehrer mit der Handhabung der Geräte und dem Reaktionsablauf vertraut zu machen.
- I - 2.11 Versuche an Schülern
- Versuche an Schülern dürfen nur durchgeführt werden, wenn eine Schädigung des Organismus ausgeschlossen ist und die hygienischen Erfordernisse gewährleistet sind.
  - Blutentnahme bei Schülern ist nicht erlaubt; die Länder entscheiden über Ausnahmen durch gesonderte Regelungen.
  - Bei Abnahme elektrophysiologischer Signale (EKG, EEG) dürfen nur Geräte eingesetzt werden, die der Medizingeräteverordnung entsprechen oder vollständig vom Stromnetz getrennt betrieben werden und an denen keine berührunggefährlichen Spannungen auftreten können.
  - Experimente mit ionisierenden Strahlen an Schülern sind verboten.
  - Versuche mit berührunggefährlichen Spannungen an Schülern sind verboten.

## I - 3 Umgang mit gefährlichen Stoffen

### I - 3.1 Begriffsbestimmung

#### I - 3.1.1 Gefahrstoffe

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

1. gefährliche Stoffe und Zubereitungen nach § 3a sowie Stoffe und Zubereitungen, die sonstige chronisch schädigende Eigenschaften besitzen,
2. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind,
3. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe oder Zubereitungen nach Nummer 1 oder 2 entstehen oder freigesetzt werden können,
4. sonstige gefährliche chemische Arbeitsstoffe im Sinne des Artikels 2 Buchstabe b in Verbindung mit Buchstabe a der Richtlinie 98/24/EG des Rates vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit,
5. Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können.

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

<i>explosionsgefährlich (E)</i>		
<i>brandfördernd (O)</i>		
<i>hochentzündlich (F+)</i>	<i>leichtentzündlich (F)</i>	<i>entzündlich</i>
<i>sehr giftig (T+)</i>	<i>giftig (T)</i>	<i>gesundheitsschädlich (Xn)</i>
<i>ätzend (C)</i>		<i>reizend (Xi)</i>
<i>sensibilisierend</i>		
<i>krebserzeugend (K)</i>	<i>erbgutverändernd (M)</i>	<i>fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch) (R)</i>
<i>umweltgefährlich (N)</i>		

#### I - 3.1.2 Stoffe

Nach § 3 ChemG sind Stoffe 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.

#### I - 3.1.3 Zubereitungen

Nach § 3 ChemG sind Zubereitungen aus zwei oder mehreren Stoffen bestehende Gemenge, Gemische oder Lösungen.

#### I - 3.1.4 Erzeugnisse

Nach § 3 ChemG sind Erzeugnisse Stoffe oder Zubereitungen, die bei der Herstellung eine spezifische Gestalt, Oberfläche oder Form erhalten haben, die deren Funktion mehr bestimmen als ihre chemische Zusammensetzung, als solche oder in zusammengefügter Form.

Erzeugnisse im oben genannten Sinne sind z.B. Spanplatten, Platinen, Akkumulatoren.

- I - 3.1.5      Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK)  
Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, bei der im allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird. Definition siehe Ziffer III – 14.1 Legende.
- I - 3.1.6      Technische Richtkonzentration (TRK)  
Technische Richtkonzentration (TRK) ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann. Definition siehe Ziffer III – 14.1 Legende.
- I - 3.1.7      Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert (BAT)  
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. Definition siehe Ziffer III – 14.1 Legende.
- I - 3.1.8      Auslöseschwelle  
Auslöseschwelle ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz oder die Konzentration eines Stoffes oder seines Umwandlungsproduktes im Körper, bei deren Überschreitung zusätzliche Maßnahmen notwendig sind. Der Überschreitung der Auslöseschwelle steht es gleich, wenn Verfahren angewendet werden, bei denen zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind oder wenn ein unmittelbarer Hautkontakt besteht.
- I - 3.1.9      Umgang  
Umgang im Sinne des § 3 Abs. 2 GefStoffV ist das Herstellen, Gewinnen oder Verwenden.
- I - 3.1.10     Verwenden  
Verwenden im Sinne des § 3 ChemG ist das Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- und Verarbeiten, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Entsorgen und Befördern innerhalb der Schule.
- I - 3.1.11     Aufbewahren  
Aufbewahren ist der Oberbegriff für Bereithalten und Lagern.
- I - 3.1.12     Bereithalten  
Bereithalten ist das kurzzeitige vorübergehende Aufbewahren (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.
- I - 3.1.13     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 Verloaderampen oder -flächen zum alsbaldigen Abtransport,  
in der jeweils erforderlichen Anzahl und Größe bereitgehalten werden.

## I - 3.1.14 Lagern

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

## I - 3.1.15 Einstufung

Einstufung ist nach § 3 ChemG die Zuordnung zu einem oder mehreren Gefährlichkeitsmerkmalen; diese Gefährlichkeitsmerkmale sind in Ziffer III – 14.1 Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen der vorliegenden Sicherheitsrichtlinien aufgeführt.

## I - 3.1.16 Arbeitgeber











Entsprechend den Zuständigkeitsregelungen im Schulwesen tragen die Arbeitgeberverantwortung

- für Organisation, Inhalte und Durchführung des Unterrichts die Kultusverwaltung des Landes, vor Ort der Schulleiter. Die Übertragung der Arbeitgeberverantwortung auf den Schulleiter erfolgt nach Landesrecht.
- für Bau, Ausstattung, Ver- und Entsorgung mit/von Verbrauchsmaterialien der Sachkostenträger.

## I - 3.1.17 Arbeitnehmer

Zu den Arbeitnehmern in den Schulen zählen Lehrer und sonstige Beschäftigte (z.B. technische Assistenten). Schüler sind den Arbeitnehmern im Sinne der Gefahrstoffverordnung gleichgestellt.

I - 3.1.18 Gefahrensymbole und -bezeichnungen für gefährliche Stoffe und Zubereitungen nach Anhang II<sup>1</sup>

	<i>Explosionsgefährlich</i> E		<i>Brandfördernd</i> O
	<i>Hochentzündlich</i> F+		<i>leichtentzündlich</i> F
	<i>sehr giftig</i> T+		<i>Giftig</i> T
	<i>Ätzend</i> C		<i>Reizend</i> Xi
			<i>gesundheitsschädlich</i> Xn
			<i>Umweltgefährlich</i> N

*Anmerkung:* Die Buchstaben E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi und N sind nicht Bestandteil des Gefahrensymbols.

Bezeichnungen:

E explosive, explosif; O oxidizing, comburant;  
 F highly inflammable, facilement inflammable; F+ extremely inflammable, extrêmement inflammable;  
 T toxic; toxique; T+very toxic; tres toxique; Xn harmful; nocif;  
 C corrosive, corrosif; Xi irritant, irritant  
 N dangerous for the environment, *dangereux pour l'environnement* (N = nature)

<sup>1</sup> Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt vom 27.6.1967 ABl. Nr. L 196/1 vom 16.8.1967, zuletzt geändert am 6.8.2001 (ABl. Nr. L 225/1 vom 21.8.2001)

## I - 3.2 Pflichten des Schulleiters und der Lehrer

### I - 3.2.1 Allgemeine Schutzpflicht

„Der Arbeitgeber, der mit Gefahrstoffen umgeht, hat die zum Schutz des menschlichen Lebens, der menschlichen Gesundheit und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen entsprechend den Umgangsvorschriften der Gefahrstoffverordnung und den für ihn geltenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften zu treffen. Im übrigen sind die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln einschließlich der Regeln über Einstufung, Sicherheitsinformation und Arbeitsorganisation sowie die sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zu beachten.“

(§ 17 Abs. 1 GefStoffV)<sup>1</sup>

Die schulrelevanten Bestandteile der oben genannten Bestimmungen sind Gegenstand dieser Sicherheitsrichtlinien.

Die Arbeitgeberverantwortung in der Schule obliegt dem Schulleiter. Er kann verschiedene Aufgaben, die sich aus dieser Verantwortung ergeben, an in ihrem Bereich eigenverantwortlich tätige Lehrer schriftlich übertragen. Unbeschadet dieser Aufgabenübertragung verbleiben dem Schulleiter die Aufsichts- und Organisationsverantwortung, die nach Landesrecht geregelt ist.

I - 3.2.2 Bau und Einrichtung von Fachräumen sowie das Verhalten von Lehrern und Schülern müssen der allgemeinen Schutzpflicht nach § 17 Abs. 1 GefStoffV entsprechen. Dies gilt auch für eine umweltschonende Entsorgung von Gefahrstoffen.

### I - 3.2.3 Ermittlungspflicht

Nach § 16 Abs. 1 GefStoffV hat der Schulleiter zu veranlassen, dass ermittelt wird, ob und mit welchen Gefahrstoffen in den verschiedenen Fächern umgegangen wird.

Da im naturwissenschaftlichen Unterricht vorwiegend mit Reinstoffen gearbeitet wird, geben die auf den Originalbehältern befindlichen Kennzeichnungen und die Chemikalienkataloge namhafter Hersteller in der Regel die erforderlichen Informationen über die stoffspezifischen Gefährdungen. Auf diese Angaben darf sich der Lehrer verlassen.

Probleme können sich bei Zubereitungen (Lösemittelgemische, Reinigungsmittel, Lacke, Farben etc.) ergeben. Hier geben die mitzuliefernden Sicherheitsdatenblätter nach § 14 GefStoffV Auskunft. Bei verbleibenden Ungewissheiten über die Gefährdung können beim Hersteller oder Einführer unter Berufung auf § 16 Abs. 3 GefStoffV weitere Informationen angefordert werden.

### I - 3.2.4 Ersatzstoffprüfung

Der Lehrer, in dessen Fach mit Gefahrstoffen umgegangen wird, muss prüfen, ob für den jeweiligen Unterricht Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit geringerem gesundheitlichen Risiko eingesetzt werden können. Solche Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse müssen verwendet werden. Das Ergebnis dieser Prüfung ist schriftlich festzuhalten und auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen.

Bei Holzzeugnissen (z.B. Spanplatten) ist darauf zu achten, dass ein möglichst geringer Anteil an Buchen- und Eichenholz<sup>1</sup> enthalten ist, wenn bei der Bearbeitung dieser Holzzeugnisse Holzstaub entsteht.

<sup>1</sup> Zu den Umgangsvorschriften der Gefahrstoffverordnung zählen der fünfte Abschnitt "Allgemeine Umgangsvorschriften für Gefahrstoffe" (§§ 16 bis 34) und sechste Abschnitt "Zusätzliche Vorschriften für den Umgang mit krebserzeugenden und erbgutverändernden Gefahrstoffen" (§§ 35 bis 40) einschließlich der dazugehörigen Anhänge.

Zu den allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln zählen z.B. Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Technische Regeln Druckgase (TRG), Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF), DVGW-Arbeitsblätter, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, sowie Vorschriften und Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz der Unfallversicherungsträger.

Siehe Ziffer III – 18 Quellenverzeichnis.

Bei Farben und Lacken sind Zubereitungen mit organischen Lösemitteln möglichst durch Zubereitungen auf Wasserbasis zu ersetzen.

Der Hersteller oder Einführer ist nach § 16 Abs. 3 GefStoffV verpflichtet, die gefährlichen Inhaltsstoffe von Einzelstoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen mitzuteilen.

Der Eintrag ins Klassenbuch/Kursbuch gilt als Nachweis der Ersatzstoffprüfung nach § 16 GefStoffV.

#### I - 3.2.5 Gefahrstoffverzeichnis

Der Schulleiter hat zu veranlassen, dass ein Verzeichnis der Gefahrstoffe geführt wird, mit denen in der Schule umgegangen wird.

Das Verzeichnis muss folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes
- Einstufung des Gefahrstoffes
- Mengbereiche des Gefahrstoffes<sup>2</sup>
- Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird.

Die Angaben können in Dateiform gespeichert werden. Das Verzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und einmal jährlich zu überprüfen.

Dieses Verzeichnis kann mit Hilfe der Ziffer III – 13 Gefahrstoffliste geführt werden.

Bei der Einstufung des Gefahrstoffes können die Gefahrenbezeichnungen mit den dazugehörigen R-Sätzen genannt werden. Dabei genügt die Angabe des Kennbuchstabens der Gefahrenbezeichnung (z.B. T, Xn, F) und die Nummer des R-Satzes (z.B. R 22, R 45), wenn aus einer tabellarischen Übersicht der zugehörige Text ersichtlich ist.

Siehe Ziffer III – 14.1 Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen und Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze).

Die Gefahrstoffvorräte sind auf ordnungsgemäße Kennzeichnung und einwandfreien Zustand zu überprüfen. Bei fehlender oder unzureichender Kennzeichnung sind die Behältnisse entsprechend nachzukennzeichnen. Nicht mehr identifizierbare Stoffe oder entbehrliche Stoffe sind sachgerecht zu entsorgen.

Zur Entsorgung  
siehe Ziffer I – 3.12 und  
Ziffer III – 15 Entsorgung von Gefahrstoffabfällen.

Hinsichtlich Klassifizierung und zulässiger Lagermengen brennbarer Flüssigkeiten  
siehe Ziffer I – 3.7.11 und Ziffer III – 13.1 Legende sowie  
Ziffer III – 13.3 Liste der gefährlichen Stoffe.

#### I - 3.2.6 Zusätzliche Ermittlungspflichten beim Umgang mit krebserzeugenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen

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

Die besonderen Pflichten nach den §§ 36 und 40 GefStoffV hinsichtlich des Umgangs mit den in Ziffer I – 3.8, Tabelle 2 aufgeführten krebserzeugenden Gefahrstoffen können für den Schule in Form der nachfolgenden Tabelle erfüllt werden.

---

<sup>1</sup> Herstellerzertifikat beachten

<sup>2</sup> Die Ermittlung der Menge des Gefahrstoffes (§ 16 Abs. 3a Nr. 3 GefStoffV) kann durch Bezugsquellennachweis anhand der Rechnungen erfolgen.

Tabelle 1: Zusätzliche Pflichten beim Umgang mit krebserzeugenden und erbgutverändernden Gefahrstoffen

	krebserzeugender/ erbgutverändernder Gefahrstoff	Ergebnis der Prüfung auf Ersatzstoff(e)	Vorsorge- und Schutzmaßnahmen	Datum der Überprüfung	Name der Lehrkraft
1.	Benzol als Aromat	keine	Abzug, kleinst- möglicher Ansatz	25.04.2003	OStR Roland Muster
2.	Benzol als Lösemittel	Cyclohexan		17.06.2003	Dr. Angelika Müller
3.					
4.					

I - 3.2.7 Nach den §§ 37 und 40 GefStoffV wird gegenüber der zuständigen Behörde (z.B. Gewerbeaufsicht) eine detaillierte Anzeige des Herstellungsverfahrens und der Verwendung krebserzeugender oder erbgutverändernder Gefahrstoffe, der getroffenen Schutzmaßnahmen etc. gefordert.

In Schulen ist eine solche Anzeige und ihr Bereithalten in der Regel nicht notwendig, da die unter Ziffer I – 3.8, Tabelle 2 aufgeführten krebserzeugenden Gefahrstoffe nur gelegentlich im Unterricht und ausschließlich vom Lehrer für Lehr- oder Ausbildungszwecke verwendet werden.

### I - 3.3 Überwachungspflicht

„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)

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.

### I - 3.4 Rangfolge der Schutzmaßnahmen

I - 3.4.1 „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 nicht in Hautkontakt kommen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.“  
(§ 19 Abs. 1 GefStoffV)

In der Schule können diese Schutzziele durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Geschlossener Versuchsaufbau (z.B.  $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$ -Gleichgewicht im abgeschmolzenen Rohr)
- Verwendung von geeigneten Waschflaschen oder Absorptionsrohren

I - 3.4.2 „Kann durch Maßnahmen nach Abs. 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)



### Regelungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht

Um diesen Anforderungen zu genügen, müssen entsprechende Räume für den naturwissenschaftlichen Unterricht, wie z.B. Chemieunterrichtsräume, mit mindestens einem Abzug ausgestattet sein. Die Abzüge müssen folgenden Schutzziele entsprechen:

- Gase, Dämpfe, Nebel, Rauche oder Stäube in gefährlicher Konzentration oder Menge dürfen nicht aus dem Abzugsinneren in den Unterrichtsraum gelangen können,
- im Abzugsinneren darf sich keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden können, und
- Personen müssen durch den geschlossenen Frontschieber geschützt sein, falls gefährliche Stoffe verspritzen oder Glas zersplittert.

Abzüge erfüllen diese Schutzziele und damit den oben genannten Stand der Technik, wenn sie den Normen DIN 12924 Teil 1, Teil 3 oder Teil 4<sup>1</sup> entsprechen. Bei diesen Abzügen erfolgt die Kontrolle der einwandfreien lufttechnischen Funktion<sup>2</sup> durch eine selbsttätig wirkende Einrichtung, die im Fehlerfall optische und akustische Warnsignale gibt.

### Regelungen für die technischen Fächer bzw. den Kunstunterricht

siehe Ziffer I – 10 Regelungen zu Technik/Arbeitslehre und I – 12 Regelungen zu Kunst.

In den technischen Fächern bzw. im Kunstunterricht sind bei Brennöfen und bei Motorprüfständen besondere Lüftungsmaßnahmen erforderlich.

Geeignete Maßnahmen sind

- bei Brennöfen eine Entlüftung ins Freie,
- bei Motorprüfständen die Abgase an der Austrittsstelle zu erfassen und ins Freie zu leiten.

I - 3.4.3 „Ist eine Erfassung der Gefahrstoffe an der Austritts- oder Entstehungsstelle nach Abs. 2 nach fachlicher Abschätzung nicht angezeigt, sind geeignete Lüftungsmaßnahmen zu treffen.“ (§ 19 Abs. 3 GefStoffV)

Dies wird durch eine wirksame Lüftung mittels Fenster oder durch Abluftventilatoren erreicht.

Geeignete Lüftungsmaßnahmen sind beispielsweise in Unterrichtsräumen zu treffen, in denen mit Farben oder Lacken mit gefährlichen Lösemitteln usw. gearbeitet wird.

Versuche außerhalb des Abzugs und andere Arbeitsverfahren, bei denen Gefahrstoffe frei werden können, sind so zu gestalten, dass die MAK-Werte eingehalten und die Expositionsspitzen zur Erfüllung der Kurzzeitwertbedingungen begrenzt werden. Eine Einhaltung der MAK-Werte kann in Schulen angenommen werden, wenn die Berechnung ergibt, dass der MAK-Wert für die Dauer von längstens zwei Stunden nicht überschritten wird. Damit ist auch die Auslöseschwelle eingehalten.

Zur Abschätzung der Kurzzeitwertbedingungen  
siehe Ziffer III – 13.1 Legende und  
Ziffer III – 13.3 Liste der gefährlichen Stoffe.

---

<sup>1</sup> DIN 12924 Teil 1 „Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für allgemeinen Gebrauch“, Teil 3 “Laboreinrichtungen; Abzüge; Durchreicheabzüge”, Teil 4 “Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge in Apotheken”

<sup>2</sup> Abzüge, die vor dem 01.08.1991 installiert wurden, müssen eine Abzugsleistung von mindestens 400 m<sup>3</sup>/h je laufenden Meter Abzugsbreite haben. Die ständige Kontrolle der lufttechnischen Funktion erfolgt mittels Wollfaden oder Windrädchen, die in der Nähe der Absaugöffnung angebracht sind.

Versuche, bei denen krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe der Kategorien 1 und 2 oder sehr giftige Gefahrstoffe freigesetzt werden (siehe Ziffer III – 13.3 Liste der gefährlichen Stoffe), sind im Abzug durchzuführen.

Siehe Ziffer I – 3.4.2 Ersatzstoffverpflichtung.

- I - 3.4.4 Hinsichtlich der in § 19 Abs. 5 GefStoffV vorgesehenen persönlichen Schutzausrüstung siehe Ziffer I – 3.11 Persönliche Schutzausrüstung.

## **I - 3.5 Betriebsanweisung und Unterweisung**

### **I - 3.5.1 Allgemeine Anforderungen**

„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)

„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)

### **I - 3.5.2 Lehrer und technische Assistenten**

Eine allgemeine Betriebsanweisung für die Hand des Lehrers und technischen Assistenten besteht aus dieser Sicherheitsrichtlinie sowie den entsprechenden Verwaltungsvorschriften und Hinweisen des jeweiligen Landes.

Die Unterweisung der Lehrer, die mit Gefahrstoffen umgehen, ist durch den Schulleiter zu veranlassen. Aspekte des sicheren Umgangs und der sachgerechten Entsorgung von Gefahrstoffen sind anhand der vorgenannten Unterlagen einmal jährlich auf einer Fach-/ Lehrerkonferenz zu besprechen.

### **I - 3.5.3 Schüler**

Zu Beginn des naturwissenschaftlichen Unterrichts bzw. des Unterrichts in Technik/Arbeitslehre, Hauswirtschaft und Kunst ist dem Schüler eine allgemeine Betriebsanweisung (z.B. Labor-/Werkstattordnung) zur Kenntnis zu geben, in der die möglichen Gefahren für Mensch und Umwelt beschrieben sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt sind. In der Betriebsanweisung sind auch die Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über Erste-Hilfe-Maßnahmen zu treffen.

Die Schüler sind durch den Lehrer anhand der Betriebsanweisungen zu unterweisen. Über die erfolgte Unterweisung ist ein schriftlicher Vermerk (z.B. Eintrag ins Klassenbuch/Kursbuch) anzufertigen. Die Unterweisung ist in jedem Schuljahr zu wiederholen.

Zum Umgang mit Gefahrstoffen

siehe Ziffer III – 2.2. Muster-Betriebsanweisung für Schüler.

Bevor Schüler mit Gefahrstoffen umgehen, hat der Lehrer gezielte Anweisungen zu den bei diesem Versuch/Arbeitsverfahren eingesetzten Gefahrstoffen, deren sicherer Handhabung und Entsorgung zu geben. Dies kann schriftlich (z.B. Versuchsblatt) oder durch andere geeignete Methoden erfolgen.

#### I - 3.5.4 Besondere Regelungen für gebärfähige Frauen

Lehrerinnen und Schülerinnen sind zusätzlich über die für Frauen für werdende und stillende Mütter möglichen Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen durch den Schulleiter bzw. den Lehrer in geeigneter Form zu unterweisen. Es ist insbesondere darauf hinzuweisen, dass Schwangere in Schulen krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Gefahrstoffen nicht ausgesetzt werden dürfen.

#### I - 3.5.5 Hausmeister, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal

Jeder Lehrer hat dafür zu sorgen, dass das o.g. Personal in den Fachräumen ohne Gefährdung durch Gefahrstoffe, Chemikalienreste oder Experimentieranordnungen arbeiten kann.

Das Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal ist in geeigneter Weise über die von den Gefahrstoffen in der Schule ausgehenden Gefährdungen und die entsprechenden Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind durch den zuständigen Arbeitgeber<sup>1</sup> schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Siehe Ziffer III – 2.3 Musterbetriebsanweisung für Hausmeister, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal.

### I - 3.6 Hygienische Maßnahmen

#### I - 3.6.1 In Unterrichtsräumen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, darf nicht gegessen, getrunken, geraucht, geschminkt oder geschnupft werden.

Hiermit soll eine unbeabsichtigte Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper sowie das Entstehen von Bränden verhindert werden.

#### I - 3.6.2 In Räumen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird (z.B. Chemiefachräume), muss ein Waschbecken mit Handbrause (Kaltwasseranschluss<sup>2</sup>), Seifenspender und Einmalhandtüchern vorhanden sein.

Die Handbrause ist auch zur Durchführung von Erste-Hilfe-Maßnahmen erforderlich, z.B. bei Augenverätzungen, Kontamination mit Gefahrstoffen, Kleiderbränden.

Die in § 22 Abs. 3 GefStoffV geforderten Waschräume mit Duschen sowie Räume mit getrennter Aufbewahrungsmöglichkeit für Straßen- und Arbeitskleidung sind im Schulbereich nicht erforderlich.

#### I - 3.6.3 Zum Pipettieren sind geeignete Pipettierhilfen bereitzustellen und zu benutzen.

Pipettieren mit dem Mund ist verboten.

#### I - 3.6.4 Verschüttete Gefahrstoffe, wie z.B. Quecksilber und Brom, sind sofort mit einem geeigneten Absorptionsmittel aufzunehmen.

<sup>1</sup> Zuständiger Arbeitgeber ist i.d.R. der Schulträger oder die Reinigungs- bzw. Instandhaltungsfirma. Der Schulleiter beteiligt sich im Rahmen der Mitwirkungspflicht an der Erstellung der Betriebsanweisung. In diesem Zusammenhang ist die Fremdfirma auf die besonderen Gefahren hinzuweisen.

<sup>2</sup> Bei der Verwendung von warmem Wasser besteht die Gefahr erhöhter Hautpermeabilität.

### I - 3.7 Kennzeichnung, Aufbewahrung und Lagerung

I - 3.7.1 Die Kennzeichnung von gefährlichen Stoffen und Zubereitungen muss für schulinternen Gebrauch folgende Angaben enthalten:

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

Diese Anforderung gilt bei der Nachkennzeichnung alter Gebinde bzw. bei der Kennzeichnung selbst hergestellter Zubereitungen.

I - 3.7.2 Erleichterungen bei der Kennzeichnung Handgebrauch 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”

I - 3.7.3 Nach § 24 Abs. 1 GefStoffV sind Gefahrstoffe 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.

Um einen Fehlgebrauch zu verhindern, ist beispielsweise dafür zu sorgen, dass Gefahrstoffe, die sich im Arbeitsgang befinden, nicht verwechselt werden können. Lebensmittel dürfen nicht zusammen mit Gefahrstoffen aufbewahrt und gelagert werden.

Lebensmittel für Versuchszwecke sollen als solche gekennzeichnet sein.

I - 3.7.4 Gefahrstoffe dürfen nur in Behältern aufbewahrt werden, die aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten.

Originalgefäße entsprechen diesen Anforderungen.

Bei Benutzung von anderen Gefäßen ist zu beachten:

- Bei Kunststoffbehältern besteht insbesondere bei organischen Flüssigkeiten die Gefahr der Versprödung, Verformung oder Diffusion.
- Aluminiumgefäße dürfen nicht für chlorkohlenwasserstoffhaltige Stoffe verwendet werden.
- Für starke Laugen sind Polypropylenflaschen geeignet, nicht jedoch Glasflaschen.

Siehe Ziffer III – 13.3 Liste der gefährlichen Stoffe.

I - 3.7.5 Gefahrstoffe dürfen nicht in solchen Behältnissen aufbewahrt oder gelagert werden, durch deren Form oder Bezeichnung der Inhalt mit Lebensmitteln verwechselt werden kann.

- I - 3.7.6 Sehr giftige Stoffe und Zubereitungen sind in Schulen nur vorrätig zu halten, wenn sie für den Unterricht erforderlich sind und dann nur in den notwendigen kleinen handelsüblichen Mengen.
- I - 3.7.7 Sehr giftige Stoffe und Zubereitungen und darüber hinaus Stoffe mit besonderen Gefahren (z.B. Natrium, Kalium, Chlorate, Phosphor und Pikrinsäure) müssen diebstahlsicher aufbewahrt werden.
- Das Aufbewahrungsbehältnis (Giftschrank) gilt als diebstahlsicher, wenn es mit einem Sicherheitsschloss verschlossen und so befestigt ist, dass es nur bei geöffnetem Schloss entfernt werden kann.
- Für die Aufbewahrung der oben genannten Stoffe und Zubereitungen und für die Ausgabe der entsprechenden Schlüssel ist der Sammlungsleiter verantwortlich. Die Schlüssel dürfen Schülern nicht ausgehändigt werden.
- Für sehr giftige Stoffe in Versuchsaufbauten siehe auch die Bestimmungen für das Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal in Ziffer I – 3.5.5.
- I - 3.7.8 Giftige und sonstige mit T gekennzeichneten Stoffe und Zubereitungen (krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe oder Zubereitungen der Kategorien 1 und 2) sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass nur der Fachlehrer oder technische Assistent Zugang zu diesen Gefahrstoffen hat.
- Diese Forderung ist erfüllt, wenn die Fachräume von der Flurseite gegen das Betreten durch Unbefugte gesichert sind (z.B. innen Türklinke, außen Knauf).
- Hausmeister, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal sind vor Arbeiten in entsprechenden Bereichen über die Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unterweisen und in angemessener Weise zu beaufsichtigen.
- Siehe Ziffer I – 3.5.5 Hausmeister, Reinigungs-, Wartungs- und Reparaturpersonal.
- I - 3.7.9 Krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe der Kategorien 1 und 2 dürfen, sofern noch ein Umgang mit diesen Gefahrstoffen erlaubt ist und diese Gefahrstoffe nach erfolgter Ersatzstoffprüfung für den Unterricht weiterhin notwendig sind, nur in den erforderlichen kleinen handelsüblichen Mengen vorrätig gehalten werden.
- I - 3.7.10 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 die austretenden Dämpfe ins Freie leitet.
- I - 3.7.11 Die Aufbewahrung brennbarer Flüssigkeiten der Gefahrklassen A I, A II, A III und B ist grundsätzlich in Sicherheitsschränken nach TRbF 20 oder Lagerräumen nach TRbF 20<sup>1</sup> vorzunehmen. Brennbare Flüssigkeiten können auch in Labor- oder Chemikalienschränken untergebracht werden, die
- an eine wirksame Entlüftung angeschlossen sind, die einen mindestens 10-fachen Luftwechsel je Stunde gewährleistet und die auftretenden Gase und Dämpfe ständig ins Freie leitet,
  - unterhalb der untersten Stellfläche mit einer Auffangwanne aus nicht brennbaren Werkstoffen ausgerüstet sind, die mindestens 10 % der maximal zulässigen Aufbewahrungsmenge aufnehmen kann, mindestens jedoch den Rauminhalt des größten Gefäßes,
  - mit Türen ausgestattet sind, die von selbst schließen und an der Frontseite der Türen mit dem Warnzeichen<sup>2</sup> W 01 und Verbotssymbol P 02 gekennzeichnet sind.

---

<sup>1</sup> Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 20 Lager

<sup>2</sup> nach UVV Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (GUV-V A8 bisher GUV 0.7) bzw. DIN 4844-1

- im Brandfall z.B. durch Unterbrechung der Schranklüftung eine Brandausbreitung verhindern.

In diesen Schränken dürfen brennbare Flüssigkeiten jedoch nur bis zu einem Gesamtvolumen von 60 L aufbewahrt werden, davon höchstens 20 L der Gefahrklasse A I und 40 L der Gefahrklassen All, A III und B. Je Sammlungsraum ist nur ein Schrank zulässig.

Die Regelungen finden keine Anwendung, soweit brennbare Flüssigkeiten in der für den Fortgang der Arbeit erforderlichen Menge bereitgehalten werden.

- I - 3.7.12 Brennbare Flüssigkeiten der Gefahrklassen A I, A II und B dürfen im Schulbereich für den Handgebrauch nur in Gefäßen von höchstens 1 Liter Nennvolumen aufbewahrt werden.

Das Abfüllen hochentzündlicher, leichtentzündlicher und entzündlicher Flüssigkeiten muss zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahren im Abzug oder unter Anwendung gleichwertiger Schutzmaßnahmen erfolgen.

- I - 3.7.13 Sollen brennbare Flüssigkeiten im Kühlschrank bereitgehalten werden, darf er im Innenraum keine Zündquellen haben.

Zündquellen im Kühlschrank bei Normalausführung sind z.B. Leuchten, Lichtschalter, Temperaturregler, Abtauautomatik.

- I - 3.7.14 Behälter mit Gefahrstoffen dürfen nur bis zu einer solchen Höhe aufbewahrt werden, dass sie noch sicher entnommen und abgestellt werden können. Ätzende Flüssigkeiten dürfen nicht über Augenhöhe aufbewahrt werden.

Im allgemeinen sollen Behälter, die nur mit beiden Händen getragen werden können, nicht über Griffhöhe abgestellt und entnommen werden.

### **I - 3.8 Allgemeine Verwendungs- und Expositionsverbote für Lehrer, Schüler und sonstige Beschäftigte**

- I - 3.8.1 Krebserzeugende Gefahrstoffe

In § 15 GefStoffV sind Herstellungs- und Verwendungsverbote zu bestimmten krebserzeugenden, fruchtschädigenden und umweltgefährlichen Stoffen und Stoffgruppen ausgesprochen, in § 15a GefStoffV Expositionsverbote zu bestimmten krebserzeugenden Stoffen und Stoffgruppen.

Siehe Ziffer III – 16 Herstellungs- und Verwendungsverbote nach § 15 GefStoffV.

Einschränkend gegenüber § 15 und § 15a GefStoffV ist in den allgemeinbildenden Schulen der Umgang mit krebserzeugenden Stoffen der Kategorien 1 und 2 nicht erlaubt.

Ausgenommen sind für Lehrereperimente die krebserzeugenden Stoffe in nachfolgender Tabelle 2 und krebserzeugende Stoffe, die bei chemischen Reaktionen in geringen Mengen als Reaktionsprodukte oder Reaktionsnebenprodukte entstehen, siehe nachfolgende Tabelle 3.

Entsprechende Schutzmaßnahmen sind bei den Experimenten einzuhalten.



Warnzeichen W 1  
(Warnung vor feuergefährlichen Stoffen)



Verbotszeichen P 02  
(Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten)

**Tabelle 2: 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	H	Nur in der gymnasialen Oberstufe für Analyse- sowie wissenschaftliche Lehr- und Ausbildungszwecke gestattet. Stammsubstanz der Aromatenchemie, Eigenschaften wichtig für die Theorie.
Beryllium als Metall	K 2 R 49	S	Staubbildung vermeiden
Cadmiumsulfat	K 2 R49		Staub- und Aerosolbildung vermeiden Als Fällungsreagens in der Analytik.
Lösliche Chrom(VI)-Verbindungen	K 2 R 49	S	Staub- und Aerosolbildung vermeiden Der "Vulkanversuch" mit Ammoniumdichromat ist untersagt (Bildung von Chrom(III)-chromat).
Cobalt-Verbindungen (Chlorid, Nitrat)	K 2 R 49	S	Staub- und Aerosolbildung vermeiden Als Fällungsreagens in der Analytik
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 (Isomergemische)	K 2	H	Falls Benzol durch Toluol ersetzt wird; als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatografie
Erdöldestillate (Erdölextrakte)	K 2		Erdöldestillation, Untersuchung von Kohlenwasserstoffen (Flammprobe, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, GC), Umgang mit Benzenen.
Kohlenwasserstoffe, C26 - C55, 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.
Nickel-Verbindungen (Chlorid, Sulfat, Sulfid)	K 1	S	Staub- und Aerosolbildung vermeiden. Als Fällungsreagens und Fällungsprodukt in der Analytik
2-Nitronaphthalin	K 2		Falls Benzol durch Naphthalin ersetzt wird; als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatografie.
2-Nitrotoluol	K 2	H	Bei der Nitrierung von Toluol; als Vergleichssubstanz für Dünnschichtchromatografie
o-Toluidin	K 2	H	Zur Verwendung in der Analytik, z.B. zur photometrischen Bestimmung 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. aufgrund von Tierversuchen).

H: Gefahr der Hautresorption; Schutzhandschuhe tragen.

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

R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen

Umgang mit Azofarbstoffen in der Schule:

Der Umgang mit Azofarbstoffen mit krebserzeugenden Aminkomponenten ist in der Schule nicht zulässig. Die in der Schule verwendeten Azofarbstoffe (z.B. Methylorange, Methylrot) werden durch chemische Reduktionsmittel bzw. im Körper durch Darmbakterien und Azoreduktasen der Leber reaktiv in nicht krebserzeugende Amine gespalten. Der Umgang mit ihnen ist daher in der Schule zulässig. Die Synthese von Azofarbstoffen ist dann zulässig, wenn hierzu keine krebserzeugenden Substanzen verwendet werden.

Krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe als Reaktionsprodukte in Lehrer- und Schülerexperimenten:

Bei manchen Reaktionen können Spuren krebserzeugender und erbgutverändernder Stoffe entstehen. Beim Arbeiten mit kleinstmöglichen Ansätzen können unter Beachtung der Schutzmaßnahmen folgende Lehrer- und Schülerexperimente durchgeführt werden.

**Tabelle 3: Beispiele für Experimente, bei denen krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe in geringen Mengen entstehen können**

Experiment	krebserzeugender / erbgutverändernder Stoff	Einstufung	H,S
Nachweis der Ethen-Doppelbindung 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
Brennprobe von PVC	Vinylchlorid (Chlorethen)	K 1	
Kohle-Pyrolyse	Braun- bzw. Steinkohleteer (Benzo[a]pyren als Bezugssubstanz)	K 2 M 2	
Pyrolyse organischer Stoffe	Pyrolyseprodukte aus organischem Material	K 1/2	
Untersuchung von Autoabgasen	Dieselmotor-Emissionen	K 2	
Erläuterungen zu den Abkürzungen K, H und S siehe vorstehende Tabelle 2			

### I - 3.8.2 Umweltgefährliche Gefahrstoffe

In Anlehnung an § 15 GefStoffV und die FCKW-Halon-Verbots-Verordnung dürfen an Schulen Tetrachlormethan und 1,1,1-Trichlorethan nur noch in der gymnasialen Oberstufe für Analysezwecke (z.B. als Referenzsubstanz in der Gaschromatographie) verwendet werden.



**I - 3.9 Umgangsbeschränkungen für Schüler**

I - 3.9.1 Schüler dürfen im Rahmen von Schülerexperimenten mit Ausnahme der in Tabelle 3 aufgeführten krebserzeugenden und erbgutverändernden Reaktionsprodukte nicht mit sehr giftigen oder explosionsgefährlichen Gefahrstoffen sowie nicht mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Gefahrstoffen der Kategorien 1 und 2 umgehen.

Bei fortpflanzungsgefährdenden Gefahrstoffen gilt das Umgangsverbot nur bei Stoffen, die bioverfügbar sind.

Der Umgang mit z.B. Bleiacetat-, Cobaltchlorid-Papier und die Verwendung von Bleiplatten in Bleiakumulatoren ist damit in Schülerexperimenten möglich.

Das Gefahrenpotenzial sehr giftiger Stoffe kann durch Verdünnung verringert werden.

Siehe Ziffer III – 13.2 Einstufung der Zubereitungen.

I - 3.9.2 Schüler unter 16 Jahren dürfen im Rahmen von Schülerexperimenten nicht mit hochentzündlichen flüssigen Gefahrstoffen<sup>1</sup> umgehen.

Die Umgangsbeschränkungen für Schüler an Schulen sind in der Tabelle 4 zusammengefasst.

I - 3.9.3 Lehrer dürfen Schülern sehr giftige, giftige, explosionsgefährliche, krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährliche Gefahrstoffe nicht für häusliche Experimente zur Verfügung stellen. Die Schüler sind zu warnen, gefährliche Experimente zu Hause durchzuführen.

Häusliche Experimente im Rahmen von Wettbewerben dürfen mit Stoffen, die für jedermann im Handel erwerbbar sind, durchgeführt werden.

Der Lehrer prüft, ob er Gefahrstoffe mit der Einstufung Xn, Xi, F in Einzelfällen Schülern für häusliche Experimente überlassen kann, wenn er davon ausgehen kann, dass diese Schüler aufgrund der Art des Experiments, ihrer Reife und Qualifikation mit diesen Chemikalien sachgerecht umgehen.

---

<sup>1</sup> Das Jugendarbeitsschutzgesetz erlaubt den Umgang mit diesen Stoffen, wenn das Lernziel nicht anders erreichbar ist. Dies enthebt nicht von der Verpflichtung zur Ersatzstoffprüfung.

**Tabelle 4: Umgangsbeschränkungen für Schüler**

Einstufung des Gefahrstoffes	Beispiele	Schülerexperimente bis einschließlich Jahrgangstufe 10	Schülerexperimente in den Jahrgangstufen 11 bis 13
1. sehr giftig <b>T+</b>	Brom weißer Phosphor Kaliumcyanid	nicht möglich	nicht möglich
2. giftig <b>T</b>	Kaliumnitrit Methanol Phenol	möglich	möglich
3. gesundheitsschädlich <b>Xn</b>	Bariumchlorid, $w \geq 25\%$ Kaliumpermanganat Iodlösung	möglich	möglich
4. ätzend <b>C</b>	Natriumhydroxid Natriumsulfid Silbernitrat konz. Säuren	möglich	möglich
5. reizend <b>Xi</b>	Essigsäure, $10\% \leq w < 25\%$ Natronlauge, $0,5\% \leq w < 2\%$ Salzsäure, $10\% \leq w < 25\%$ Schwefelsäure, $5\% \leq w < 15\%$	möglich	möglich
6. explosionsgefährlich <b>E</b>	Schwarzpulver Kaliumchlorat-Mischungen mit brennbaren Stoffen	nicht möglich	nicht möglich
7. brandfördernd <b>O</b>	Kaliumnitrat Natriumiodat Kaliumpermanganat	möglich	möglich
8. hochentzündlich <b>F+</b>	Acetaldehyd Diethylether Methylformiat Pentan	nicht möglich  (Ausnahme s. Fußnote zu I – 3.9.2)	möglich
9. leichtentzündlich <b>F</b>	Ethylacetat Octan Toluol	möglich	möglich
10. krebserzeugend <b>T</b> ; R 45, R 49	Acrylnitril K 2 Benzol K 1 1,2-Dibromethan K 2	nicht möglich	nicht möglich
(Ausnahmen siehe Tabelle 3)			
11. Verdacht auf krebserzeugende Wirkung <b>Xn</b> ; R 40	Dichlormethan K 3 1,4-Dioxan K 3 Acetamid K 3	möglich	möglich
12. erbgutverändernd <b>T</b> ; R 46	Diethylsulfat M 2	nicht möglich	nicht möglich
(Ausnahmen siehe Tabelle 3)			
13. Verdacht auf erbgutverändernde Wirkung <b>Xn</b> ; R 68	o-, p-Aminophenol M 3 Ethen M 3	möglich	möglich
14. fortpflanzungsgefährdend fruchtschädigend <b>RE</b> <b>T</b> ; R 61,	Blei(II)-acetat RE 1 Blei(II)-nitrat RE 1 Blei(II)-oxid RE 1	nicht möglich	nicht möglich
ausgenommen, wenn nicht bioverfügbar			
15. fortpflanzungsgefährdend Fortpflanzungsfähigkeit <b>RF</b> <b>T</b> ; R 60	2-Brompropan RF 1	nicht möglich	nicht möglich
ausgenommen, wenn nicht bioverfügbar			
16. Verdacht auf fortpflanzungsgefährdende Wirkung <b>Xn</b> ; R 62, R 63	n-Hexan Kohlenstoffdisulfid RE 3, RF 3	möglich	möglich

**I - 3.10 Besondere Vorschriften für gebärfähige Frauen, werdende oder stillende Mütter**

I - 3.10.1 „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.“

(§ 1 Mutterschutzrichtlinienverordnung)<sup>1</sup>

I - 3.10.2 „Nicht beschäftigt werden dürfen

1. werdende oder stillende Mütter mit sehr giftigen, giftigen, gesundheitsschädlichen 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 erbgutverändernden Gefahrstoffen;
4. stillende Mütter mit Gefahrstoffen nach Nr. 3, wenn der Grenzwert überschritten ist;
5. gebärfähige Arbeitnehmerinnen beim Umgang mit Gefahrstoffen, die Blei oder Quecksilberalkyle enthalten, wenn der Grenzwert überschritten wird.“

(§ 5 Abs. 1 Satz 1 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz)

Zu Nummer 1, 4 und 5:

Grenzwerte zu den Nummern 1, 4 oder 5 sind Luftgrenzwerte und BAT-Werte. Sie werden - sofern die nach Ziffer I – 3.4 erforderlichen Schutzmaßnahmen eingehalten werden und kein Hautkontakt mit hautresorptiven Gefahrstoffen stattfindet - im Rahmen des lehrplanmäßigen Unterrichts nicht überschritten. In diesem Sinne dürfen werdende oder stillende Mütter bzw. gebärfähige Frauen in Schulen mit den in den o.g. Nummern 1, 4 oder 5 genannten Gefahrstoffen umgehen.

Zu Nummer 3:

Werdende Mütter dürfen bei Demonstrationsexperimenten zusehen, sofern durch geeignete Schutzmaßnahmen eine Exposition ausgeschlossen ist (z.B. Abzug).

Zu Nummer 5:

Unter Blei sind hier auch bleihaltige Gefahrstoffe wie Legierungen und Verbindungen zu verstehen.

Bei den in Schulen üblichen Lötarbeiten werden die Grenzwerte für Blei nicht überschritten<sup>2</sup>.

**I - 3.10.3 Vorsorgeuntersuchungen**

Nach § 28 GefStoffV werden Vorsorgeuntersuchungen gefordert, wenn beim Umgang mit Gefahrstoffen, die in Anhang VI GefStoffV (Liste der Vorsorgeuntersuchungen) benannt sind, die Auslöseschwelle (Luftgrenzwert) überschritten wird.

Auf diese Vorsorgeuntersuchungen kann in Schulen verzichtet werden, da die Auslöseschwellen - sofern die nach Ziffer I – 3.4 erforderlichen Schutzmaßnahmen eingehalten werden und kein Hautkontakt mit hautresorptiven Gefahrstoffen stattfindet - im Rahmen des lehrplanmäßigen Unterrichts nicht überschritten werden.

<sup>1</sup> Auszug aus Mutterschutzrichtlinienverordnung siehe Ziffer III – 17.1 dieser Sicherheitsrichtlinien.

<sup>2</sup> Dr. Birgit Hornig, Dr. Heinz-Dieter Neumann, Belastungen beim Löten im Technikunterricht, GUVV Westfalen-Lippe, 1998

**I - 3.11 Persönliche Schutzausrüstung****I - 3.11.1 Handschutz**

Bei Arbeiten, die mit besonderen Gefahren durch chemische, mechanische oder thermische Einwirkungen für die Hände verbunden sind, müssen geeignete Schutzhandschuhe getragen werden. Unbrauchbar gewordene Handschuhe sind zu ersetzen.

Zum Schutz vor chemischen Einwirkungen sind Handschuhe aus beständigem Kunststoff geeignet.

Geeignete Handschuhe zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen (z.B. Umgang mit Glasgeräten) bestehen aus Leder oder speziellen Chemiefasern; gleiche Schutzwirkung kann durch die Verwendung von Textilhandtüchern gegeben sein.

Handschuhe zum Schutz vor thermischen Einwirkungen bestehen in der Regel aus speziellen Chemiefasern. Asbesthaltige Schutzhandschuhe sind nicht mehr erlaubt.

**I - 3.11.2 Augenschutz**

Bei den Arbeiten, die mit einer Gefährdung der Augen verbunden sind, muss geeigneter Augenschutz getragen werden.

Eine Gefährdung der Augen ist beispielsweise beim Umgang mit ätzenden Gefahrstoffen, bei Arbeiten unter Vakuum oder Druck sowie durch wegfliegende Teile gegeben.

Bewährt haben sich Gestellbrillen mit Seitenschutz bzw. Schutzbrillen für Brillenträger.

**I - 3.12 Entsorgung**

**I - 3.12.1** Vor dem Beginn eines Experiments muss der Lehrer klären, wie er Reste und Abfälle gefahrlos und umweltverträglich beseitigen kann.

**I - 3.12.2** Abfälle, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften nicht von Dritten entsorgt werden, sind gefahrlos zu vernichten oder in eine entsorgungsfähige Form umzuwandeln.

Nicht identifizierbare Stoffe sind sie in Absprache mit dem Schulträger entsorgen zu lassen.

Siehe Ziffer III – 15 Entsorgung von Gefahrstoffabfällen in Schulen.

**I - 3.12.3** Die einzelnen Abfallarten sind getrennt zu sammeln. Es sind Behälter bereitzustellen, die nach Größe und Bauart für die Sammlung der einzelnen Abfallarten geeignet sind und die von den Beschäftigten sicher transportiert werden können.

Siehe Ziffer III – 15.2 Tabelle der Beseitigungsgruppen.

Der Behälter muss den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen durch das Füllgut standhalten. Die Behälter sind in regelmäßigen Abständen auf ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen.

Die Chemikalienabfälle sind grundsätzlich wie Reinchemikalien (z.B. Mengenbegrenzung brennbarer Flüssigkeiten nach Ziffer I - 3.7.11) zu behandeln.

Die Entsorgung gefährlicher Abfälle ist in solchen Zeitabständen vorzunehmen, dass das Aufbewahren, der Transport und das Beseitigen dieser Stoffe nicht zu einer Gefährdung führen kann.

**I - 3.12.4** Die Sammelbehälter sind in der Regel geschlossen und so aufzubewahren, dass sie Unbefugten nicht zugänglich sind.

I - 3.12.5 Abfallbehälter sind mit den Gefahrensymbolen und den Gefahrenbezeichnungen und bei organischen Abfällen mit der Gefahrklasse nach der Verordnung für brennbare Flüssigkeiten (VbF)<sup>1</sup> zu kennzeichnen.

I - 3.12.6 Spitze, scharfe oder zerbrechliche Gegenstände sind in stich- und formfesten Behältnissen zu sammeln und zu entsorgen.

Für Kanülen und Glasscherben sind Kunststoffkanister geeignet.

### **I - 3.13 Erste Hilfe**

I - 3.13.1 Erste-Hilfe-Maßnahmen sind auf den Umgang mit Gefahrstoffen auszurichten.

Siehe Ziffer III – 3 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

I - 3.13.2 Mit Gefahrstoffen verunreinigte Kleidungsstücke sind zu entfernen und die betroffenen Körperstellen gründlich abzuwaschen. Reichen Erste-Hilfe-Maßnahmen nicht aus, ist ein Arzt zu konsultieren.

---

<sup>1</sup> Mit der Außerkraftsetzung der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) gelten auch die Gefahrklassen AI, AII AIII und B nicht mehr. Die Technische Regeln z.B. TRbF 20 Lager werden bis auf weiteres fortgeführt; solange diese nicht geändert sind, werden die Gefahrklassen im vorliegenden Regelwerk beibehalten (Näheres siehe III – 5.4).

## I - 4 Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen und Mischungen

I - 4.1 Der Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen und Mischungen<sup>1</sup> fällt unter den Geltungsbereich der Gefahrstoffverordnung, des Sprengstoffgesetzes und der ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz.

I - 4.2 Das Sprengstoffgesetz ist

"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- oder berufsbildende Schulen, soweit dies zur Erfüllung ihrer öffentlichen Aufgaben erforderlich ist."

(§ 5 Abs. 3, Erste Sprengstoffverordnung)

Explosionsgefährliche Stoffe, auf die das Sprengstoffgesetz anzuwenden ist, sind aufgelistet in Ziffer III – 13.3 Liste der gefährlichen Stoffe. Zu den Stoffen, die ohne weitere Zusätze explosionsgefährlich sind, zählen auch Mischungen von oxidierenden mit brennbaren Bestandteilen.

Siehe Ziffer II - 3.1.5<sup>2</sup> Sicherheitshinweise für den Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen und Reaktionen.

Nicht unter das Sprengstoffgesetz fallen Reaktionen mit brennbaren Gasen und Flüssigkeiten.

I - 4.3 Den Schulen ist das Herstellen explosionsgefährlicher Stoffe und Mischungen, 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 zu vernichten.

Siehe Ziffer III – 15.2 Tabelle der Beseitigungsgruppen B 7.

I - 4.4 Reaktionen oxidierender Stoffe (z.B. Nitrate, Permanganate) mit brennbaren Stoffen wie Schwefel, Holzkohle, sowie aluminothermische Reaktionen sind im Lehrerexperiment erlaubt.

I - 4.5 Mit explosionsgefährlichen Stoffen und Mischungen dürfen Schüler nicht arbeiten.

Experimente mit Oxidationsmitteln dürfen von Schülern nur in Anwesenheit des Lehrers durchgeführt werden.

---

<sup>1</sup> Explosionsgefährliche Stoffe sind unter anderem zahlreiche organische Nitroso- und Nitroverbindungen, Salpetersäureester, Diazoverbindungen, Stickstoffwasserstoffsäure, ihre Salze und Ester, Salze der Knallsäure, des Acetylen und seiner Derivate, Schwermetallperchlorate, Chlorstickstoff, organische Peroxide und Persäuren. Mischungen oxidierender Verbindungen, z.B. Nitrate, Chromate, Chlorate, Perchlorate, rauchende Salpetersäure und konzentrierte Perchlorsäure mit brennbaren oder reduzierenden Stoffen können die Eigenschaften von explosionsgefährlichen Stoffen haben, z.B. reagiert rauchende Salpetersäure explosionsartig mit Aceton, Ethern, Alkoholen, Terpentinöl.

<sup>2</sup> Informationen über Lagerung explosionsgefährlicher Stoffe siehe Ziffer III – 13.3 Liste der gefährlichen Stoffe.

## I - 5 Umgang mit Druckgasflaschen und Gasanlagen

### I - 5.1 Aufbewahrung, Transport

I - 5.1.1 Druckgasflaschen müssen sich nach Arbeitsschluss wegen der bei Bränden bestehenden Gefahr des Zerknalls an einem sicheren Ort befinden. Werden an Schulen Einzelflaschen anschlussfertig vorgehalten, so gilt dies als Bereitstellen für den Handgebrauch.

Für das Bereitstellen von Druckgasflaschen für den Handgebrauch<sup>1</sup> muss der sichere Ort folgende Bedingungen erfüllen:

- Keine Bereitstellung zusammen mit brennbaren Flüssigkeiten, deren Menge über den Handgebrauch hinaus geht.
- Im Schutzbereich (siehe Abb. 1) von Druckgasflaschen mit brennbaren Gasen, die leichter als Luft sind, dürfen sich keine Zündquellen befinden, durch die Gase gezündet werden können.
- Der Raum muss ausreichend be- und entlüftet sein. Für die Bereitstellung der an Schulen üblichen Druckgasflaschen (Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoffdioxid) ist die natürliche Lüftung ausreichend.

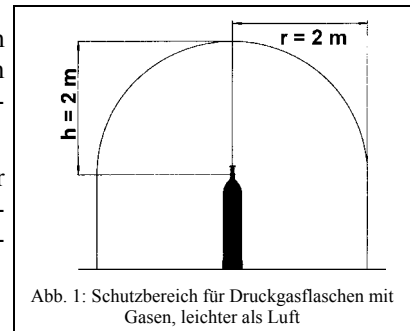


Abb. 1: Schutzbereich für Druckgasflaschen mit Gasen, leichter als Luft

Es wird empfohlen, keine Druckgasflaschen mit sehr giftigen, giftigen und ätzenden Gasen (z.B. Ammoniak, Chlor, Chlorwasserstoff) bereitzustellen. Kann auf diese Druckgase nicht verzichtet werden, so sind die besonderen Anforderungen der TRG 280 zu beachten (z.B. Flaschenschrank nach DIN 12 925 Teil 2 mit entsprechendem Luftwechsel, Atemschutzgeräte, Betriebsanweisung).

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

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.

I - 5.1.2 Räume, in denen Druckgasflaschen aufbewahrt werden, sind außen mit dem Warnzeichen<sup>2</sup> W 15 "Warnung vor Gasflaschen" zu kennzeichnen.

I - 5.1.3 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.

I - 5.1.4 Druckgasflaschen dürfen nur mit geeigneten Hilfsmitteln und zur Anlieferung bzw. zur Rückgabe nur mit aufgeschraubter Ventilschutzkappe transportiert werden.

Geeignete Hilfsmittel sind z.B. Flaschentransportwagen.

<sup>1</sup> Zulässig für den Handgebrauch ist nach TRG 280 je eine Druckgasflasche je Gasart. Überschreitet die Menge der Druckgasflaschen die für die Bereitstellung für den Handgebrauch zulässige Zahl, so gelten die Lagerungsbestimmungen der TRG 280.

<sup>2</sup> Bild 2: Warnzeichen W 15 "Warnung von Gasflaschen" nach UVV Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (GUV-V A8 bisher GUV 0.7)



- I - 5.1.5 Bei Druckgasflaschen ist das Datum der nächst fälligen Prüfung zu beachten.  
Ist das Prüfdatum überschritten und befinden sich die Druckgasflaschen in einem augenscheinlich einwandfreien Zustand, so dürfen sie zum Zwecke der Entleerung weiter betrieben werden.  
Sind Druckgasflaschen mit gefährlichen Gasen nach Ablauf der Prüffrist nicht entleert, und sollen sie abtransportiert werden, ist für den Transport eine Firma zu beauftragen, die eine entsprechende Genehmigung besitzt.
- I - 5.1.6 Eine Druckgasflasche, die Mängel aufweist und durch die Personen gefährdet werden können, ist unverzüglich zu entleeren. Ausgenommen sind Druckgasflaschen mit toxischen Gasen. Diese Druckgasflaschen müssen durch eine Firma abtransportiert werden, die eine entsprechende Genehmigung besitzt.  
Schadensereignisse mit Druckgasflaschen (z.B. Zerknall) sind der für den Arbeitsschutz zuständigen Behörde zu melden.
- I - 5.2 Druckminderer, Armaturen**
- I - 5.2.1 Armaturen, Manometer, Dichtungen und andere Teile für stark oxidierende Druckgase, z.B. Sauerstoff müssen frei von Öl, Fett und Glycerin gehalten werden. Sie dürfen auch nicht mit ölhaltigen Putzlappen oder fettigen Fingern berührt werden. Reste von Lösemitteln, die zum Entfetten verwendet werden, müssen entfernt werden, z.B. durch Abtrocknen lassen oder durch Abblasen mit ölfreier Luft.
- I - 5.2.2 Für Sauerstoff dürfen nur bauartzugelassene Druckminderer verwendet werden, die blau gekennzeichnet sind und die Aufschrift "Sauerstoff ! Öl- und fettfrei halten" tragen.
- I - 5.2.3 Ventile von Druckgasflaschen für brennbare Gase sind vorsichtig zu öffnen. Eine Entzündung dieser Gase bzw. die Entstehung von Ventilbränden soll vermieden werden.  
Dies gilt insbesondere für Wasserstoff.
- I - 5.2.4 Druckminderer von Druckgasflaschen sind nach Gebrauch zu entspannen. Nach dem Entleeren sind die Ventile zu schließen.  
Entleerte Druckgasflaschen enthalten einen Restüberdruck, der zur Gasentnahme nicht mehr ausreicht. Dieser Restüberdruck muss durch Schließen des Ventils bis zur Anlieferung im Füllwerk erhalten bleiben. Bei offenem Ventil kann durch Temperatur- oder Luftdruckänderungen unkontrolliert Luft in die Flasche eindringen.
- I - 5.2.5 Druckgasflaschen, deren Ventile sich nicht mehr von Hand öffnen lassen, sind außer Betrieb zu nehmen, zu kennzeichnen und dem Füllbetrieb zuzustellen.



**I - 5.3 Umfüllen<sup>1</sup>**

I - 5.3.1 Das Umfüllen von Druckgasen (z.B. Wasserstoff und Sauerstoff) ist für den Schulbetrieb erlaubt, wenn

- es von Personen mit der erforderlichen Sachkunde (Fachlehrer oder technischer Assistent) vorgenommen wird,
- es zur ausschließlichen Verwendung des Gases in der Schule erfolgt,
- sichergestellt ist, dass durch geeignete Maßnahmen brennbare, oxidierend wirkende Druckgase nicht in Keller, Treppenhäuser und Durchgänge eindringen können,
- es in Räumen erfolgt,
  - die nicht unter Erdgleiche liegen,
  - die so gelegen oder belüftet sind, dass sich in ihnen kein Gas/Luft-Gemisch betriebsmäßig in gefahrdrohender Menge bilden kann,
  - die nicht an Räume grenzen, die zum dauernden Aufenthalt von Personen dienen,
  - in denen keine brennbaren oder selbstentzündlichen Stoffe, keine Zündquellen, keine elektrischen Betriebsmittel in nicht explosionsgeschützter Ausführung vorhanden sind.

Das Umfüllen aus einer Druckgasflasche mit 10 bzw. 20 Liter in eine kleinere Druckgasflasche mit 2 Liter über einen Umfüllstutzen kann auch im Freien erfolgen.

I - 5.3.2 In eine Druckgasflasche dürfen Druckgase nur umgefüllt werden, wenn

- nur Gas und ohne zusätzliche Druckerhöhung durch Kompressor umgefüllt wird,
- die Flasche, in die umgefüllt wird, mindestens den gleichen Prüfdruck besitzt wie die Spenderflasche
- sie mit dem Prüfzeichen, dem Prüfdatum und der Prüffrist<sup>2</sup> versehen ist,
- die auf der Druckgasflasche angegebene Prüffrist noch nicht verstrichen ist und
- die Flasche, Verbindungsteile mit Dichtungen keine Mängel aufweisen, durch die Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden können.

Eine Druckgasflasche darf nur mit dem Gas gefüllt werden, das auf ihr angegeben ist, und nur in der Menge, die sich aus den Angaben auf dem Behälter über Druck, Volumen oder Gewicht ergeben.

---

<sup>1</sup> Umfüllen aus einer Druckgasflasche mit 10 oder 20 Liter in eine kleinere Druckgasflasche mit 2 Liter ohne Druckerhöhung

<sup>2</sup> Die Prüffristen betragen

- ◆ 2 Jahre bei Behältern für Druckgase, die den Behälter stark angreifen wie Ammoniak, Chlor, nitrose Gase
- ◆ 3 Jahre bei Behältern für Ethin (Acetylen). Erste Prüfung nach Befüllen mit poröser Masse, 6 Jahre für die folgenden Prüfungen.
- ◆ 10 Jahre bei Behältern für Druckgase, die den Behälter nicht stark angreifen können, und der Rauminhalt nicht größer ist als 150 Liter.

## I - 5.4 Anforderungen an Gasverbrauchsanlagen

### I - 5.4.1 Geräteanschlussleitungen

An Laborbrennern und ähnlichen Gasverbrauchseinrichtungen dürfen nur DIN-DVGW-geprüfte Schläuche angeschlossen werden (z.B. flexible Schläuche nach DIN 30664<sup>1</sup>). Gasschläuche müssen gegen Abrutschen gesichert werden, z.B. mit einer Ringfeder.

### I - 5.4.2 Prüfung Gasschlauch

Gasschläuche müssen vor Gebrauch auf sichtbare Mängel geprüft werden. Schläuche mit sichtbaren Mängeln müssen ersetzt werden.

Sichtbare Mängel sind z.B. Knick- und Brandstellen; Aufweitungen an den Schlauchenden sind abzuschneiden.

### I - 5.4.3 Betreiben von Laborbrennern

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 Gasverbrauchseinrichtungen nicht mehr benötigt, muss die Gasversorgung durch Schließen der Geräteanschlussarmatur (Gashahn) und der Zwischenabsperreinrichtung der Schülergasversorgung bzw. durch Lösen des Anschlusssteckers von den Sicherheitsgasanschlussarmatur unterbrochen werden.

### I - 5.4.4 Zwischenabsperreinrichtung<sup>2</sup>

Vor Öffnen der Zwischenabsperreinrichtung ist zu prüfen, ob alle Geräteanschlussarmaturen (Gashähne) an den Schülertischen geschlossen sind.

### I - 5.4.5 Schließen der Gaszufuhr

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.

### I - 5.4.6 Prüfung

Gasverbrauchsanlagen (i.d.R. Erdgasanlagen) sollten mindestens alle 12 Jahre, ortsfeste Flüssiggasanlagen müssen mindestens alle 4 Jahre durch einen Sachkundigen auf Dichtheit, ordnungsgemäße Beschaffenheit, Funktion und Aufstellung geprüft werden.

Das Ergebnis der Prüfung ist durch eine Prüfbescheinigung nachzuweisen.

Sachkundiger ist z.B. der örtliche Gasinstallateur.

<sup>1</sup> DIN 30664 Teil 1 "Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien; ohne Ummantelung und Armierung, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen"

<sup>2</sup> Bei Geräteanschlussarmaturen nach DIN 3537 Teil 3 (herkömmlicher Gasanschluss mit Tülle und Schlauch) muss für die Übungsstände zusätzlich zur zentralen Absperreinrichtung eine weitere Absperreinrichtung (Zwischenabsperreinrichtung) und eine Sicherheitseinrichtung, z.B. Gasmangelsicherung, die sicherstellt, dass nur dann Gas eingelassen werden kann, wenn sämtliche Gasanschlussarmaturen geschlossen sind, eingebaut werden.

Sicherheitseinrichtung und Zwischenabsperreinrichtung dürfen eine kombinierte Einrichtung sein.

(DVGW-Arbeitsblatt G 621 Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen)

Wenn Klinkenstecker (Geräteanschlussarmaturen nach DIN 3383 Teil 4) verwendet werden, ist anstelle von Ziff. I - 5.4.3 dieser Sicherheitsrichtlinie Ziff. 9.2.1.1 des DVGW-Arbeitsblattes G 621 anzuwenden.

**I - 5.5 Anforderungen an Flüssiggasanlagen**

## I - 5.5.1 Aufstellung, Installation von Flüssiggasanlagen

Hinsichtlich Aufstellung, Installation und Betrieb von Flüssiggasanlagen gelten die Bestimmungen der UVV "Verwendung von Flüssiggas" (GUV-V D34 bisher GUV 9.7).

## I - 5.5.2 Druckgasbehälter

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.

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<sup>1</sup>, der den Luftaustausch mit der Raumluft erlaubt, z.B. durch unversperre Öffnungen in Bodennähe (freier Querschnitt mindestens 100 cm<sup>2</sup>).

## I - 5.5.3 Druckgasbehälter mit brennbaren Flüssiggasen dürfen nicht in Räumen unter Erdgleiche aufbewahrt werden. Dies gilt auch für Druckgaskartuschen.

**I - 5.6 Kartuschenbrenner**

## I - 5.6.1 Festinstallierte Gasanlagen sind Kartuschenbrennern vorzuziehen.

## I - 5.6.2 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.

## I - 5.6.3 Werden Kartuschenbrenner in Schränken aufbewahrt, müssen diese Öffnungen in Bodennähe haben.

I - 5.6.4 Bei Kartuschenbrennern darf nur der Lehrer oder technische Assistent die Druckgaskartuschen auswechseln.<sup>2</sup>

## I - 5.6.5 Es dürfen nur Kartuschenbrenner betrieben werden, bei denen ein unbeabsichtigtes Lösen der Druckgaskartuschen verhindert ist.

Sie müssen so betrieben werden, dass keine unzulässige Erwärmung der Druckgaskartuschen auftreten kann.

## I - 5.6.6 Kartuschenbrenner dürfen nur in solcher Gebrauchslage betrieben werden, dass das Flüssiggas nicht auslaufen kann.

## I - 5.6.7 Kartuschenbrenner müssen nach jeder Benutzung auf geschlossene Ventile und äußerlich erkennbare Mängel geprüft werden.

<sup>1</sup> Die Aufstellung von Flüssiggasflaschen entspricht Ziff. 8.1 der TRG 280 "Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter, Betreiben von Druckgasbehältern" und Ziff. 8.2 des DVGW-Arbeitsblattes G 621 "Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen; Installation und Betrieb".

<sup>2</sup> Inzwischen werden Ventilkartuschen angeboten, die sicherer gegen Gasentweichen sind.

## I - 6 Umgang mit radioaktiven Stoffen und Schulröntgeneinrichtungen<sup>1,2</sup>

### I - 6.1 Grundsätze

Nach den Strahlenschutzgrundsätzen der Strahlenschutzverordnung – StrlSchV – ist jeder, der mit radioaktiven Stoffen<sup>3</sup> eine Tätigkeit plant oder ausübt, verpflichtet

- jede unnötige Strahlenexposition (Einwirkung von ionisierenden Strahlen auf den menschlichen Körper) oder Kontamination von Mensch und Umwelt (Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen) zu vermeiden,
- jede Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb der in der Strahlenschutzverordnung festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

(§ 6 Abs. 1 und 2 StrlSchV / §§ 2 b und c Abs. 2 RöV)

### I - 6.2 Verantwortlichkeiten

Für die Beachtung und Durchführung der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung an Schulen sind der Schulleiter als Strahlenschutzverantwortlicher organisatorisch und die zum Strahlenschutzbeauftragten bestellten Lehrer oder andere qualifizierte Personen fachlich zuständig.

(§ 31 Abs. 1 StrlSchV / § 15 RöV)

Die Strahlenschutzgrundsätze sind auch von Lehrern einzuhalten, in deren Unterricht radioaktive Stoffe unterhalb der Freigrenze<sup>4</sup> bzw. bauartzugelassene radioaktive Vorrichtungen (im folgenden als Präparate bezeichnet) eingesetzt werden. Für den Einsatz dieser Stoffe muss der Lehrer nicht Strahlenschutzbeauftragter sein.

Siehe Ziffer I – 6.10 Tabelle 1 und 2, Spalte 2.

### I - 6.3 Schulleiter

Der Schulleiter als Strahlenschutzverantwortlicher, der insoweit die Aufgaben des Landes und des kommunalen Schulträgers wahrnimmt, hat z.B. durch Delegation von Aufgaben sicherzustellen, dass

- in der Schule die einschlägigen Teile<sup>5</sup> der Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung in der jeweils gültigen Fassung vorhanden sind,

---

<sup>1</sup> Verordnung für die Umsetzung von EURATOM-Richtlinien zum Strahlenschutz  
Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen sowie bei der Errichtung und beim Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlen sind die Bestimmungen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und der Röntgenverordnung (RöV) in der jeweils geltenden Fassung sowie die Rechts- oder Verwaltungsvorschriften der Länder über Strahlenschutz in Schulen zu beachten.

<sup>2</sup> Die Strahlenschutzverordnung vom 20.07.2001 unterscheidet zwischen genehmigungsfreien und genehmigungsbedürftigen Umgang, die Strahlenschutzverordnung vom 30.09.1989 sah zusätzlich einen anzeigebedürftigen Umgang vor (z.B. mit bauartzugelassenen radioaktiven Präparaten). Der anzeigebedürftige Umgang mit radioaktiven Präparaten stellte in den Schulen die Regel dar. In § 117 StrlSchV<sub>2002</sub> werden für den bisher anzeigebedürftigen Umgang mit radioaktiven Präparaten die Regelungen der StrlSchV<sub>1989</sub> für den Weiterbetrieb weitgehend übernommen (siehe Tabelle I - 6.10). Im Falle des genehmigungsfreien Umgangs nach StrlSchV<sub>2002</sub> mit radioaktiven Stoffen ist kein Strahlenschutzverantwortlicher und kein Strahlenschutzbeauftragter erforderlich.  
Der Betrieb einer Schulröntgeneinrichtung ist grundsätzlich anzeigepflichtig. Wird auf die Mitwirkung der Schüler beim Betrieb einer Schulröntgeneinrichtung verzichtet, ist ebenfalls kein Strahlenschutzverantwortlicher und kein Strahlenschutzbeauftragter erforderlich.

<sup>3</sup> Die StrlSchV gilt für den Umgang mit künstlich erzeugten radioaktiven Stoffen sowie natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen, wenn dieser Umgang mit diesen Stoffen aufgrund der Radioaktivität erfolgt.

<sup>4</sup> Nach Strahlenschutzverordnung Anlage III, Tabelle 1 Spalte 2 und 3.  
Schulrelevante Stoffe siehe Tabelle in Ziffer III – 17.3 Zusammenstellung der schulrelevanten §§ der StrlSchV.

<sup>5</sup> Siehe Ziffer III – 17.3 Zusammenstellung der schulrelevanten §§ der StrlSchV.

- die Strahlenschutzgrundsätze beachtet werden,
- nur solche Lehrer mit genehmigungspflichtigen, offenen radioaktiven Stoffen oberhalb der Freigrenze umgehen, die zuvor zu Strahlenschutzbeauftragten bestellt sind.  
(siehe Ziffer I – 6.4 Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten).  
Wenn Lehrer Schüler beim Betrieb einer Schulröntgeneinrichtung mitwirken lassen, sind diese zuvor zum Strahlenschutzbeauftragten zu bestellen.
- nach der Röntgenverordnung nur bauartzugelassene Schulröntgeneinrichtungen in Betrieb genommen werden,  
(§ 4 Abs. 3 Satz 3 RöV),
- die nachfolgend aufgeführten Belange der StrlSchV (wie Buchführung bei genehmigungspflichtigen radioaktiven Stoffen, Mitteilung, Aufbewahrung, Entsorgung) wahrgenommen werden,  
(§ 33 Abs. 1 und 2 StrlSchV)
- geeignete Räume<sup>1</sup> oder Schutzvorrichtungen zur Aufbewahrung zur Verfügung stehen,  
(§ 65 Abs. 1 StrlSchV in Verbindung mit Anlage I Teil B. Nr. 5 / § 15 Abs. 1 RöV)
- Bestellung und Entpflichtung von Strahlenschutzbeauftragten der zuständigen Behörde (z.B. Gewerbeaufsichtsamt) schriftlich mitgeteilt wird.  
(§ 31 Abs. 4 StrlSchV / § 13 Abs. 5 RöV)

#### **I - 6.4 Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten**

Für die Gewährleistung des Strahlenschutzes ist für den Umgang mit genehmigungsbedürftigen radioaktiven Stoffen nach StrlSchV2001 oder beim Umgang mit genehmigungsbedürftigen oder anzeigebedürftigen radioaktiven Präparaten nach StrlSchV1989, sowie mit Schulröntgeneinrichtungen i.d.R. die Bestellung eines Strahlenschutzbeauftragten ausreichend.  
(§ 31 Abs. 2, § 13 Abs. 2 RöV)

Lehrer können schulübliche Experimente mit radioaktiven Stoffen unterhalb der Freigrenzen<sup>2</sup> oder mit bauartzugelassenen radioaktiven Vorrichtungen, die nach dem 01.08.2001 zugelassen sind, auch ohne Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten durchführen.  
Siehe Ziffer I – 6.10 Tabelle 2, Spalte 2.

Die zur Bestellung zum Strahlenschutzbeauftragten notwendige Fachkunde<sup>3</sup> umfasst insbesondere Kenntnisse über

- die naturwissenschaftlichen Grundlagen,
- die Wirkung ionisierender Strahlen, deren Schwächung, Abschirmung und Messung, Dosisleistung und Strahlenbelastung,
- den Umgang mit radioaktiven Stoffen oder Präparaten,
- die Betriebsvorschriften für Röntgeneräte,
- die einschlägigen Rechtsvorschriften,
- Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten.

<sup>1</sup> Nur bei Vorhandensein von Neutronenquellen

<sup>2</sup> Nach Strahlenschutzverordnung Anlage III, Tabelle 1 Spalte 2 und 3  
Schulrelevante Stoffe siehe Tabelle in Ziffer III – 17.3 Zusammenstellung der schulrelevanten §§ der StrlSchV.

<sup>3</sup> Nach Strahlenschutzverordnung und Röntgenverordnung gibt es unterschiedliche Fachkundenachweise:

◆ Richtlinie über die Fachkunde im Strahlenschutz nach Fachkundegruppe F 6

◆ Fachkunde Technik nach Röntgenverordnung (Tätigkeitsgruppe 4)

Für Lehrer wird i.d.R. eine Fortbildungsveranstaltung angeboten, in der in einem Kurs Kenntnisse aus beiden Bereichen erworben werden.

Der Erwerb der jeweiligen Fachkunde wird von der zuständigen Stelle (z.B. Gewerbeaufsichtsamt/Schulbehörde) geprüft und bescheinigt. Die Kursteilnahme darf nicht länger als fünf Jahre zurückliegen.

(§ 30 Abs. 1 StrlSchV / § 18a Abs. 1 RöV)

### I - 6.5 Fortbildung des Strahlenschutzbeauftragten

Für den Strahlenschutzbeauftragten ist zur Aktualisierung der Fachkunde<sup>1</sup> eine schriftliche Information über die Fortentwicklung des Strahlenschutzes ausreichend.<sup>2</sup>

(§ 30 Abs. 2 StrlSchV und § 18a Abs. 2 RöV,  
Übergangsregelung § 117 Abs. 11 StrlSchV / § 45 Abs. 6 RöV)

### I - 6.6 Aufgaben des Strahlenschutzbeauftragten<sup>3</sup>

Der Strahlenschutzbeauftragte hat insbesondere dafür Sorge zu tragen, dass

- die Strahlenschutzgrundsätze eingehalten werden,
- eine Anzeige zu Änderungen des Bestands (Erwerb, Verlust, Beschädigung, Abgabe) an genehmigungspflichtigen radioaktiven Stoffen oder Präparaten bei der zuständigen Behörde (z.B. Gewerbeaufsichtsamt) innerhalb eines Monats erstattet wird, (§ 70 Abs. 1 StrlSchV )
- die Inbetriebnahme einer Schulröntgeneinrichtung vier Wochen vorher angezeigt wird, (§ 4 (3) RöV)
- nur mit radioaktiven Präparaten umgegangen wird, die eine Bauartzulassung<sup>4</sup> haben, (§ 25 in Verbindung mit Anlage V StrlSchV)

Bauartzulassungen für Präparate, die vor dem 01.08.2001 erteilt wurden  
siehe Ziffer I – 6.10 Tabelle 1

Anzeigepflichtige Präparate nach altem Recht  
siehe Ziffer I – 6.10 Tabelle 2.

- Präparate, die infolge Abnutzung, Beschädigung oder Zerstörung den Vorschriften der Strahlenschutzverordnung nicht mehr entsprechen, nicht mehr verwendet werden. (§ 27 Abs. 4 StrlSchV)

<sup>1</sup> Nach § 30 Abs. 2 StrlSchV / §18a Abs. 2 RöV muss „die Fachkunde im Strahlenschutz mindestens alle fünf Jahre durch eine erfolgreiche Teilnahme an einem von der zuständigen Stelle anerkannten Kurs oder anderen von der zuständigen Stelle als geeignet anerkannten Fortbildungsmaßnahme aktualisiert werden. Der Nachweis über die durchgeführten Fortbildungen ist der zuständigen Stelle auf Anforderung vorzulegen.“

<sup>2</sup> Übergangsvorschrift zur Aktualisierung der Fachkunde nach

§ 117 Abs. 11 StrlSchV		§ 45 Abs. 6 RöV	
Fachkunde erworben	Aktualisierung nach StrlSchV <sub>2001</sub>	Fachkunde erworben	Aktualisierung nach RöV <sub>2002</sub>
Vor 1976	31.07.2003	vor 1973	30.06.2004
1976 bis 1989	31.07.2004	1973 bis 1987	30.06.2005
nach 1989	31.07.2006	nach 1987	30.06.2007

<sup>3</sup> Werden mehrere Lehrer als Strahlenschutzbeauftragte bestellt, so legt der Schulleiter als Strahlenschutzverantwortlicher den innerbetrieblichen Entscheidungsbereich fest (§ 31 Abs. 2 StrlSchV / § 13 Abs. 2 RöV); dabei wird z.B. festgelegt, wer in besonderer Weise (ggf. als Sammlungsleiter) für die Beschaffung, Aufbewahrung, Kennzeichnung, listenmäßige Erfassung und Entsorgung von radioaktiven Stoffen und Präparaten sowie der Röntgeneinrichtungen verantwortlich und als Ansprechpartner gegenüber der zuständigen Behörde (z.B. Gewerbeaufsichtsamt) benannt ist. Änderungen der Zuständigkeiten sind ebenfalls mitzuteilen.

<sup>4</sup> Die Bauartzulassung erfolgt nach § 25 StrlSchV in Verbindung mit Anlage V.  
Es wird empfohlen, nur solche Präparate anzuschaffen, bei denen die Dichtigkeitsprüfung nach 10 Jahren nicht erforderlich ist, d.h. die Präparate nicht mehr als das 10-fache der Freigrenzen an Aktivitäten besitzen nach StrlSchV Anlage III, Tabelle 1 Spalte 2 uns 3; schulrelevante Stoffe siehe Tabelle in Ziffer III. – 17.3 Zusammenstellung der schulrelevanten §§ der StrlSchV.

- mit radioaktiven Stoffen unter Beachtung der Freigrenzen<sup>1</sup> umgegangen wird,  
(§ 8 und Anlage I StrlSchV)

Offene radioaktive Stoffe oberhalb der Freigrenzen, d.h. solche die nicht von bauartzugelassenen Vorrichtungen umschlossen sind, erfordern eine Genehmigung<sup>2</sup> bei der zuständigen Behörde (z.B. Gewerbeaufsichtsamt).  
(§ 7 StrlSchV)
- radioaktive Stoffe, Präparate sowie Schulröntgeneinrichtungen vorschriftsmäßig aufbewahrt, bei Genehmigungspflicht listenmäßig erfasst (Buchführung) und Änderungen fortgeschrieben werden,  
(§ 70 Abs. 1 Nr. 3 StrlSchV)

Die Unterlagen sind 30 Jahre ab dem Zeitpunkt des Erwerbs aufzubewahren und auf Verlangen der zuständigen Behörde (z.B. Gewerbeaufsichtsamt) bei dieser zu hinterlegen.  
(§ 70 Abs. 6 StrlSchV)
- Präparate, sofern sie nicht mehr gebraucht werden, an den Lieferanten zurückgegeben werden,  
Ist dies nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich, so ist sie an eine Landessammelstelle oder an eine von der zuständigen Behörde (z.B. Gewerbeaufsichtsamt) bestimmte Stelle abzugeben.  
(§ 27 Abs. 7 StrlSchV)
- radioaktive Abfälle oder kontaminierte Gegenstände der Landessammelstelle zugeführt werden,  
(§ 76 StrlSchV)
- bauartzugelassene radioaktive Vorrichtungen nach Ablauf der Zulassungsfrist einer Dichtigkeitsprüfung durch einen amtlich anerkannten Sachverständigen unterzogen werden,  
(siehe Ziffer I – 6.10 Tabelle 2)  
(§ 27 Abs. 6 StrlSchV)
- Schüler im Alter zwischen 16 und 18 Jahren beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen oberhalb der Freigrenze, Neutronenquellen oder Schulröntgeneinrichtungen nur unter ständiger Aufsicht und Anleitung eines zum Strahlenschutzbeauftragten bestellten Lehrers mitwirken, soweit dies zur Erreichung des Ausbildungszieles erforderlich ist.

Schüler unter 16 Jahren ist der Umgang mit vorstehenden Stoffen untersagt.  
(§ 45 Abs.2 und 3 StrlSchV)

Der Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen oberhalb der Freigrenze, in Schülerexperimenten ist genehmigungspflichtig.

Der Umgang mit bauartzugelassenen Präparaten in Schülerexperimenten ist gestattet.
- die technische Überprüfung des Röntgengerätes alle 5 Jahre durch einen amtlich anerkannten Sachverständigen durchgeführt wird.  
(§ 18 Abs. 1 Nr. 5 RöV)

Der Strahlenschutzbeauftragte informiert den Strahlenschutzverantwortlichen (Schulleiter) über Erwerb bzw. Abgabe radioaktiver Stoffe.  
(§ 32 Abs. 3 StrlSchV)

<sup>1</sup> Nach § 8 Abs. 1 StrlSchV ist eine Genehmigung in den in Anlage I Teil A und B genannten Fällen nicht erforderlich. Danach ist insbesondere genehmigungsfrei:

- ◆ Umgang mit Stoffen, deren Aktivität die Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 nicht überschreitet
- ◆ Umgang mit Stoffen, deren spezifische Aktivität die Freigrenzen der Anlage III Tabelle 1 Spalte 3 nicht überschreitet

<sup>2</sup> Mustergenehmigung nach § 7 StrlSchV siehe Ziffer III - 17.3.2.

Bei Mängeln, die den Strahlenschutz beeinträchtigen, ist der Strahlenschutzverantwortliche (Schulleiter) innerhalb einer Woche zu informieren.  
(§ 32 Abs. 2 StrlSchV)

Bei Abhandenkommen radioaktiver Stoffe oberhalb der Freigrenze oder Präparate ist der Schulleiter ebenfalls zu informieren.  
(§ 71 Abs. 1 StrlSchV in Verbindung mit Anlage III Tabelle 1 Spalte 2 und 3)

Der Schulleiter als Strahlenschutzverantwortlicher unterrichtet innerhalb von vier Wochen die zuständige Behörde (z.B. Gewerbeaufsichtsamt).

Die einschlägigen Ziffern des Fragenkatalogs zur Gefährdungsbeurteilung Physik gelten als Strahlenschutzanweisung nach § 34 StrlSchV.  
Siehe Ziffer III – 10 Fragenkatalog zu Gefährdungsbeurteilung Physik.

### **I - 6.7 Aufbewahrung und Sicherung**

Radioaktive Stoffe oder bauartzugelassene Vorrichtungen, deren Aktivität die Freigrenzen überschreiten, sind, solange sie nicht verwendet werden, in ihren Schutzbehältern zu lagern und gegen das Abhandenkommen oder den Zugriff durch unbefugte Personen zu sichern. Sie sind i.d.R. in einem abschließbaren Behälter unter Verschluss (z.B. im Sammlungsraum) aufzubewahren.  
(§ 65 Abs. 1 StrlSchV)

Besondere Brandschutzmaßnahmen nach StrlSchV<sup>1</sup> sind nicht erforderlich.

### **I - 6.8 Gasentladungsröhren und Störstrahler<sup>2</sup>**

Gasentladungsröhren dürfen nur mit einer Spannung von weniger als 5 KV betrieben werden.<sup>3</sup>

Schulröntgeneinrichtungen sind gegen unbefugtes Inbetriebsetzen zu sichern, z.B. durch die Aufbewahrung im Sammlungsraum.

### **I - 6.9 Kennzeichnung radioaktiver Vorrichtungen**

Die zu radioaktiven Stoffen gehörenden Schutzbehälter, Aufbewahrungsbehältnisse und Umhüllungen müssen sichtbar und dauerhaft mit dem Strahlenzeichen<sup>4</sup> und dem Wort „RADIOAKTIV“ gekennzeichnet sein.  
(§ 68 Abs. 1 StrlSchV)

Schutzbehälter und Aufbewahrungsbehältnisse, die mit dem Strahlenzeichen gekennzeichnet sind, dürfen nur zur Aufbewahrung von radioaktiven Stoffen verwendet werden.  
(§ 68 Abs. 3 StrlSchV)

<sup>1</sup> Radioaktive Stoffe und Präparate im Schulbereich sind in die Gefährgruppe I einzuordnen; für diese Gruppe sind keine weiteren Maßnahmen zu treffen. (§ 52 StrlSchV)

<sup>2</sup> Störstrahler sind Geräte oder Einrichtungen, die Röntgenstrahlen erzeugen, ohne dass sie zu diesem Zweck betrieben werden z.B. Gasentladungsröhren, Kathodenstrahlröhren.

<sup>3</sup> I.d.R. wird dieser Wert von den im Handel befindlichen Gasentladungsröhren eingehalten.

<sup>4</sup>

Warnung vor radioaktiven Stoffen oder ionisierenden Strahlen  
(Strahlenzeichen nach Anlage IX StrlSchV)





**I - 6.10 Tabelle 1: Auswirkungen der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) 1989 und 2001 beim Umgang mit radioaktiven Stoffen  
Beginn des Umgangs zwischen 01.11.1989 und 31.07.2001:**

Genehmigungs- und anzeigefreier Umgang nach StrlSchV <sub>1989</sub>			Anzeigepflichtiger Umgang nach StrlSchV <sub>1989</sub>		
1	2	3	4		
	§ 4 Abs. 2 i.V. mit Anlage III Teil B Nr. 1	§ 4 Abs. 2 i.V. mit Anlage III Teil A	§ 4 Abs. 1 i.V. mit Anlage II Nr. 3.1, 3.2 oder 3.3		
	$A \leq FG^1$  Summenregel beachten <sup>2</sup>		„Offene“ mit Bauartzulassung nach Anlage VI Nr. 3 (u.a. $A \leq 10$ -fache FG)	„Umschlossene“ mit Bauartzulassung nach Anlage VI Nr. 4 (u.a. $A \leq 100$ -fache FG)	$\leq 2$ Neutronenquellen mit Bauartzulassung nach Anlage VI Nr. 5
SSB	kein SSB erforderlich	SSB erforderlich, wenn $> FG$	SSB erforderlich	SSB erforderlich	SSB erforderlich
Beispiele an Schul-Präparaten	Am-241 / 3,7 KBq (74%) Co-60 / 37 KBq (74%) Na-22 / 74 KBq (14,8%) Po-210 / 3,7 KBq (74%) Pu-238 / 3 KBq (60%) Ra-226 / 3,7 KBq (74%) K-40 / 1.000 KBq (20%) Sr-90 / 3,7 KBq (7,4%) Cs-137 / 370 KBq (74%) Tl-204 / 3 KBq (0,6%) Th-232 / 37 KBq (74%) U-235 / 3.700 KBq (74%) U-238 / 45 KBq (0,9%)	Am-241 / 330 KBq Co-60 / 74 KBq Ra-226 / 60 KBq Sr-90 / 74 KBq Cs-137 / 3.700 KBq Th-232 / 740 KBq U-235 / 7.400 KBq U-238 / 7.400 KBq	Cs-137 / 3.700 KBq Th-232 / 7.400 KBq U-235 / 37.000 KBq U-238 / 37.000 KBq	(Derartige Präparate werden von deutschen Lehrmittelherstellern derzeit nicht angeboten.)	Schulneutronenquellen:  Am-241 370.000 KBq Ra-226 370.000 KBq  (Neutronenquellen werden von deut- schen Lehrmittelherstellern derzeit nicht angeboten.)
Weiterverwendung siehe Tabelle 3					

<sup>1</sup> Abkürzungen: A = Aktivität (bei Bezug) FG = Freigrenze SSB = Strahlenschutzbeauftragter BAZ = Bauartzulassung Präparate = bauartzugelassene radioaktive Vorrichtungen

<sup>2</sup> Die Summenregel besagt, dass die Summe der prozentualen Anteile der Freigrenzen der einzelnen Nuklide höchstens 100% betragen dürfen. Ein Ra-226-Präparat mit 3,7 KBq schöpft 74% der Freigrenze von 5 KBq (Regelung von 1989) aus. Ein zusätzliches Na-22-Präparat mit 74 KBq schöpft weitere 14,8% der Freigrenze aus; folglich stehen noch:  $100\% - (74\% + 14,8\%) = 11,2\%$  der Freigrenze zur Verfügung. Für die spezifischen Aktivitäten nach Anlage III, Tabelle 1, Spalte 3, StrlSchV, gilt diese Summenregel entsprechend.

**Tabelle 2: Beginn des Umgangs nach dem 01.08.2001:**

Genehmigungsfreier Umgang nach StrlSchV <sub>2001</sub>		Anzeigebedürftiger Umgang nach StrlSchV <sub>1989</sub>	Genehmigungspflichtiger Umgang nach StrlSchV <sub>2001</sub>																																		
1	2	3	4																																		
	§ 8 Abs. 1 i.V. mit Anlage I Teil B	§ 4 Abs. 1 i.V.m. Anlage II Nr. 3 StrlSchV <sub>1989</sub> (§ 117 Abs. 7 StrlSchV <sub>2001</sub> )	§ 7 Abs. 1 i.V. mit § 8 Abs. 2																																		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>A \leq FG^1</math> Anlage III Tab. 1 Spalte 2 (Aktivität) vgl. Tabelle in Ziffer III – 17.3</li> <li>• <math>A_{\text{spez.}} \leq FG</math> Anlage III Tabelle 1 Spalte 3 (spez. Aktivität)</li> <li>• Bauartzulassung nach Anlage V Teil A (u.a. i.d.R. <math>A \leq 10</math>-fache FG) (Summenregel beachten<sup>2</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „offene“ mit gültiger Bauartzulassung nach Anlage VI Nr. 3 (u.a. <math>A \leq 10</math>-fache FG)</li> <li>• „umschlossene“ mit gültiger Bauartzulassung nach Anlage VI Nr. 4 (u.a. <math>A \leq 100</math>-fache FG)</li> <li>• Mehr als 2 Neutronenquellen mit gültiger Bauartzulassung nach Anlage VI Nr. 5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenn § 8 Abs. 1 nicht greift (siehe die unten angeführten Beispiele)</li> </ul> <p>Ist für einen radioaktiven Stoff eine Genehmigung erforderlich, so müssen sämtliche anderen radioaktiven Stoffe ebenfalls aufgeführt werden. Dies gilt selbst für Präparate unterhalb der FG, wie z.B. ein Ra-226-Präparat mit 3,7 KBq.</p>																																		
SSB	kein SSB erforderlich keine jährliche Bestandsmitteilung erforderlich 10 Jahre Dichtheitsprüfung bei $A \geq 10$ FG erforderlich oder wie im Zulassungsschein festgeschrieben	SSB erforderlich Keine jährliche Bestandsmitteilung erforderlich $A > 10$ -fache FG StrlSchV <sub>2001</sub> Dichtheitsprüfung nach § 27 Abs. 6 i.V.m. § 117 Abs. 9 erforderlich	SSB erforderlich Bestandsmitteilung gemäß Genehmigungsbescheid erforderlich																																		
Beispiele an Schulpräparaten	<table> <tr><td>Am-241 / 3,7 KBq</td><td>(37%)</td></tr> <tr><td>Co-60 / 37 KBq</td><td>(37%)</td></tr> <tr><td>Na-22 / 74 KBq</td><td>(7,4%)</td></tr> <tr><td>Po-210 / 3,7 KBq</td><td>(37%)</td></tr> <tr><td>Pu-238 / 3 KBq</td><td>(30%)</td></tr> <tr><td>Ra-226 / 3,7 KBq</td><td>(37%)</td></tr> <tr><td>K-40 / 1.000 KBq</td><td>(100%)</td></tr> <tr><td>Sr-90 / 3,7 KBq</td><td>(37%)</td></tr> <tr><td>Cs-137 / 7,4 KBq</td><td>(74%)</td></tr> <tr><td>Tl-204 / 3 KBq</td><td>(30%)</td></tr> </table>	Am-241 / 3,7 KBq	(37%)	Co-60 / 37 KBq	(37%)	Na-22 / 74 KBq	(7,4%)	Po-210 / 3,7 KBq	(37%)	Pu-238 / 3 KBq	(30%)	Ra-226 / 3,7 KBq	(37%)	K-40 / 1.000 KBq	(100%)	Sr-90 / 3,7 KBq	(37%)	Cs-137 / 7,4 KBq	(74%)	Tl-204 / 3 KBq	(30%)	<table> <tr><td>Am-241 / 330 KBq</td><td></td></tr> <tr><td>Na-22 / 74 KBq</td><td></td></tr> <tr><td>Ra-226 / 370 KBq</td><td></td></tr> <tr><td>Sr-90 / 110 KBq</td><td></td></tr> <tr><td>Cs-137 / 370 KBq</td><td></td></tr> </table>	Am-241 / 330 KBq		Na-22 / 74 KBq		Ra-226 / 370 KBq		Sr-90 / 110 KBq		Cs-137 / 370 KBq		<p>Neutronenquellen:</p> <table> <tr><td>Am-241</td><td>370.000 KBq</td></tr> <tr><td>Ra-226</td><td>370.000 KBq</td></tr> </table> <p>Cäsium-„Kuh“<sup>3</sup> Cs-137 / 370 KBq</p> <p>(Neutronenquellen werden von deutschen Lehrmittelherstellern derzeit nicht angeboten.)</p>	Am-241	370.000 KBq	Ra-226	370.000 KBq
Am-241 / 3,7 KBq	(37%)																																				
Co-60 / 37 KBq	(37%)																																				
Na-22 / 74 KBq	(7,4%)																																				
Po-210 / 3,7 KBq	(37%)																																				
Pu-238 / 3 KBq	(30%)																																				
Ra-226 / 3,7 KBq	(37%)																																				
K-40 / 1.000 KBq	(100%)																																				
Sr-90 / 3,7 KBq	(37%)																																				
Cs-137 / 7,4 KBq	(74%)																																				
Tl-204 / 3 KBq	(30%)																																				
Am-241 / 330 KBq																																					
Na-22 / 74 KBq																																					
Ra-226 / 370 KBq																																					
Sr-90 / 110 KBq																																					
Cs-137 / 370 KBq																																					
Am-241	370.000 KBq																																				
Ra-226	370.000 KBq																																				

<sup>1</sup> Abkürzungen: A = Aktivität (bei Bezug) FG = Freigrenze SSB = Strahlenschutzbeauftragter

BAZ = Bauartzulassung

Präparate = bauartzugelassene radioaktive Vorrichtungen

<sup>2</sup> Zur Summenregel siehe Fußnote zu vorherigen Tabelle 1

<sup>3</sup> Nach den Übergangsvorschriften des § 117 StrlSchV dürfen die vor dem 01.08.2001 beschaffte Cäsium-„Kuh“ oder die bauartzugelassene Neutronenquelle weiterhin genehmigungsfrei betrieben werden.

**Tabelle 3: Weiterverwendung von radioaktiven Stoffen an Schulen, deren Umgang nach § 4 Abs. 1 u. 2 StrlSchV<sub>1989</sub> genehmigungsfrei war:**

Genehmigungs- und anzeigefreier Umgang nach StrlSchV <sub>1989</sub>			Anzeigebedürftiger Umgang nach StrlSchV <sub>1989</sub>
1	2	3	4
§ 4 Abs. 2 mit Anlage III Teil B Nr. 1		§ 4 Abs. 2 in Verbindung mit Anlage III Teil A Nr. 10	§ 4 Abs. 1 in Verbindung mit Anlage II Nr. 3.1, 3.2 oder 3.3
			genehmigungsfreier Weiterbetrieb nach § 117 Abs. 7 StrlSchV <sub>2001</sub>
§ 8 Abs. 1 StrlSchV <sub>2001</sub> weiterhin genehmigungsfreier Umgang	§ 117 Abs. 2 StrlSchV <sub>2001</sub>	Anzeige nach § 4 Abs. 1 i.V. mit Anlage II Nr. 3 StrlSchV <sub>1989</sub> nach § 117 Abs. 7 Satz 2 StrlSchV <sub>2001</sub> (falls ≤ FG StrlSchV <sub>2001</sub> genehmigungsfrei nach § 8)	Hinweis: Bei Abgabe der bauartzugelassenen Vorrichtungen nach Ablauf der Bauartzulassung besteht Genehmigungspflicht nach § 7 Abs. 1 StrlSchV <sub>2001</sub> (für den Erwerber)
kein SSB <sup>1</sup> erforderlich keine jährliche Bestandsmitteilung erforderlich	SSB erforderlich Bestandsmitteilung wie im Genehmigungsbescheid gefordert (keine Dichtheitsprüfung nach § 27 Abs. 6 i.V.m. § 117 Abs. 9 erforderlich)	SSB erforderlich jährliche Bestandsmitteilung erforderlich mehr als 10-fache FG StrlSchV <sub>2001</sub> Dichtheitsprüfung nach § 27 Abs. 6 in Verbindung mit § 117 Abs. 9 erforderlich	
Beispiele s. Tabelle 1 Spalte 2 unten	Beispiele s. Tabelle 1 Spalte 3 unten	Beispiele siehe Tabelle 1 Spalte 4 unten (links)	Beispiele siehe Tabelle 1 Spalte 4 unten (rechts)

Freigrenzen in kBq für typische Nuklide von Schulquellen:

NUKLID	H-3	Na-22	Co-60	Kr-85	Sr-90	Cs-137	Po-210	Ra-226	Pu-238	U-235	U-238	Am-241	Th-232
FG StrlSchV <sub>1989</sub>	5.000	500	50	5.000	50	500	5	5	5	5.000	5.000	5	50
FG StrlSchV <sub>2001</sub>	1.000.000	1.000	100	10	10	10	10	10	10	10	1	10	1

Hinweis: Für die Handhabung und Lagerung thorierter Gasglühstrümpfe gilt § 95 i.V. mit Anlage XI Teil B Nr. 2 StrlSchV<sub>2001</sub>. Die Aktivität thorierter Gasglühstrümpfe übersteigt die Freigrenze und bedarf der Genehmigung.

<sup>1</sup> Abkürzungen: A = Aktivität (bei Bezug) FG = Freigrenze SSB = Strahlenschutzbeauftragter BAZ = Bauartzulassung Präparate = bauartzugelassene radioaktive Vorrichtungen

## I - 7 Umgang mit LASERN

I - 7.1 In Schulen dürfen nur Laser der Klassen 1, 1 M, 2 und 2 M<sup>1</sup> nach DIN EN 60 825<sup>2</sup> eingesetzt werden.

I - 7.2 Laser der Klassen 1 M, 2 und 2 M dürfen nur unter Verschluss aufbewahrt werden.

I - 7.3 Vor Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 1M, 2 und 2 M sind die beteiligten und die beobachtenden Schüler über die Gefährdung der Augen durch das Laserlicht zu unterrichten. Diese Laser dürfen nur unter Aufsicht des Lehrers betrieben werden.

I - 7.4 Der Versuchsbereich, in dem mit Lasern der Klassen 1 M, 2 und 2 M experimentiert wird, ist während des Betriebs mit einem Laserwarnschild<sup>3</sup> zu kennzeichnen.

Der Laserbereich von Versuchsaufbauten ist durch Abgrenzung gegen unbeabsichtigtes Betreten zu sichern.

I - 7.5 Aufbau und Durchführung von Experimenten mit Lasern der Klasse 1 M, 2<sup>4</sup> und 2 M sind so zu gestalten, dass der Blick in den direkten Laserstrahl bzw. in den reflektierten Strahl vermieden wird, z.B. durch Abschirmung.

Beim Einsatz der Laser der Klassen 1 M und 2 M darf der Strahlenquerschnitt nicht verkleinert werden, d.h. sie dürfen nicht mit optisch sammelnden Komponenten (z.B. Lupen) verwendet werden.

---

### <sup>1</sup> Laserklassen

- Klasse 1: Die zugängliche Laserstrahlung ist ungefährlich.
- Klasse 1 M: Die zugängliche Laserstrahlung liegt im Wellenlängenbereich von 302,5 nm bis 4000 nm. Die zugängliche Laserstrahlung ist für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird.
- Klasse 2: Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) ungefährlich für das Auge. Zusätzliche Strahlungsanteile außerhalb des Wellenlängenbereichs von 400 nm bis 700 nm erfüllen die Bedingungen für Klasse 1.
- Klasse 2 M: Die zugängliche Laserstrahlung liegt im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm. Sie ist bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 0,25 s) für das Auge ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird.

<sup>2</sup> Der Umgang mit Lasern in der Schule ist grundsätzlich in § 15 der UVV Laserstrahlung (GUV-V B2 bisher 2.20) geregelt, die Neufassung dieser Unfallverhütungsvorschrift, die die neue DIN EN 60 825 berücksichtigt, war jedoch zur Zeit der Drucklegung noch nicht von den zuständigen Stellen genehmigt. Bis zur Genehmigung der Neufassung der GUV-V B2 (bisher 2.20) gilt die BG-Information „Sicherheit von Lasereinrichtungen“ BGI 832.

<sup>3</sup> Warnung vor Laserstrahlen W 10  
UVV Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung  
am Arbeitsplatz (GUV-V A8 bisher GUV 0.7)



<sup>4</sup> Gaslaser der Klasse 2 sind im Dauerstrichbetrieb i.d.R. auf 1 mW begrenzt. Diodenlaser sind für Unterrichtszwecke i.d.R. im Bereich von 630 bis 635 nm auf 1 mW, im Bereich von 640 bis 670 nm auf 2 mW begrenzt.

## I - 8 Umgang mit elektrischer Energie

### I - 8.1 Sicherheitseinrichtungen<sup>1</sup>

Als Spannungsquellen sind Geräte für Schutzkleinspannung<sup>2</sup> oder Funktionskleinspannung<sup>3</sup> mit sicherer Trennung zu verwenden. Darauf ist bereits bei der Beschaffung zu achten.

Die Steckdosenstromkreise an den Experimentierständen (Schüler- und Lehrereperimentiertisch) müssen über eine Not-Aus-Einrichtung<sup>4</sup> verfügen und durch RCDs<sup>5</sup> mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $\leq 30$  mA abgesichert sein.

Für sämtliche Stromkreise an den Experimentierständen eines Raumes muss ein Hauptschalter vorhanden sein. Der Schalter muss eine Einrichtung gegen unbefugtes Einschalten haben (z.B. Schlüsselschalter).

Die Stromkreise der Schülerexperimentierstände dürfen nur über besondere Schalter eingeschaltet werden können. Sie dürfen erst dann eingeschaltet werden, wenn sich der Lehrer vergewissert hat, dass keine Gefährdungen bestehen. Nach Beendigung der Experimente sind die Stromkreise der Schülerexperimentierstände abzuschalten.

- 
- <sup>1</sup> Für Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen in Unterrichtsräumen existieren Regelungen der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik im DIN und VDE:
- DIN VDE 0100 Teil 723 und Teil 723/A1 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V mit Experimentierständen“ (bauliche Maßnahmen)
  - DIN VDE 0105 Teil 12 „Betrieb von Starkstromanlagen; Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen“ (DIN VDE 0105 Teil 12 ist eingearbeitet)
  - DIN VDE 0105 Teil 112 „Betrieb von elektrischen Anlagen; Besondere Festlegungen für das Experimentieren mit elektrischer Energie in Unterrichtsräumen“ (Handlungsanleitung)
- <sup>2</sup> Schutzkleinspannung (SELV - Safety Extra Low Voltage)
- Schutzkleinspannung nach DIN VDE 0100, Teil 410 umfasst 2 Bereiche:
- ◆ Anlagen, bei denen der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Höhe der Nennspannung von AC 50 V Effektivwert oder DC 120 V unter bestimmten Bedingungen gewährleistet ist (Abdeckung oder Umhüllung in Schutzart IP2X oder IPXXB bzw. Isolierung, die einer Prüfspannung von AC 500 V Effektivwert 1 Minute standhält)
  - ◆ Wenn die Nennspannung AC 25 V Effektivwert oder DC 60 V überschwingungsfrei (siehe Fußnote unter „Definition berührungsgefährlich“) nicht überschritten wird, ist in trockenen Räumen ein Schutz gegen direktes Berühren nicht erforderlich.  
Schutzkleinspannung ist von der normalen Netzspannung galvanisch getrennt, z.B. durch Sicherheitstransformatoren nach EN 60742.  
Transformatoren mit Schutzkleinspannung von 25 V dürfen untereinander nur so verbunden werden, dass die o.g. Spannungsgrenze nicht überschritten wird. Anstelle der o.g. Transformatoren bzw. Umformer dürfen auch Stromquellen mit gleichem Sicherheitsgrad, z.B. Akkumulatoren, verwendet werden.
- <sup>3</sup> Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV - Protective Extra Low Voltage)  
Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung unterscheidet sich von der Schutzkleinspannung durch die Erdung eines Stromkreises oder Körpers aus Funktionsgründen.
- <sup>4</sup> Es genügt eine Betätigungseinrichtung für die NOT-AUS-Einrichtung an den Ausgängen und am Lehrereperimentiertisch.
- <sup>5</sup> RCDs (englisch: residual current protective devices)
- ◆ mit Hilfsspannungsquelle als „Differenzstrom-Schutzeinrichtungen“
  - ◆ ohne Hilfsspannungsquelle als "Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (FI-Schutzeinrichtungen)“.

### **I - 8.2 Spannungen bei Schülerexperimenten**

Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 10 dürfen bei Experimentiereinrichtungen, die berührungsgefährliche Teile enthalten, nur mit Spannungen arbeiten, die nicht berührungsgefährlich<sup>1</sup> sind.

Schüler oberhalb der Jahrgangsstufe 10 dürfen mit berührungsgefährlichen Spannungen in Experimentiereinrichtungen arbeiten, wenn das Lernziel mit ungefährlichen Spannungen nicht erreicht werden kann. Bei diesen Experimenten muss der Lehrer anwesend sein.

Falls Schüler oberhalb der Jahrgangsstufe 10 an Experimentiereinrichtungen arbeiten, die berührungsgefährliche Teile enthalten, muss der Lehrer die Schaltung überprüfen und auf Gefahrenstellen hinweisen.

Die Schüler sind über die hierbei vorhandenen Gefahren und über die Not-Aus-Schalter zu informieren.

### **I - 8.3 Aufbau, Umbau und Abbau**

Aufbau, Umbau und Abbau von Experimentiereinrichtungen (Versuchsanordnungen) mit berührungsgefährlichen Spannungen dürfen nur im spannungsfreien Zustand erfolgen. Dies gilt auch bei Verwendung von sogenannten Sicherheitsexperimentierkabeln. Der Lehrer überzeugt sich vor der Spannungsfreigabe vom ordnungsgemäßen Zustand des Aufbaus.

An berührungsgefährliche Teile ist nur das Heranführen geeigneter Mess-, Prüf- und Justiereinrichtungen erlaubt, z.B. zur Fehlersuche.

### **I - 8.4 Akkumulatoren**

Akkumulatoren dürfen an Experimentiereinrichtungen nur an- oder abgeklemmt werden, wenn kein Strom fließt.

### **I - 8.5 Experimentierleitungen**

Vor dem Benutzen sind die Experimentierleitungen auf erkennbare Schäden zu prüfen. Die Anschlussmittel von Steck- und Schraubverbindungen müssen in ihren Abmessungen aufeinander abgestimmt sein. So dürfen z.B. Steckerstifte mit einem Durchmesser von 4 mm nicht in Buchsen mit einem Öffnungsdurchmesser von 5 mm (z.B. bei Netzsteckdosen) eingesetzt werden<sup>2</sup>.

Dies gilt nicht für die Benutzung als Prüfspitzen für Messzwecke. Die Öffnungen von Kabelschuhen müssen den Bolzendurchmessern angepasst sein.

---

<sup>1</sup> Definition "nicht berührungsgefährliche Spannung" nach CENELEC HD 384.4.41, Elektrische Anlagen von Gebäuden, Teil 4 Schutzmaßnahmen, Kapitel 41 Schutz gegen elektrischen Schlag IEC 364-4-41, modifiziert April 1996  
Eine Spannung ist nicht berührungsgefährlich, wenn die Nennspannung AC 25 V Effektivwert oder DC 60 V überschwingungsfrei nicht überschreitet. In Unterrichtsräumen ist ein Schutz gegen direktes Berühren, z.B. bei Verwendung von nicht isolierten Experimentierkabeln nicht erforderlich.

Anmerkung:

"Oberschwingungsfrei" ist vereinbarungsgemäß definiert als Welligkeit von nicht mehr als 10 % effektiv bei überlagerter sinusförmiger Wechselspannung; der maximale Scheitelwert überschreitet nicht 140 V bei einem überschwingungsfreien Gleichstromsystem mit der Nennspannung 120 V und nicht 70 V bei einem überschwingungsfreien Gleichstromsystem mit der Nennspannung 60 V.

<sup>2</sup> Die in Schulen üblichen Experimentierkabel haben einen Stecker-Durchmesser von 4 mm.

Steckdosen außerhalb von Experimentierständen dürfen zum Experimentieren nur benutzt werden, wenn sie als Experimentiersteckdosen gekennzeichnet und wie die Steckdosen an den Experimentierständen<sup>1</sup> über eine Not-Aus-Einrichtung sowie einen RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $\leq 30$  mA abgesichert sind.

In Versorgungseinrichtungen, festinstallierten Experimentiereinrichtungen und zum Experimentieren verwendeten Geräten dürfen nur die dafür vorgesehenen Sicherungen verwendet werden. Sicherungseinsätze an Experimentiereinrichtungen dürfen nur im stromlosen Zustand entnommen oder eingesetzt werden.

### I - 8.6 Prüfungen

Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind mindestens alle 4 Jahre durch eine Elektrofachkraft<sup>2</sup> auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen.

Nicht ortsfeste elektrische Betriebsmittel, Anschlussleitungen mit Steckern sowie Verlängerungs- und Geräteanschlussleitungen mit ihren Steckvorrichtungen sind, soweit sie benutzt werden, mindestens alle 12 Monate durch eine Elektrofachkraft auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen.

Ergeben sich bei wiederholten Prüfungen nur geringe Fehlerquoten, so kann die Prüffrist der nicht ortsfesten elektrischen Betriebsmittel verlängert werden. Der Unfallversicherungsträger kann verlangen, dass das Prüfungsergebnis dokumentiert wird.

Bei Verwendung geeigneter Prüfgeräte kann die Prüfung auch durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person (unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft) vorgenommen werden.

RCD (z.B. FI-Schutzschalter) und Not-Aus-Einrichtungen sind durch Auslösen der Prüftaste mindestens alle 6 Monate auf einwandfreie Funktion zu prüfen.

### I - 8.7 Elektromagnetische Verträglichkeit

Elektrische und elektronische Geräte, die seit 1996 in Verkehr gebracht werden, fallen unter das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG). Dieses Gesetz hat zum Ziel, vor elektromagnetischer Störstrahlung und elektromagnetischen Pulsen zu schützen.<sup>3</sup>

Im Sinne des EMVG sind Lehrer, die mit der Durchführung der Experimente beauftragt sind, fachkundige Personen.

<sup>1</sup> Einzelheiten hierzu enthält die DIN VDE 0100 Teil 723 "Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt; Unterrichtsräume mit Experimentierständen".

<sup>2</sup> Siehe § 5 der UVV "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (GUV-V A2 bisher GUV 2.10). Lehrer sind i.d.R. keine Elektrofachkräfte im Sinne von GUV-V A2 (bisher GUV 2.10). Die Prüfung ist mit dem Sachkostenträger zu vereinbaren; sie kann z.B. durch eine Elektrofachkraft der Kommune durchgeführt werden.

<sup>3</sup> Die Umsetzung dieses Gesetzes für den schulischen Bereich ist mit Reg TP 322 durch die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post (Reg TP) erfolgt.

Störungen, auf die sich das EMVG bezieht, können sich äußern als

- ◆ Einwirkung starker Hochfrequenzfelder ( $> 3$  V/m)
- ◆ Entladung statischer Elektrizität ( $> 5$  kV Kontaktentladung)
- ◆ Schnelle elektrische Störgrößen durch rasch ablaufende Schaltvorgänge an großen Lasten im Versorgungsnetz ( $> 1$  kV).

Auswirkungen dieser Störungen können zu Funktionsbeeinträchtigungen führen bei

- ◆ Telekommunikationsdiensten, z.B. Polizei-, Feuerwehr-, Flugsicherungsdiensten
- ◆ medizinischen Geräten
- ◆ Rundfunk- und Fernsehgeräten
- ◆ Geräten der Datenverarbeitung, z.B. Computerabstürze, Löschung von Datenträgern, Störung der Datenübermittlung in Netzwerken
- ◆ sonstigen elektronischen Geräten wie Strom- oder Telefongebührenzählern, Brandmeldern.

Für die im Unterricht verwendeten Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel werden unterschiedliche Anforderungen gestellt:

- I - 8.7.1 Elementare Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Transformatoren, Schalter, Dioden und Transistoren, Elektronenröhren
- Sie fallen nicht unter das EMVG, benötigen keine EG-Konformitätsprüfung und müssen nicht mit dem CE-Kennzeichen versehen sein.
- I - 8.7.2 Komplexe Bauteile wie Elektromotoren, Lichtschranken, Drehpulmesswerke und Apparate wie Labornetzgeräte oder Oszilloskope
- Sie sind i.d.R. in einer typischen Anwendung auf die Einhaltung der Schutzanforderungen des EMVG geprüft und mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet.
- Bei Geräten der Grenzwertklasse A muss der Hersteller in der EG-Konformitätserklärung die Anwendungsbereiche angeben, die mit dem Gerät bestimmungsgemäß durchgeführt werden können. So weit für spezielle Anwendungen eine Überschreitung von Grenzwerten möglich ist, muss er in der Gebrauchsanweisung für diese Anwendungen auf die zusätzlich notwendigen Schutzmaßnahmen hinweisen.<sup>1</sup>
- I - 8.7.3 Experimentieraufbauten werden im Fachraum aus elementaren und komplexen Bauteilen aufgebaut, um physikalische Phänomene darzustellen.
- Die Einhaltung der Anforderungen des EMV-Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) liegt beim Lehrer, der die Experimente aufbaut und durchführt. Eine Konformitätserklärung sowie eine CE-Kennzeichnung sind jedoch für diese Experimentieraufbauten nicht erforderlich.<sup>2</sup>
- Geeignete Schutzmaßnahmen sind z.B.
- Abschirmung Potentialausgleich
  - große Abstände zu empfindlichen Geräten
  - kürzestmögliche Ausführung von Verbindungsleitungen, die als Antennen wirken können
  - Vermeidung von Ausstattung, die zu elektrostatischer Aufladung von Benutzer oder Betriebsmittel führen kann (z.B. bestimmte Fußbodenbeläge)
  - Filterung der Netzzuleitungen emittierender wie emissionsempfindlicher Geräte
  - Ausschluss von nicht zum Experimentieraufbau gehörenden HF-Erzeugern (z.B. Mobiltelefonen)
  - kurze Betriebsdauer.

<sup>1</sup> Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel, die bestimmungsgemäß nur in Fachräumen von allgemein- oder berufsbildenden Schulen betrieben werden, müssen in bezug auf die Störaussendung nur noch die Grenzwerte der Klasse A nach DIN EN 50081-2 (d.h. für den industriellen Bereich) einhalten, da die schulischen Fachräume als ausreichend getrennt von Wohnbereichen getrennt betrachtet werden und ein Schutzabstand von 30 m zum Betriebsort elektrischer und elektronischer Geräte unbeteiligter Dritter in der Regel als gegeben angenommen wird.

Beispiel:

"Warnung: Die aus diesen Betriebsmitteln aufgebaute Versuchsanordnung zur Untersuchung der Funktion des Tesla-Transformators hält nicht mit Sicherheit die Grenzwerte der Klasse A (Gruppe 2 der Norm EN 55011) ein. Geräte innerhalb der EMV-Umgebung (d.h. innerhalb des Fachraums) können gestört werden. Geräte, die außerhalb des EMV-Umfeldes (außerhalb des Fachraums) installiert sind, werden in ihrer bestimmungsgemäßen Funktion in der Regel nicht beeinflusst. Es können jedoch noch Funkstörungen bis zu einem Abstand von einigen 100 m auftreten.

( ... ) Der Betrieb der Betriebsmittel ohne Aufsicht einer Lehrkraft oder außerhalb des Fachraums ... ist untersagt.“ Zitiert nach Reg TP 322 TE 01, Ziff. 6.3.

<sup>2</sup> Der Regelsetzer ist sich bewusst, dass die Pegel der von diesen Lehrmitteln, z.B. Funkeninduktoren verursachten Störaussendungen selbst bei akkurat vom Hersteller ausgeführten Maßnahmen zur Funkentstörung bei bestimmungsgemäßem Einsatz die in den zutreffenden EMV-Normen benannten Grenzwerte überschreiten können. In solchen Fällen ist es Aufgabe der mit den Experimenten betrauten Lehrern, die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Produkte, die außerhalb des Fachraums bzw. des unmittelbaren EMV-Umfeldes betrieben werden, in ihrer bestimmungsgemäßen Funktion nicht beeinträchtigt werden.



## **I - 9      Regelungen für Tätigkeiten mit Lebewesen**

### **I - 9.1      Umgang mit Tieren**

Umgang mit Tieren in der Schule ist grundsätzlich erlaubt. Tiere, die Vergiftungen auslösen oder Krankheiten übertragen, dürfen nicht gehalten und nicht zu Demonstrations- und Beobachtungszwecken eingesetzt werden.<sup>1</sup>

Das artgemäße Verhaltensbedürfnis der Tiere darf nicht so eingeschränkt werden, dass dem Tier Schmerzen, Schäden oder Leiden zugefügt werden.<sup>2</sup> Unsachgemäße Behandlung oder Haltung fördern die Aggressivität der Tiere und erhöhen so die Sicherheitsrisiken. Bei der Demonstration von Körperbau und Verhaltensweisen dürfen keine mit Schmerzen verbundene Handlungen vorgenommen werden.

### **I - 9.2      Umgang mit Stopfpräparaten, Insektensammlungen**

Begasungen von Bälgen, Stopfpräparaten und Insektensammlungen dürfen nur von einer zugelassenen Firma durchgeführt werden.

Alternativmaßnahme siehe Ziffer II – 2.1.3.

Da ältere Stopfpräparate mit heute nicht mehr zulässigen Konservierungsmitteln (z.B. Arsenverbindungen) kontaminiert sein können, sind sie gegen das Berühren durch Schüler zu sichern (z.B. Klarsichthülle).

### **I - 9.3      Umgang mit Pflanzen und Pilzen**

Ist durch die Arbeit mit Pflanzen und Pilzen eine Gefährdung nicht auszuschließen, sind Schüler über Vergiftungssymptome oder mögliche allergische Reaktionen zu informieren.<sup>3</sup>

### **I - 9.4      Mikrobiologische Arbeiten<sup>4</sup>**

#### **I – 9.4.1      Gezielte Tätigkeiten<sup>5</sup>**

Im Unterricht allgemeinbildender Schulen sind mikrobiologische Arbeiten bei gezielten Tätigkeiten auf Mikroorganismen der Risikogruppe 1<sup>6</sup> zu beschränken. Die Risikogruppe 1 umfasst Mikroorganismen, die nicht humanpathogen sind. Sind die in Ziffer II – 2.3 beschriebenen hygienischen Voraussetzungen erfüllt, so sind weitere Schutzmaßnahmen nicht erforderlich.

Als Betriebsanweisung nach für den Umgang mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1 dient der unter Ziffer I – 9.4 und Ziffer II – 2.3 aufgeführte Text.

---

<sup>1</sup> Bei der Entnahme von Tieren aus dem Freiland ist zusätzlich der Artenschutz (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege, Bundesartenschutzverordnung) zu beachten.

<sup>2</sup> Tierschutzgesetz (TierSchG)

<sup>3</sup> Giftige Pflanzen und Pilze siehe Tabellen III – 1.1 bis 1.3

<sup>4</sup> Vgl. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung - BioStoffV)

<sup>5</sup> Bei gezielter Tätigkeit wird mit einem definierten Mikroorganismus gearbeitet, z.B. beim Ansetzen einer Reinkultur.

<sup>6</sup> Tabelle III – 1.4, Beispielsammlung 2: Definierte Stämme von Mikroorganismen der Risikogruppe 1

Für mikrobiologische Experimente sind insbesondere solche Bakterien geeignet, die bei der Herstellung von Lebensmitteln Verwendung finden.

Die hier aufgeführten Mikroorganismen fallen nicht unter die Einschränkungen des Gesetzes zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG)

Nach der Begriffsbestimmung der Biostoffverordnung können Mikroorganismen der Risikogruppe 2 und höher Krankheiten beim Menschen hervorrufen.

In allgemeinbildenden Schulen sind deshalb Experimente mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4 untersagt.

Sollen in Einzelfällen (z.B. in Sekundarstufe II mit besonderen Schwerpunkten) Experimente mit Mikroorganismen der Risikogruppe 2 durchgeführt werden, so gelten die weitergehenden Anforderungen der Biostoffverordnung.

#### I – 9.4.2 Nicht gezielte Tätigkeiten<sup>1</sup>

Bei der Anreicherung undefinierter Kulturen aus der Umwelt<sup>2</sup>, z.B. bei Abklatschversuchen, müssen die Petrischalen vor dem Bebrüten mit Parafilm® oder Klebeband versiegelt werden und nach dem Bebrüten verschlossen bleiben. Diese Kulturen dürfen nicht weitergezüchtet werden.

Entsorgung siehe Ziffer II – 2.3.3.

Abwasserproben mit fäkalen Verunreinigungen (z.B. aus Kläranlagen) dürfen in Schülerexperimenten nicht eingesetzt werden.

#### I – 9.4.3 Gefährdungsbeurteilung für mikrobiologische Arbeiten

Nach der Biostoffverordnung ist für Arbeiten mit biologischen Arbeitsstoffen eine Gefährdungsbeurteilung<sup>3</sup> zur Ermittlung der erforderlichen Schutzmaßnahmen durchzuführen und zu dokumentieren. Sie dient der Sicherstellung, dass im Unterricht mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1 gearbeitet wird und daher keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen im Sinne der BioStoffV zu treffen sind. Erst bei wesentlichen Veränderungen der Rahmenbedingungen (z.B. Raumausstattung) ist eine erneute Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen.

Damit soll z.B. ausgeschlossen werden, dass bei nicht gezielten Tätigkeiten der Entnahmeort der Proben die Anzucht von Mikroorganismen der Risikogruppe 2 und höher wahrscheinlich macht (z.B. Tierkadaver, Fäkalien etc.).

Der Fachlehrer berücksichtigt im Rahmen der Unterrichtsvorbereitung die Gefährdungsbeurteilung.

#### I - 9.4.4 Gentechnische Arbeiten

Es dürfen nur Stämme von Mikroorganismen der Risikogruppe 1 und schulgeeignete Vektor-Empfänger-Systeme<sup>4</sup> verwendet werden.

Arbeiten, die nach dem Gentechnikgesetz nicht als Verfahren zur Veränderung genetischen Materials gelten, z.B. Selbstklonierungsversuche<sup>5</sup>, dürfen ohne gentechnikrechtliches Anmeldeverfahren durchgeführt werden. Das Auswerten dieser Arbeiten mit Stämmen, die chromosomal- oder plasmidkodierte, einfache oder doppelte Antibiotika-Resistenzen tragen, ist an Schulen erlaubt.

<sup>1</sup> Nicht gezielte Tätigkeiten sind Experimente, in deren Verlauf unbekannte Mikroorganismen auftreten können, z.B. bei Fingerabdruck auf Nähboden.

<sup>2</sup> Tabelle III – 1.4, Beispielsammlung 1: Bakteriengruppen aus der Umwelt

<sup>3</sup> BioStoffV § 6 (Gefährdungsbeurteilung bei gezielten Tätigkeiten) oder § 7 (Gefährdungsbeurteilung bei nicht gezielten Tätigkeiten).

Eine Hilfe bietet Tabelle III – 7.1 Gefährdungsbeurteilung Biologie – Mikroorganismen

<sup>4</sup> Tabelle III – 1.5 Schulgeeignete Vektor-Empfänger-Systeme

<sup>5</sup> Unter Selbstklonierung versteht man die Übertragung gentechnisch veränderter DNA, die aber nur Gene enthält, die in der Population der Empfängerorganismen in vivo vorkommen. Experimente wie sie z.B. im Blue-Genes-Kit (Experimentierset des Verbandes der Chemischen Industrie) mit Sicherheitsstämmen E coli K12 und Sicherheitsvektoren wie pBR 322 angeboten werden, sind ohne die im GenTG beschriebenen Maßnahmen erlaubt. In § 3 Abs. 3b und 3c GenTG sind weitere Verfahren aufgeführt, auf die das Gesetz nicht anzuwenden ist.

Gentechnische Arbeiten der Sicherheitsstufe 1, d.h. gentechnische Arbeiten, bei denen nach dem Stand der Wissenschaft nicht von einem Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt auszugehen ist, sind an allgemeinbildenden Schulen möglich.

Von Sicherheitsstufe 1 kann sicher ausgegangen werden, wenn schulgeeignete Vektor/ Empfänger-Systeme gemäß Tabelle III – 1.5 eingesetzt werden. Die dort aufgeführten Vektor-Empfänger-Systeme sind anerkannte biologische Sicherheitsmaßnahmen<sup>1</sup> (§ 6 GenTSV)

Nach dem Gentechnikgesetz<sup>2</sup> und der Gentechnik-Sicherheitsverordnung<sup>3</sup> sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:<sup>4</sup>

- Anmeldung<sup>5</sup> der gentechnischen Arbeiten der Sicherheitsstufe 1 bei der zuständigen Behörde (§ 8 Abs. 2 GenTG)
- Bestellung des Projektleiters (PL) und des Beauftragten für die Biologische Sicherheit (BBS)<sup>6</sup> (§ 6 Abs. 4 GenTG i.V.m. §§ 14 f. GenTSV)

Ein Lehrer mit einschlägiger naturwissenschaftlicher Lehrbefähigung kann zum Projektleiter (PL) und zum Beauftragten für die Biologische Sicherheit (BBS) bestellt werden, wenn

- zu Lehrzwecken ausschließlich o.g. gentechnische Arbeiten durchgeführt werden und
- er an einer Fachfortbildung<sup>7</sup> teilgenommen hat. Die Fortbildung beinhaltet neben experimentellen Aspekten die Vermittlung einschlägiger Rechtsvorschriften.

Die Funktion des Beauftragten für die Biologische Sicherheit kann mit vorheriger Zustimmung durch die zuständige Landesbehörde auch von einer Person, die nicht der Schule zugehörig ist (z.B. Universität oder Industrie) und über die volle Sachkunde verfügt, wahrgenommen werden.

- Durchführung der Arbeiten in Fachräumen, in denen die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für den Laborbetrieb mit Sicherheitsstufe 1 gegeben sind (siehe I – 9.4.5) (§ 9 GenTSV und Anhang III Ziff. I.)

Zur Umsetzung der Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung<sup>8</sup> siehe Ziffer I – 9.4.3 Gefährdungsbeurteilung für mikrobiologische Arbeiten.

<sup>1</sup> Unter biologischer Sicherheitsmaßnahme versteht man die Verwendung anerkannter Vektor-Empfänger-Systeme nach § 6 GenTSV und Anhang II Teil A GenTSV.

<sup>2</sup> Gesetz zur Regelung der Gentechnik (GenTG), Zweites Gesetz zur Änderung des Gentechnikgesetzes (2. GenT-ÄndG)

<sup>3</sup> Verordnung über die Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen (Gentechnik-Sicherheitsverordnung – GenTSV)

<sup>4</sup> Es wird empfohlen, in der Planungsphase so früh wie möglich Kontakt zur zuständigen Landesbehörde aufzunehmen. Mit dieser Behörde ist abzuklären, bei welchen Arbeiten es sich um gentechnische Arbeiten handelt und inwieweit von bestimmten Voraussetzungen, z.B. vom Nachweis der 3-jährigen Tätigkeit auf dem Gebiet der Gentechnik, Ausnahmen gemacht werden können.

<sup>5</sup> Die Anmeldung ist zu wiederholen, wenn die gentechnischen Arbeiten der Sicherheitsstufe 1 mehr als drei Jahre geruht haben (§27 Abs. 4 Nr. 2, 2. GenT-ÄndG)

<sup>6</sup> Nach § 15 Abs. 2 GenTSV wird für die Bestellung des Projektleiters (PL) und des Beauftragten für die Biologische Sicherheit (BBS) folgende Sachkunde vorausgesetzt:

- ◆ Naturwissenschaftliches Hochschulstudium
- ◆ 3-jährige Tätigkeit auf dem Gebiet der Gentechnik
- ◆ Teilnahme an einer von der zuständigen Behörde anerkannten Fortbildungsveranstaltung nach § 15 Abs. 4 GenTSV

<sup>7</sup> Siehe Anlage III – 1.6 Lehrinhalte für Fortbildungsveranstaltungen

<sup>8</sup> Verordnung über Aufzeichnungen bei gentechnischen Arbeiten zu Forschungszwecken oder zu gewerblichen Zwecken und bei Freisetzen (Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung - GenTAufzV)

#### I – 9.4.5 Anforderungen an den Fachraum

Versuche mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1 und gentechnische Arbeiten der Sicherheitsstufe 1 sind in einem naturwissenschaftlichen Fachraum durchzuführen, der folgenden spezifischen Anforderungen<sup>1</sup> genügt:

- Arbeitsflächen sowie die an die Arbeitsflächen angrenzenden Wandflächen und Fußboden sollen leicht zu reinigen und müssen dicht und beständig gegen die verwendeten Stoffe und Reinigungsmittel sein.
- Waschbecken und Spüle sollen im Arbeitsbereich vorhanden sein.  
Seifenspender, Desinfektionsmittelspender und Einmalhandtücher sind bereitzustellen.
- Die Möglichkeit zur Sterilisation der Impfgerätschaften mittels Flamme ist zu gewährleisten.
- Geräte zur Inaktivierung siehe II – 2.3.2
- Abfallbehälter mit Schwenkdeckel sind bereitzustellen.

---

<sup>1</sup> Anforderungen gemäß Biostoffverordnung, Technische Regel Biologische Arbeitsstoffe TRBA 500, TRBA 100, Gentechnik-Sicherheitsverordnung, Anhang III Abschn. I.

**I - 10      Regelungen zu Technik/Arbeitslehre****I - 10.1    Umgang mit Maschinen**

## I - 10.1.1    Umgang mit Maschinen

Der Umgang mit Maschinen wie

- Abricht- und Dickenhobelmaschinen
- Sägemaschinen (ausgenommen Dekupiersäge und elektrische Handstichsäge)
- Fräsmaschinen
- Stockscheren mit mechanischem Antrieb

ist nur Lehrern erlaubt, die aufgrund von Ausbildung/Studium oder durch entsprechende Fortbildungsmaßnahmen die erforderliche Fachkenntnisse zum Betrieb der Maschinen haben.

Der Lehrer hat sich mit den an der Schule befindlichen Maschinen vertraut zu machen und die Inhalte der Bedienungsanleitungen zu kennen. Diese sind so aufzubewahren, dass sie dem Fachlehrer zugänglich sind.

## I - 10.1.2    Beschäftigungsbeschränkungen Schüler

Jugendliche unter 18 Jahren dürfen in schulischen Einrichtungen an folgenden Maschinen und Geräte nicht beschäftigt werden:

- Hobel- und Fräsmaschinen  
ausgenommen Bedienung eines eingehausten Koordinatentisches mit Fräsenschaft  $\leq 3$  mm (CNC-Maschine)
- Sägemaschinen wie Kreissäge / Bandsäge / stationär eingespannte Stichsägemaschine  
ausgenommen Dekupier- und elektrische Handstichsägemaschinen
- Stockscheren mit mechanischem Antrieb
- Schweißgeräte (Jugendliche unter 16 Jahren)<sup>1</sup>

Zu den genannten Maschinen zählen auch Handmaschinen.

Das Betreiben schließt Rüsten, Bedienen, Warten und Instandhalten ein.

Siehe auch Ziffer III – 4.2 Einsatzbeschränkungen für Schüler an Maschinen und Geräten in Sekundarstufe I.

Schüler über 16 Jahren unterliegen, z.B bei der Durchführung von Schweißarbeiten, keiner Beschäftigungsbeschränkung, wenn dies zur Erreichung des Lernziels erforderlich ist und der Lehrer anwesend ist.

**I - 10.2    Holzbearbeitung**

## I - 10.2.1    Kennzeichnung von Maschinen

Holzbearbeitungsmaschinen<sup>2</sup> (z.B. Kreissägen, Bandsägen, Hobelmaschinen), die ab dem 01.01.1993 erstmals in Betrieb genommen wurden, müssen die baulichen Anforderungen der EG-Maschinen-Richtlinie erfüllen.

---

<sup>1</sup> Jugendliche über 16 Jahren dürfen mit Schweißgeräten umgehen, wenn dies zur Erreichung des Lernziels erforderlich und der Lehrer anwesend ist.

<sup>2</sup> Eine Ausnahme gilt für Holzbearbeitungsmaschinen, die bis zum 31.12.1994 in Verkehr gebracht wurden, wenn sie den bis zum 31.12.1992 gültigen Bestimmungen der UVV Maschinen und Anlagen zur Be- und Verarbeitung von Holz u.ä. Werkstoffen (GUV-V 7j bisher 3.10) entsprechen.  
Eine unabhängige Prüfstelle bestätigte bis 1993 durch das (freiwillige) GS-Zeichen die Konformität der Maschinen mit den nationalen Vorschriften und Normen. Diese Maschinen waren jedoch bis zum 31.12.1996 entsprechend der EG-Arbeitsmittelbenutzungs-Richtlinie umzurüsten, wenn sicherheitstechnische Abweichungen vorhanden sind (siehe Ziffer III – 4.4 Anforderungen an Bau und Ausrüstung Holzbearbeitung).

Holzbearbeitungsmaschinen erfüllen die Anforderungen der EG-Maschinen-Richtlinie, wenn sie ein CE-Kennzeichen<sup>1</sup> tragen und eine Konformitätsbescheinigung des Herstellers vorliegt.

#### I - 10.2.2 Ersatzstoffprüfung

Der Lehrer, in dessen Fach mit Gefahrstoffen (z.B. Klebstoffe, lösemittelhaltige Lacke) umgegangen wird, muss prüfen, ob für den jeweiligen Unterricht Zubereitungen oder Erzeugnisse mit keinem oder geringerem gesundheitlichen Risiko eingesetzt werden können.

Siehe Ziffer I-3.2.4 ,.

Bei Holzzeugnissen (z.B. Spanplatten) ist darauf zu achten, dass ein möglichst geringer Anteil an Buchen- und Eichenholz<sup>2</sup> enthalten ist, wenn bei der Bearbeitung dieser Holzzeugnisse Holzstaub entsteht. Ersatzstoffe sind z.B. Fichte und Kiefer.

#### I - 10.2.3 Holzstaub in der Luft

Bei der Bearbeitung von Holz ist das gesundheitliche Risiko von Holzstaub in der Luft nach dem Stand der Technik zu minimieren.<sup>3</sup>

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 erreicht, wenn

- die tägliche Expositionszeit eine halbe Stunde pro Unterrichtstag unterschreitet und nur an wenigen (bis zu 30) 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; bei handelsüblichen Maschinen Industriestaubsauger Staubklasse H2 oder M bzw. integrierte Staubabsaugung wie im gewerblichen Bereich. Die Entstauber können mit einer Zusatzrüstung auch für die Reinigung der Werk- und Maschinenräume verwendet werden.

Staubtechnisch geprüfte Einrichtungen (Entstauber, Industriestaubsauger) tragen zusätzlich zum CE-Zeichen z.B. das GS-Zeichen des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitssicherheit (BIA) mit dem früheren Zusatz "C" oder "K 1" bzw. das GS-Zeichen des Fachausschusses "Holz" mit dem Zusatz "H 2"<sup>4/5</sup>.

Bei der üblichen manuellen Holzbearbeitung reicht natürliche Raumlüftung (Fensterlüftung) aus, wenn durch geeignete Maßnahmen die Holzstaubexposition möglichst gering gehalten wird.

Für die Werkzeuge der Holzbearbeitungsmaschinen (z. B. Kreissägeblatt, Hobelmesser, Bandsägeblatt) wird das CE-Zeichen nicht vergeben. Hier gilt Abschnitt III Werkzeuge der UVV Maschinen und Anlagen zur Be- und Verarbeitung von Holz u.ä. Werkstoffen (GUV-V 7j bisher 3.10) .

<sup>1</sup> Siehe Ziffer III - 4.1 Sicherheitskennzeichen.

<sup>2</sup> Stäube von Buchen- und Eichenholz können Krebs erzeugen beim Einatmen (Einstufung nach Kategorie K 1 mit R 49), die anderen Holzstäube geben wegen möglicher krebserregender Wirkung zur Besorgnis Anlass, (Einstufung nach Kategorie K 3 mit R 40).

<sup>3</sup> Eine Gefährdung durch Stäube bei der Holzbearbeitung besteht in drei Bereichen:

- ◆ Emission von Stäuben bei der Holzbearbeitung
- ◆ Emission von Stäuben durch nicht ausreichend filternde Entstauber und Staubsauger
- ◆ Aufwirbeln abgelagerter Stäube insbesondere beim Reinigen mit dem Besen oder Abblasen

Als Folge von Staubablagerungen bzw. -einwirkungen können auftreten:

- ◆ Sturzgefahr durch geminderte Standsicherheit an den Arbeitsplätzen und Verkehrswegen
- ◆ Reizungen der Augen und Atemwege
- ◆ Atemwegsallergien und Krebserkrankungen im Bereich der Nasenschleimhäute
- ◆ Brände und Explosionen

<sup>4</sup> Hier ist auch das entsprechende Prüfzeichen eines anderen EU-akkreditierten Prüfinstituts zulässig.

<sup>5</sup> Siehe Ziffer III - 4.1 Sicherheitskennzeichen.

**I - 10.2.4** Reinigung

Bei der Reinigung der Maschinen- und Unterrichtsräume von Staubablagerungen ist zu vermeiden, dass Staub aufgewirbelt wird und in die Atemluft gelangt. Beim Reinigen sind deshalb saugende (Industriestaubsauger Staubklasse H2 oder M) bzw. feuchte Verfahren anzuwenden. Das Abblasen und Aufkehren abgelagerter Holzstäube ist grundsätzlich nicht erlaubt.

**I - 10.2.5** Elektrofachkräfte

Mit dem Errichten, Ändern und Instandsetzen von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln dürfen nur Elektrofachkräfte beauftragt werden. Auch Elektroanschlüsse, die nicht durch Steckverbindungen herstellbar sind, dürfen nur Elektrofachkräfte herstellen.

Zu Prüfungen siehe Ziffer I - 8.6.

**I - 10.2.6** Elektrogeräte sind zusätzlich vor jeder Inbetriebnahme einer Sichtprüfung (Kabel, Gehäuse und Stecker auf erkennbare Beschädigungen) zu unterziehen. Schadhafte elektrische Betriebsmittel dürfen nicht mehr benutzt werden.**I - 10.3** **Keramikarbeiten**

Beim Brennen von Keramik (Rohbrand, Glasurbrand) können gesundheitsschädliche Stoffe (z.B. Fluorwasserstoff, Schwermetalle) freiwerden.

In den technischen Fächern bzw. im Kunstunterricht sind bei Brennöfen geeignete Lüftungsmaßnahmen erforderlich.

Geeignete Maßnahmen sind bei Brennöfen eine Entlüftung (z.B. Fensterlüftung oder besser Abluftrohr<sup>1</sup>) ins Freie

Zum Auftragen von Glasuren siehe Ziffer II – 7.7.3.

Zu Pigmenten siehe Ziffer II – 7.1.

**I - 10.4** **Schweißen und Löten****I - 10.4.1** Beim Schweißen oder Löten ist dafür zu sorgen, dass die Atemluft von unzuträglichen Konzentrationen an gesundheitsgefährdenden Stoffen frei gehalten wird.**I - 10.4.2** Schweißen

Beträgt die Brenndauer der Schweißflamme bzw. des Lichtbogens bei nicht ortsgebundenen Schweißverfahren nicht mehr als eine halbe Stunde pro Tag oder nicht mehr als 2 Stunden pro Woche, können diese Bedingungen auf folgende Weise erreicht werden:

Natürliche Raumlüftung (Fensterlüftung) sowie Verwendung unlegierter oder niedrig legierter Stähle mit einem Massenanteil von  $w < 5\%$  an Chrom oder Nickel.

**I - 10.4.3** Längere Schweißarbeiten

Bei längeren Schweißarbeiten sowie für das Schweißen an hochlegierten oder beschichteten Stählen (z.B. Stähle mit Farb- oder Kunststoffüberzügen, verzinkte Stähle) sind die Gefahrstoffe unmittelbar an ihrer Entstehungsstelle abzusaugen (z.B. ins Freie oder über ein geeignetes Schweißrauchfiltergerät, das geeignet ist zur Absaugung von krebserzeugenden Schweißrauch).

Für Lichtbogenhandschweißen, MIG- und MAG-Schweißen ist eine technische Lüftung erforderlich.

Beim Schweißen im Freien sind die Lüftungsanforderungen in der Regel durch die natürliche Luftbewegung gewährleistet.

---

<sup>1</sup> siehe Betriebsanleitung des Herstellers, i.d.R. Abluftrohr ohne Lüftermotor. Die Aufstellungshinweise des Herstellers sind zu beachten.

**I - 10.4.4 Lötarbeiten**

An Schulen dürfen die üblichen Lötarbeiten durchgeführt werden. Hierfür reicht die natürliche Raumlüftung (Fensterlüftung) aus.

**Umgangsverbot**

Für werdende Mütter ist der Umgang mit fruchtschädigenden Stoffen verboten. Zu diesen zählt auch bleihaltiges Lot. Schülerinnen sind vor Aufnahme von Lötarbeiten über dieses Expositionsverbot in geeigneter Weise zu informieren. Ersatzstoff ist bleifreies Lot. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist nur dann gegeben, wenn im gleichen Raum keine Arbeiten mit bleihaltigen Loten stattfinden.

Siehe Ziffer I – 3.10.2 Besondere Vorschriften für gebärfähige Frauen, werdende oder stillende Mütter

**I - 10.5 Kunststoffe****I - 10.5.1 Ermittlungspflicht**

Die Ausgangssubstanzen von Kunststoffen, die enthaltenen Lösemittel und die Hilfsmittel können Gefahrstoffe sein. Vor dem Umgang hat sich der Lehrer über mögliche Gefahren<sup>1</sup> zu informieren.

Siehe Ziffer III - 4.5 Schulrelevante Kunststoffe, siehe Ziffer III – 13 Liste der gefährlichen Stoffe.

**I - 10.5.2 Hygiene**

Siehe Ziffer I - 3.6 Hygienische Maßnahmen.

**I - 10.5.3 Aufbewahrung**

Ausgangssubstanzen von Kunststoffen und brennbaren Lösemitteln  
siehe Ziffer III - 5.4 Lagerung brennbarer Flüssigkeiten.

**I - 10.5.4 Umfüllen**

Das Umfüllen brennbarer Flüssigkeiten<sup>2</sup> muss explosionsgeschützt erfolgen. In der Schule kann dies im Freien oder in einem Abzug<sup>3</sup> erfolgen.

---

<sup>1</sup> Sie können Haut- und Schleimhautreizungen verursachen, beim Einatmen narkotisieren und toxisch wirken. Sie sind lipophil, d.h. entfetten die Hautoberfläche; sie sind hautresorptiv.  
Viele Lösemittel sind schon bei Raumtemperatur entflammbar, es können explosionsfähige Luft-Lösemittel-Gemische entstehen.

<sup>2</sup> Zur Klassifizierung brennbarer Flüssigkeiten siehe Ziffer III - 13.1 Legende zur Gefahrstoffliste.

<sup>3</sup> Nach DIN typgeprüfte Abzüge sind explosionsgeschützt.



**I - 11      Regelungen zur Hauswirtschaft****I - 11.1    Lebensmittelverarbeitung****I - 11.1.1   Informationspflicht**

Der Lehrer hat sich und seine Schüler über mögliche Infektionsgefahren bei der Lebensmittelverarbeitung z.B. mögliche Infektion mit Salmonellen durch Auftauflüssigkeit von gefrorenem Geflügel und Fleisch zu informieren.

Bei der Beschaffung von Geräten, Materialien und Haushaltschemikalien ist Produkten mit geringerem Gefährdungspotenzial der Vorzug zu geben. Eine erste Orientierung bieten die Kenn- und Gütezeichen<sup>1</sup>, mit denen Hersteller ihre Produkte versehen, sowie die Kennzeichnung nach der Gefahrstoffverordnung. Haushaltschemikalien dürfen nicht zusammen mit Lebensmitteln aufbewahrt werden.

**I - 11.1.2    Wegen einer möglichen Übertragung von Bakterien auf Lebensmittel dürfen in den Lehrküchen keine Zimmerpflanzen gehalten werden.**

**I - 11.1.3    Stand- und Hand-Küchenmaschinen**

Stand- und Hand-Küchenmaschinen müssen den sicherheitstechnischen Regelwerken VDE und DIN<sup>2</sup> entsprechen.

Der Lehrer hat sich mit den an der Schule befindlichen Geräten und Maschinen vertraut zu machen und die Inhalte der Bedienungsanleitungen zu kennen. Diese sind so aufzubewahren, dass sie dem Fachlehrer zugänglich sind.

---

<sup>1</sup> Siehe Ziffer III - 4.1 Sicherheitskennzeichen.

<sup>2</sup> Für Handküchenmaschinen existieren die Normen DIN 44961 Teil 1 und Teil 2.

## I - 12 Regelungen zur Bildenden Kunst

### I - 12.1 Umgang mit Gefahrstoffen

#### I - 12.1.1 Ermittlungspflicht

Die Ausgangssubstanzen von Kunststoffen, die enthaltenen Lösemittel und die Hilfsmittel können Gefahrstoffe sein; der Lehrer hat sich beim Umgang anhand der Kennzeichnung und ggf. der Sicherheitsdatenblätter über mögliche Gefahren<sup>1</sup> zu informieren und die notwendigen Schutzmaßnahmen zu treffen.

Siehe Ziffer III - 4.5 Schulrelevante Kunststoffe und  
Ziffer III - 4.6 Übersicht über gebräuchliche Lösemittelgemische.

Für den Umgang mit Gefahrstoffen ist eine Unterweisung durch Fachkundige erforderlich.<sup>2</sup>

#### I - 12.1.2 Pigmente auf der Basis von Cadmium-, Chrom- und Cobalt-Verbindungen sind als krebserzeugend, Blei-Verbindungen als fortpflanzungsgefährdend eingestuft. Diese dürfen, ebenso wie sehr giftige Pigmente im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen nicht verwendet werden. Das gilt für Zubereitungen wie Farben und Lacke, wenn die genannten Pigmente in einem Massenanteil von > 0,1% enthalten sind.

Zum Auftragen von Glasuren  
siehe Ziffer II - 7.7.3 Sprühverfahren.

#### I - 12.1.3 Ersatzstoffprüfung

Der Lehrer, der im Fach Kunst mit Gefahrstoffen umgeht, muss prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit geringerem gesundheitlichen Risiko eingesetzt werden können.

Eine erste Orientierung bei der Auswahl von Farben, Modelliermassen, Chemikalien, Lösemitteln u. Ä. bieten die Kennzeichnung nach der Gefahrstoffverordnung sowie die Kenn- und Gütezeichen<sup>3</sup>, mit denen zahlreiche Hersteller ihre Produkte versehen.

#### I - 12.1.4 Gefahrstoffverzeichnis

siehe Ziffer I – 3.2.5 Gefahrstoffverzeichnis.

#### I - 12.1.5 Hygiene

siehe Ziffer I - 3.6 Hygienische Maßnahmen.

#### I - 12.1.6 Aufbewahrung

Zu brennbaren flüssigen Kunststoffen und Lösemitteln

siehe Ziffer I - 3.7 Kennzeichnung, Aufbewahrung, Lagerung.

Räume, in denen Gefahrstoffe aufbewahrt werden, sind gegen das Betreten durch Unbefugte zu sichern. Gefahrstoffe sind unter Verschluss, z.B. in Schränken aufzubewahren.

#### I - 12.1.7 Umgangsbeschränkungen für Schüler

siehe Ziffer I – 3.9 Tabelle 4.

#### I - 12.1.8 Das Umfüllen brennbarer Flüssigkeiten muss explosionsgeschützt (in der Schule im Abzug oder im Freien) erfolgen.

<sup>1</sup> Flüssige Kunststoffe, Lösemittel, Kunststoffkomponenten und Hilfsmittel können Haut- und Schleimhautreizungen verursachen, beim Einatmen narkotisieren und toxisch wirken. Sie sind lipophil, d.h. entfetten die Hautoberfläche; sie sind hautresorptiv.

Viele Lösemittel sind schon bei Raumtemperatur entflammbar; es können explosionsfähige Luft-Lösemittel-Gemische entstehen.

<sup>2</sup> Für die sichere Durchführung des Kunstunterrichts sind komplexe Sachverhalte mit naturwissenschaftlichem Hintergrund zu regeln. Es empfiehlt sich daher, die entsprechenden Themen zusammen mit Fachlehrern für Naturwissenschaften oder Technik aufzuarbeiten.

<sup>3</sup> Siehe Ziffer III - 4.1 Sicherheitskennzeichen.

## **TEIL II FACHBEZOGENE HINWEISE SICHERHEITS- UND ENTSORGUNGSRATSCHLÄGE**

### **II - 1 Allgemeine Hinweise für alle Fächer**

#### **II - 1.1 Umgang mit Glasgeräten und Stativen**

II - 1.1.1 Stopfenbohrungen, Schlauchdurchmesser auf Durchmesser der einzuführenden Teile abstimmen. Genormte Teile nach DIN 58 121<sup>1</sup> erfüllen diese Forderung.

#### II - 1.1.2 Glasrohre, Glasgeräte

Scharfe Glaskanten je nach Glasart rund schmelzen oder abschleifen; defekte Glasgeräte in Behälter für Glasbruch ausmustern.

Vor dem Einführen von Thermometern, Glasrohren, Glasstäben u.a. in Stopfen und Schläuche ein Gleitmittel (z.B. Glycerin) benutzen.

Hände mit Lappen oder Tuch gegen mögliche Verletzungen durch Glasbruch schützen. Beim Einführen oder Herausdrehen keine Gewalt anwenden. Mit Glasrohren nicht in Richtung Körper arbeiten.

Festsitzende Glasrohre

Mit Handschuhen arbeiten; zwischen Rohr und Stopfen mit Einwegspritze ein Wasser-Glyceringemisch einbringen. Gegebenenfalls Glasrohr durch Aufschneiden des Gummis ablösen.

#### II - 1.1.3 Unterdruck, Überdruck

Beim Evakuieren von Glasgeräten, bei Unterdruck erzeugenden Lösevorgängen und beim Erzeugen von Überdruck Schutzbrille verwenden, erforderlichenfalls zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen (z.B. Schutzscheibe) treffen.

Dickwandige Glasgefäße benutzen, wenn keine raschen Temperaturveränderungen auftreten.

Bei gleichzeitig auftretenden raschen Temperaturänderungen: Rundkolben oder Flachbodenvakuum-Kolben<sup>2</sup> verwenden.

Dünnwandige Glasgeräte mit flachem Boden und beschädigte, z.B. angeritzte Rundkolben nicht evakuieren.

#### II - 1.1.4 Stative

Auf ausreichende Standfestigkeit von Stativen und Aufbauten achten. Genormte Teile nach DIN 58 123 erfüllen diese Forderungen.<sup>3</sup>

Alle Schraubverbindungen sorgfältig ausführen.

### **II - 1.2 Umgang mit Laborbrennern und anderen Wärmequellen**

#### II - 1.2.1 Ausströmendes Gas

Bei Auftreten von Gasgeruch Haupthahn schließen und Fenster öffnen, erst dann nach der Ursache suchen. Keine Zündquelle, auch keinen elektrischen Schalter betätigen.

---

<sup>1</sup> Bei Neuanschaffungen Geräte nach DIN 58 121 "Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Anschlussmaße für Glasgeräte und Verbindungsteile" verlangen.

<sup>2</sup> z.B. "Flabova"-Kolben

<sup>3</sup> Bei Neuanschaffungen Geräte nach DIN 58 123 "Lehr-, Lern- und Ausbildungsmittel; Stellzeug; Stativstäbe, Muffen, Füße und Tischklemmen" verlangen.

## II - 1.2.2 Gasschlauch

Als Gasschlauch für Erd-, Stadt- und Flüssiggas (z.B. Propan) einen DVGW-geprüften<sup>1</sup> Gasschlauch verwenden. Diese Schläuche tragen einen entsprechenden Aufdruck. Der Durchmesser der Schläuche ist so abgestimmt, dass sie auf die Oliven fest aufzustecken sind.

Der flexible Gasschlauch darf auch zum Anschluss des s an Flüssiggas (z.B. Propan) benutzt werden.

Gasschlauch nach der Arbeit nicht unter Druck lassen. Gaszufuhr am Zwischenabsperrentil und am zentralen Absperrventil abstellen. Nach Unterrichtsende Gasschläuche von den Schlauchtüllen an den Schülerexperimentiertischen abziehen.

Bei Verwendung des Laborbrenners an wenig flexiblem Schlauch (z.B. armierter Sicherheitschlauch bei Propanbrenner) standfesten Brenner wählen. Brenner einspannen oder schlauchlose Brenner benutzen, damit der Brenner nicht unbeabsichtigt verschoben oder gekippt wird oder herunterfallen kann.

## II - 1.2.3 Beim Umgang mit Wärmequellen auf wärmebeständige Unterlage achten, für LötKolben empfiehlt sich ein geeigneter Ständer.

Bei Verwendung offener Flammen darauf achten, dass sich keine leicht entzündlichen Materialien in der Nähe befinden.

Hochentzündliche Flüssigkeiten können durch heiße Gegenstände oder elektrostatische Entladung entzündet werden.

Möglichst keine Spiritus- oder Benzinbrenner verwenden.

Bei Schülerexperimenten mit offenen Flammen auf Brandgefahr (z.B. bei langem Haar, synthetischen Kleidungsstücken) achten.

## II - 1.2.4 Kartuschenbrenner

Gebrauchsanweisungen des Herstellers beachten.

Kartuschenbrenner nicht kippen oder schütteln, da Flüssigkeit aus der Düse strömen kann (Brandfackel). Entzündet sich eine Druckgaskartusche, diese bzw. den Brenner senkrecht stellen, damit die Brandfackel kleiner wird und durch Abdecken gelöscht werden kann.

Nach Gebrauch Ventil des Kartuschenbrenners stets dicht schließen.

Nach dem Unterricht Kartuschenbrenner auf gelockerte Brenneraufsätze und unverschlossene Ventile prüfen. Mit Druckgaskartuschen bestückte Brenner an einem belüfteten Ort über Erdgleiche aufbewahren.

Druckgaskartuschen darf nur der Lehrer oder technische Assistent in einem fensterbelüfteten Raum auswechseln.

## II - 1.2.5 Ölbäder, Sandbäder

Ölbäder, die längere Zeit nicht benutzt wurden, vor Gebrauch vorsichtig und sorgfältig entwässern (Spritzgefahr).

Ölbäder, die durch Lösemittel oder zu stark durch Wasser verunreinigt sind, nicht weiterbenutzen, sondern sachgerecht entsorgen<sup>2</sup>.

Öl- und Sandbäder sicher befestigen, feuchtigkeits- und staubgeschützt aufbewahren.

---

<sup>1</sup> DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., zuständig für technische Sicherheitsregeln für die Gas- und Wasserversorgung

<sup>2</sup> Entsorgung siehe Ziffer III – 15.2 Beseitigungsgruppe B 3.

## II - 1.3 Erhitzen von Stoffen, Destillation

- II - 1.3.1 Beim Erhitzen von Flüssigkeiten zur Vermeidung von Siedeverzug Siedesteine benutzen.  
Spritzgefahr beim Erhitzen z.B. von Laugen, Fehlingscher Lösung und hochviskosen Flüssigkeiten beachten.  
Beim Erhitzen von Flüssigkeiten im Reagenzglas dieses ständig schütteln. Die Öffnung nicht auf Personen richten.
- II - 1.3.2 Für das Destillieren leichtentzündlicher Flüssigkeiten Öl- oder Wasserbad bzw. elektrische Heizhaube verwenden.  
Bei Vakuumdestillation Vorsichtsmaßnahmen treffen (z.B. Siedekapillare benutzen, implosions-sicheren Kolben verwenden, Schutzbrille tragen, Schutzscheibe verwenden).
- II - 1.3.3 Besondere Vorsicht bei brennenden Leichtmetallen: Diese nicht mit Wasser oder Kohlenstoffdioxid löschen, Löschsand verwenden. Blendwirkung beachten.
- II - 1.3.4 Bei Experimenten mit hohen Temperaturen, insbesondere auch bei Dampferzeugung, dafür sorgen, dass keine Verbrühungen auftreten.  
Auf Gefahren bei Experimenten mit tiefen Temperaturen, z.B. mit festem Kohlenstoffdioxid oder flüssigem Stickstoff achten.

## II - 1.4 Elektrische Einrichtungen

Zum Schutz gegen gefährliche Körperströme bei der Verwendung von Schutzkleinspannung als Stromquellen Sicherheitstransformatoren<sup>1</sup> verwenden.  
Andere Transformatoren siehe Ziffer II - 4.5.5.  
Bei Überlastung und Unfällen sofort Not-Aus-Schalter betätigen.  
Zur Ersten Hilfe bei Unfällen durch Elektrizität siehe Ziffer III - 3 Informationen zur Ersten Hilfe.

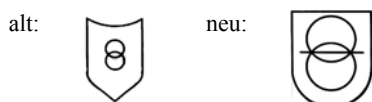
## II - 1.5 Umgang mit Stoffen<sup>2</sup>

Bei Chemikalien Geschmacksprobe und Einwirkung auf die Haut (z.B. Laugen, Salpetersäure) unterlassen.  
Bei Geruchsprobe Gase und Dämpfe zufächeln.  
Konzentrierte Säuren oder Laugen beim Verdünnen ins Wasser gießen, nicht umgekehrt.

## II - 1.6 Spezielle Regelungen für den Umgang mit Quecksilber

Demonstrationsversuche mit Quecksilber außerhalb geschlossener Apparaturen möglichst vermeiden. In jedem Falle über einer Quecksilberwanne arbeiten. Quecksilber nie offen stehen lassen. Verschüttetes Quecksilber sofort und restlos aufnehmen.  
Beseitigung von Quecksilberresten  
siehe Ziffer III – 15.2 Tabelle Beseitigungsgruppen.

<sup>1</sup> Bei Sicherheitstransformatoren nach DIN VDE 0551 sind Primär- und Sekundärwicklung vollständig getrennt. Schutzzeichen auf dem Sicherheitstransformator nach DIN VDE 0551



<sup>2</sup> Spezielle Regelungen für den Umgang mit Gefahrstoffen siehe Ziffer II – 3 Fachbezogene Hinweise Chemie.

## II - 2 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Biologie

### II - 2.1 Umgang mit Tieren

#### II - 2.1.1 Aquarien und Terrarien

Handelsübliche geeignete Elektrogeräte verwenden. Bei Eigenfertigung Elektroinstallation nur von Elektrofachkraft durchführen lassen.

Bei der Verwendung von Transformatoren für Beleuchtung oder Heizung in Aquarien Trenntransformatoren<sup>1</sup> benutzen. Die im Lehrmittelhandel angebotenen Netzgeräte enthalten in der Regel Trenntransformatoren.

Heizlampen sicher befestigen.

Beim Arbeiten in Aquarien elektrische Geräte vom Netz trennen.

#### II - 2.1.2 Hygiene bei der Tierhaltung

Auf die Einhaltung der hygienischen Grundregeln achten: Stellen, die mit dem Tier in Berührung gekommen sind, gründlich waschen, bei Bedarf mit Desinfektionsmittel.

#### II - 2.1.3 Stopfpräparate, Insektensammlungen

Nur einwandfrei desinfizierte Präparate verwenden, z.B. durch Bezug vom Fachhandel. Als Alternative zur Begasung ist die Tiefkühlbehandlung<sup>2</sup> von Präparaten oder Insektensammlungen zur Bekämpfung von Schädlingen (z.B. Museumskäfern oder Milben) empfehlenswert.

#### II - 2.1.4 Tierarten in der Schule

Keine "giftigen" Tiere<sup>3</sup> mitbringen.

In der Schule verwendete Säugetiere aus behördlich kontrollierten Zuchten (z.B. Zoohandel) beziehen.

Nur solche Vögel halten, die entsprechend den geltenden Einfuhrbestimmungen vorbeugend durch einen Tierarzt behandelt wurden und bei denen durch amtstierärztliche Bescheinigung nachgewiesen ist, dass sie frei von Ornithose (Psittakose) sind.

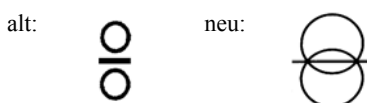
### II - 2.2 Umgang mit Pflanzen und Pilzen

Giftige Pflanzen oder deren Teile (Blätter, Wurzeln, Samen, Früchte) und Giftpilze<sup>4</sup> kenntlich machen. Giftige Pflanzen und Giftpilze nach Art und Anzahl auf den notwendigen Bedarf im Unterricht beschränken.

Nach der Untersuchung von Pflanzen und Pilzen, insbesondere von giftigen Pflanzen und Giftpilzen, Hände waschen. Falls erforderlich, z.B. bei Neigung zu Allergien, geeignete Schutzhandschuhe tragen.

Schüler auf Verletzungs- und Infektionsgefahr beim Arbeiten mit Präparierbesteck oder Mikrotom hinweisen, z.B. Mikroskopieren, Seziersversuche.

<sup>1</sup> Schutzzeichen auf dem Trenntransformator nach DIN VDE 0551



<sup>2</sup> 14-tägige Behandlung bei ca. -20° C führt zur Vernichtung verschiedener Motten- und Käferarten.

<sup>3</sup> Dies betrifft vor allem Schlangen und andere Reptilien sowie Amphibien. Dies trifft auch für die außereuropäischen Arten zu, die in das Washingtoner Artenschutzabkommen einbezogen sind.  
Vgl. Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung).

<sup>4</sup> Tabellen zur Biologie siehe Ziffer III – 1.1 bis 1.3 Giftige Pflanzen, Giftpilze.

## II - 2.3 Umgang mit Mikroorganismen

### II - 2.3.1 Allgemeine Regeln zu Hygiene und Verhalten

- Auf hygienisches Verhalten, Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz achten.
- Im Arbeitsraum nicht essen, trinken, schminken, rauchen oder schnupfen. Nahrungsmittel, auch verpackte, nicht auf den Arbeitstisch legen.
- Vor Eintritt in die Pause Hände mit Seife waschen und ggf. desinfizieren, z.B. mit Sterilium.
- Schleimhäute von Mund, Augen und Nase nicht mit Gegenständen (z.B. Impföse) oder Händen berühren, die durch die Arbeit mit Mikroorganismen kontaminiert sein können.
- Arbeitsgeräte, die mit Mikroorganismen in Berührung gekommen sind, nach Gebrauch sterilisieren (z.B. Impfösen nach jedem Gebrauch in der Flamme ausglühen).
- Pipettieren mit dem Mund ist untersagt. Pipettierhilfe benutzen.
- Aerosolbildung vermeiden (z.B. Pipette nicht ausblasen, auch nicht mit Pipettierhilfe)
- Nach Beendigung der Tätigkeit mit Mikroorganismen den Arbeitsplatz mit geeigneter Desinfektionslösung (z.B. Isopropanol, 70%) desinfizieren. Danach Hände mit Seife waschen und mit Desinfektionsmittel (z.B. Sterilium) desinfizieren.

### II - 2.3.2 Entsorgung

- Bakterien und Pilzkulturen nach Gebrauch durch Autoklavieren wie folgt vernichten: Petrischalen oder Behälter mit Altkulturen in einem Autoklaven bei 121 °C mindestens 20 Minuten lang oder im Dampfdrucktopf bei 116 °C (Schnellkochtopf Stufe 2) mindestens 30 Minuten lang sterilisieren<sup>1</sup>.
- Einwegpetrischalen zum Sterilisieren vorher in einen autoklavierbaren Vernichtungsbeutel (ggf. hoch erhitzbaren Bratenbeutel) legen.
- Das Funktionieren der Autoklaviergeräte (Autoklav oder Dampfdrucktopf) anhand der Bedienungsanleitung überprüfen.
- Das inaktivierte Material nach dem Abkühlen sofort in den Ausguss (Flüssigkeiten) oder in den Müll (Einwegpetrischalen) geben.
- Zur Entsorgung von Kulturen von Mikroorganismen, die in Ausnahmefällen nicht selbst inaktiviert werden können, Abgabe an Krankenhäuser oder Hygieneinstitute vereinbaren.

---

<sup>1</sup> Die erfolgreiche Inaktivierung kann z.B. durch Zugabe von Autoklavierband zum Autoklaviergut sichergestellt werden. Das Autoklavierband ist ein Indikator, der über eine Farbreaktion anzeigt, dass während des Autoklaviervorgangs die gewünschte Druck-/ Temperaturbedingung vorlag; die Farbreaktion gilt als Beleg für den erfolgreichen Verlauf des Autoklaviervorgangs.

## II - 3 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Chemie

### II - 3.1 Sicherheitshinweise für den Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen und Reaktionen

#### II. - 3.1.1. Explosionsgefährliche Stoffe oder Stoffgemische

- Schutzscheiben aufstellen, Schutzbrille tragen.
- Nur mit kleinen Mengen (Größenordnung: Milligramm) arbeiten.
- Jeden Druck auf das Gemisch vermeiden, zum Mischen keine harten Gegenstände (Mörser, Spatel usw.) verwenden, sondern auf Papier durch vorsichtiges Umwenden oder mit Hilfe einer Feder mischen.
- Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag oder Reibung vermeiden. Vor Auslösen der Reaktion Warnhinweis an Schüler geben (z.B.: Zur Vermeidung von Gehörschäden Mund öffnen.).
- Anfallende explosionsgefährliche Stoffe und Stoffgemische nicht aufbewahren, sondern unter größter Vorsicht in geeigneter Weise vernichten.

#### II. - 3.1.2. Gemische aus brennbaren Gasen bzw. Dämpfen mit Luft oder Sauerstoff

- Mit brennbaren Gasen z.B. Wasserstoff, gasförmigen Kohlenwasserstoffen sachgerecht umgehen.
- Schutzbrille tragen, ggf. Schutzscheiben oder Explosionskorb aufstellen.
- Zwischen Gasentwickler und Reaktionsraum geeignete Rückschlagsicherung einbauen (Glasrohr mit Stahlwolle, Quarzwolle, kleine Gaswaschflasche oder Blasenähler).
- Keine Flamme in die Nähe des Gasentwicklers bringen.
- Knallgas- oder Chlorknallgasexplosionen nur mit kleinen Mengen durchführen (Seifenlösung, Reagenzglas).
- "Papprohrversuch" mit Kohlenwasserstoffen und Luft, nicht jedoch mit Sauerstoff durchführen.
- Keine explosionsgefährlichen Gemische von Ethin mit Sauerstoff herstellen; Explosionsgefahr bei Mischungen aus Ethin mit Brom oder Chlor in gasförmiger Phase beachten.

#### II. - 3.1.3. Peroxide

Vor der Destillation von Flüssigkeiten, die durch Lichteinwirkung Peroxide bilden (z.B. Ether, Alkanale, Alkanone, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Tetralin, Tetrahydrofuran, Dioxan), Peroxidtest durchführen. Eisen(II)-sulfat zugeben, nicht völlig abdestillieren, Flüssigkeiten im Dunkeln oder in braunen Flaschen aufbewahren.

Pikrinsäure und Peroxide mit Wasser phlegmatisieren

- Trinitrophenol (Pikrinsäure) mit  $w(\text{Wasser}) > 23\%$
- Cyclohexanonperoxid mit  $w(\text{Wasser}) > 15\%$
- Dibenzoylperoxid mit  $w(\text{Wasser}) > 32\%$

#### II. - 3.1.4. Stoffe, die explosionsartig zerfallen bzw. bei Berührung explodieren:

- Iodstickstoff bei der Reaktion von Iod mit Ammoniak-Lösung
- Mangan(VII)-oxid: Reaktion von Kaliumpermanganat mit konzentrierter Schwefelsäure nicht durchführen, da sie unkontrolliert ablaufen kann.



- Schwermetallacetylide beim Einleiten von Ethin in Schwermetallsalzlösung
- Silberazid beim Ausfällen aus Silbersalzlösungen mit Natriumazid
- Silbernitridbildung aus ammoniakalischer Silbersalzlösung, die längere Zeit aufbewahrt wird.

II. - 3.1.5. Sonstige explosionsgefährliche Mischungen, die besondere Vorsicht beim Umgang erfordern:

- Alkalimetalle mit Halogenkohlenwasserstoffen
- Bleioxid-Mischungen mit Metallen bzw. brennbaren Bestandteilen
- Natriumazid-Mischungen mit Metalloxiden bzw. -sulfiden
- Bleichromat-Mischungen mit oxidierbaren Bestandteilen
- Kaliumpermanganat-Mischungen mit Metallen bzw. brennbaren Bestandteilen
- Mischungen von Eisen(III)-oxid, Mangan(IV)-oxid mit Aluminium (Thermitmischung)
- Phosphor beim Erhitzen im Phosphorlöffel, in dem noch Reste von Schwefel enthalten sind (Bildung von Phosphorsulfiden)
- Mischungen von Kupferoxid mit Aluminium, Magnesium oder Lithium
- Chlorat-, Perchlorat- und Nitrat-Mischungen mit rotem Phosphor, Zucker, Schwefel bzw. mit anderen brennbaren Bestandteilen

## II - 3.2 Hoch- bzw. leichtentzündliche Stoffe

- Beim Arbeiten mit hochentzündlichen Stoffen offene Flammen löschen oder Stoffe in sichere Entfernung bringen (Dämpfe kriechen flüssigkeitsähnlich über größere Entfernungen).
- Bei Experimenten möglichst in geschlossenen Apparaturen arbeiten.
- Beim Erhitzen (z.B. Destillieren) keine offenen Flammen verwenden, entstehende Dämpfe in den Abzug leiten; mit Pilzheizhaube heizen.
- Elektrostatische Aufladung (Entladungsfunke) berücksichtigen.

## II - 3.3 Phosphor, weiß

- Weißen Phosphor unter Wasser aufbewahren und schneiden, Vorratsflasche in entsprechend kleines Blechgefäß stellen. (Bei Bruch des Vorratsgefäßes kann das Sperrwasser nicht ablaufen, der Phosphor ist weiterhin mit Wasser bedeckt.)
- Wasserstand regelmäßig kontrollieren.
- Weißen Phosphor nicht mit Händen berühren (hautresorptiv); ggf. mit viel Wasser spülen.
- Phosphorstücke nicht an der Luft liegen lassen; nicht benötigte Stücke sofort in die Vorratsflasche zurückgeben.
- Weißer Phosphor wird mit der Zeit hart; das führt beim Schneiden leicht zum Verspritzen. Für Experimente kleine Phosphorkugeln verwenden, die durch Schmelzen einer Phosphorstange unter Wasser hergestellt werden.
- Mit weißem Phosphor in Berührung gebrachte Geräte sorgfältig abflammen oder in Kupfersulfat-Lösung stellen.

### II - 3.4 Alkalimetalle

- Vorsicht bei der Reaktion von Natrium und Kalium mit Wasser:
  - Kleine erbsengroße Stücke verwenden. Kruste entfernen. Gegen Ende der Reaktion zerplatzt die geschmolzene Hydroxid-Kugel; Spritzgefahr, Verätzungen.
  - Beim Experimentieren Schutzbrille tragen, Schutzscheibe aufstellen.
  - Vorsicht bei der Umsetzung von Natrium unter Wasser mit dem Sieblöffel: Nur linsengroße Stücke, sorgfältig entrindet, einsetzen, dicht schließenden Sieblöffel (Teesieb) verwenden; besser mit Lithium arbeiten.  
Sieblöffel-Versuch niemals mit Kalium durchführen.
- Reste von Lithium und Natrium, sowie abgetrennte Krusten mit Ethanol (Brennspiritus) umsetzen; längere Reaktionszeit beachten.  
Kaliumreste mit Butan-2-ol umsetzen.  
Reste nicht in den Ausguss oder Abfalleimer werfen, mit Feuchtigkeit droht Selbstentzündung.
- Aufbewahrung der Alkalimetalle unter Paraffinöl, bei Petroleum zeigt sich stärkere Krustenbildung.
- Alkalimetalle reagieren heftig bis explosionsartig mit Halogenkohlenwasserstoffen. Deshalb nicht als Trockenmittel benutzen, stattdessen Molekularsieb.
- Alkalimetallbrände mit Sand löschen.

### II - 3.5 Halogene

- Mit Chlor und Brom möglichst in geschlossener Apparatur arbeiten.
- Für den Handgebrauch wenig Brom in eine kleine Standflasche abfüllen.
- Bei der Herstellung von Chlor z.B. aus Salzsäure und Kaliumpermanganat nur das benötigte Chlorvolumen entwickeln; Ansatz zuvor stöchiometrisch berechnen.
- Überschüssiges Chlor und Brom entsprechend Ziffer III - 15.2, Tabelle der Beseitigungsgruppen, B 9 beseitigen.

## II - 4 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Physik

### II - 4.1 Mechanik

II - 4.1.1 Bei Versuchsaufbauten auf mechanische Stabilität achten.

II - 4.1.2 Beim Experimentieren mit hohen Drucken, gespannten Federn und Drähten oder beim Flaschenzug zur Bewegung großer Massen mögliche Gefährdungen beachten.

Beim Arbeiten mit vermindertem Druck (z.B. Fallröhre, Gasdichtebestimmung, auch Sieden unter vermindertem Druck) Gefahr der Implosion beachten.

II - 4.1.3 Bei Versuchen zum waagrechten oder schiefen Wurf gefahrlose Wurfbahn wählen.

II - 4.1.4 Den Aufbau von Rotationsexperimente besonders sorgfältig planen und ausführen. Falls die Gefahr besteht, dass Massenstücke wegfliegen, Schutzscheibe benutzen.

Rotierende Körper nicht in Augenhöhe anordnen.

Drehschemelversuche mit angezogenen Armen beginnen.

### II - 4.2 Wärmelehre

Beim Erhitzen von Wasser in Druckgefäßen (z.B. im Papinschen Topf) Sicherheitsventile vor dem Experiment prüfen. Mit dem Druck unter der zulässigen Höchstgrenze bleiben.

Dämpfe hoch- oder leichtentzündlicher, nicht wasserlöslicher Flüssigkeiten (z.B. Ether) nicht mit Rotationspumpen absaugen. Beim Absaugen mit Wasserstrahlpumpe Zündquellen in der Nähe vermeiden.

Beim Experimentieren mit dem "Bolzensprenger" und der "Sprengkugel" splittersichere Abdeckung benutzen.

### II - 4.3 Optik

Bei Versuchen mit gefährlicher Strahlung (z.B. Lichtbogen-, Quecksilber-Hochdruck-Lampen, UV-Lampen, Laser, brennendes Magnesium) Blendung und Überreizung der Augen verhindern. Die Versuchsanordnung so aufbauen, dass niemand direkt in den Strahlengang blicken kann. Beim Betrachten von Lichtbögen, Sonnenbeobachtung etc. geeignete Schutzmaßnahmen ergreifen.

Beim Umgang mit Hochdrucklampen Erschütterungen vermeiden (Explosionsgefahr). Herstellerhinweise beachten. Bei Experimenten, in denen die Lichtquelle direkt betrachtet wird, die Leuchtdichte auf ein ungefährliches Maß begrenzen.

### II - 4.4 Elektrizitätslehre

II - 4.4.1 Schaltungsaufbau und –abbau

Zu den Versuchen stets die geeigneten Geräte verwenden, bei Bauteilen (z.B. Widerständen, Schaltern, Experimentierkabeln) die maximale Belastbarkeit, bei Kondensatoren die Nennspannung, bei Messgeräten die Stromart und den Messbereich beachten. Die Versuchsanordnung möglichst übersichtlich aufbauen.

Nach Anlegen der Betriebsspannung Schaltung nicht mehr berühren. Falls ausnahmsweise in die unter Spannung stehende Schaltung hineingegriffen werden muss, hierfür nur eine Hand verwenden, die andere auf den Rücken legen. I. d. R. ist in solchen Fällen vor der Veränderung der Versuchsanordnung die Spannung abzuschalten.

Die Schüler darauf hinweisen, dass Bananenstecker nie in Netzsteckdosen gesteckt werden dürfen.

Nach jedem abgeschlossenen Experiment die Spannung sofort abschalten, Kabelverbindungen zuerst an der Spannungsquelle lösen.

Beim Abräumen von elektrischen Geräten auf eventuell noch bestehende Kabel- oder Netzanschlussverbindungen achten.

#### II - 4.4.2 Elektromagnete

Beim Heben von Lasten mit einem Elektromagneten auf Gefahren durch Stromunterbrechung achten.

#### II - 4.4.3 Kondensatoren

Vorsicht beim Aufladen von Kondensatoren über 60 V Nennspannung; auch Spannungsquellen mit Strombegrenzung auf wenige Milliampere können zu gefährlichen Aufladungen führen.

Kondensatoren vor dem Versuchsabbau entladen.

Bei Elektrolyt-Kondensatoren auf richtige Polung achten, keine zu hohe Spannung anlegen (Zerstörung der Isolierschicht, Explosionsgefahr).

Diese Kondensatoren mit aktivierter Entladevorrichtung aufbewahren.

#### II - 4.4.4 Aufgehobene oder fehlende Schutzerdung

Besondere Vorsicht bei Experimenten, bei denen die Schutzerdung eines Gerätes aus messtechnischen Gründen aufgehoben wurde.

Geräte mit leitender Oberfläche ohne Schutzleiteranschluss (z.B. Oszilloskope mit Metallgehäuse) können in diesen Versuchsanordnungen mit berührbaren leitenden Teilen zu Gefährdungen führen.

Beim Messen von Sekundärspannungen an einem Trenntransformator darauf achten, dass die Sekundärspannung nicht wieder über den Masseanschluss des Messkabels geerdet wird.

#### II - 4.4.5 Transformatoren

Durch Aufbautransformatoren erzeugte Hochspannung ist gefährlich, insbesondere dann, wenn die Primärspannung dem Netz entnommen wird.

Das Vorhandensein eines RCD (FI-Schutzschalter) in der ortsfesten Installation reicht nicht aus, da dieser bei Verwendung eines Transformators zwar im Primärkreis, nicht aber im hier benutzten Sekundärkreis wirksam ist.

Bei Experimenten mit Hochspannung Warnhinweis<sup>1</sup> aufstellen.

Schüler außerhalb des Gefahrenbereichs halten.

#### II - 4.4.6 Dreiphasen-Spannung 400V ("Drehstrom")

Dreiphasen-Spannung 400V nur für den Betrieb von Drehstromgeräten bzw. Drehstromnetzgeräten verwenden.

Experimentiereinrichtungen mit berührbaren Teilen nicht unmittelbar an das Drehstromnetz anschließen, sondern nur mit berührungsungefährlichen Sekundärspannungen durchführen.

<sup>1</sup>

W 08 "Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung"  
nach UVV Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (GUV-V A8 bisher GUV 0.7)



## II - 4.4.7 Akkumulatoren und Batterien

Beim Laden Akkumulatoren so unterbringen, dass die entstehenden Gase durch natürliche oder künstliche Belüftung so verdünnt werden, dass kein explosionsfähiges Gasgemisch entsteht.

Primärbatterien nicht laden (Explosionsgefahr).

In Serie geschaltete Akkumulatoren so laden bzw. verwenden, dass jede Zelle den gleichen Entlade- bzw. Ladezustand besitzt; Zellen gleichen Typs und gleichen Alters verwenden.

Beim Laden von Akkumulatoren Bedienungsanleitung des Herstellers beachten; passende Ladegeräte verwenden.

Überschreitung der zulässigen Ladestromstärke und Ladezeit vermeiden.

Unbrauchbare Batterien (soweit quecksilber- bzw. schwermetallhaltig) sowie Akkumulatoren sachgerecht entsorgen<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Auskunft über die sachgerechte Entsorgung erteilt der Sachkostenträger.

## II - 5 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Technik / Arbeitslehre

### II - 5.1 Holzbearbeitung

#### II - 5.1.1 Umgang mit Holzbearbeitungsmaschinen

Helfer vor Beginn der Arbeiten unterweisen. Dabei das Aufenthaltsverbot in Gefahrenbereichen beachten. Lage und Bedienung der Not-Aus-Schalter erläutern

#### II - 5.1.2 Kleidung

Bei der Durchführung von Arbeiten auf enganliegende Kleidung achten (insbesondere enganliegende Ärmel)

- lange Haare durch Mütze oder Haarnetz sichern
- Ringe, Armbänder, Uhren, Halsketten und -tücher abnehmen
- keine losen Kittel und Schürzen tragen
- bei Arbeiten mit rotierenden Werkzeugen keine Handschuhe benutzen.

#### II - 5.1.3 Persönliche Schutzausrüstung

Persönliche Schutzausrüstung verwenden

- Im Maschinenraum Gehörschutz tragen<sup>1</sup> (z.B. Gehörschutzkapsel, -stöpsel)
- Bei Werkstoffen, die zur Splitterbildung neigen, Augenschutz tragen.

#### II - 5.1.4 Schutz- oder Hilfsvorrichtungen

Die für die Arbeitsgänge erforderlichen Schutz- oder Hilfsvorrichtungen in Maschinennähe aufbewahren (z.B. Schiebestock, Schiebeh Holz, Zuführlade).

Werkstücke müssen bei der Bearbeitung sicher aufliegen und geführt werden oder fest eingespannt sein.

- Die Enden langer Werkstücke durch Auflageböcke, durch Verlängerungstische oder dgl. unterstützen.
- Bei kurzen oder schmalen Werkstücken, Zuführ- oder Einspannungsvorrichtungen, Schiebestöcke oder andere geeignete Hilfsvorrichtungen benutzen.
- Bei zum Rollen oder Kippen neigenden Werkstücken (z.B. Rundhölzer), geeignete Hilfsvorrichtungen (z.B. prismatische Unterlage oder Keilstütze) verwenden.

#### II - 5.1.5 Störungen, Wartungs- oder Reinigungsarbeiten:

Holzbearbeitungsmaschine ausschalten, Stillstand abwarten und gegen unbefugtes Einschalten sichern, z.B. Stecker ziehen.

Splitter, Späne und ähnliche Werkstoffteile nicht aus der Nähe sich bewegender Werkzeuge (z.B. Kreissägeblatt, Hobelmesser) mit der Hand entfernen.

#### II - 5.1.6 Arbeitsstellung an Holzbearbeitungsmaschinen

Arbeitsstellung an der Maschine so wählen, dass eine sichere Werkstückführung möglich ist, anstrengende wie verkrampte Körperhaltung sowie Veränderungen des Standplatzes während der Bearbeitung weitgehend vermeiden.

<sup>1</sup> Bei Kreissägemaschinen z.B. reicht der Schallpegel im Leerlauf von 88 bis 94 dB(A), unter Last von 90 bis 100 dB(A).

Der Körper sollte sich immer außerhalb des Gefahrenbereiches befinden.

Helfer einweisen:

- Standplatz auf der Abnahmeseite der Maschine einnehmen.
- Nicht in den Arbeitsgang eingreifen.
- Nur fertig bearbeitete Werkstücke zur Ablage übernehmen.
- Beobachtern Plätze außerhalb des Gefahrenbereiches und seitlich von der Maschine zuweisen, so dass sie weder den Werkstücktransport noch den Arbeitsgang behindern.
- Gefahrenbereich durch Bodenmarkierung kennzeichnen.

#### II - 5.1.7 Tischkreissäge

Hilfsvorrichtungen der Kreissäge benutzen, wie Schiebestock, -holz, Abweiskeil, Zuführlade.

Hände außerhalb der Schneideebene flach auf das Werkstück auflegen, Finger geschlossen und Daumen anliegend.

Einstellen des Spaltkeils:

- Spaltkeil (in Sägeblattebene waagrecht und senkrecht verstellbar, nicht dicker als die Schnittfugenbreite und nicht dünner als der Grundkörper des benutzten Sägeblattes):
  - Abstand zum Sägeblatt so klein wie möglich einstellen;
  - Höchstabstand waagrecht 8 mm (bei älteren Maschinen 10 mm)
  - Höchsten Punkt des Spaltkeils 2 mm tiefer als die höchste Zahnschneidkante einstellen.
- Spaltkeilhalterung festziehen, Spaltkeil auf festen Sitz prüfen.
- Prüfen, ob sich das Sägeblatt von Hand frei durchdrehen lässt.

#### II - 5.1.8 Bandsäge

Prüfen, dass

- das Sägeblatt bis auf die größtmögliche Schnitthöhe eingestellt ist.
- Tischeinlagen mit der Tischoberfläche bündig sind.  
Ausgeschlagene Tischeinlagen rechtzeitig erneuern.
- Sägeblattführung einstellen:  
ca. 2 mm hinter dem Zahngrund, Rückenrolle ca. 0,5 mm am Sägeblatt; Rückenrolle darf nur beim Schnittvorgang mitlaufen.
- Bei Sägeblattwechsel die Sägezähne nach unten zeigen.

#### II - 5.1.9 Handkreissäge

- Sägeblattverdeckungen auf Beweglichkeit prüfen (d.h. selbsttätiges Öffnen oder Arretierung durch Knopfdruck lösen, bevor das Kreissägeblatt das Werkstück erfasst).
- Spaltkeilabstand und -befestigung überprüfen.
- Kabel zur Vermeidung einer Stolpergefahr ggf. über die Schulter legen.
- Sägeblatt erst beim Ansetzen zum Schneiden freigeben.
- Handkreissäge mit beiden Händen führen.
- Maschine erst nach dem Schließen der beweglichen Schutzeinrichtung und nach Stillstand des Werkzeuges ablegen.

### II - 5.1.10 Stichsäge

- Werkstück bearbeitungsgerecht auflegen.
- Kleinere Werkstücke festspannen bzw. gegen Verschieben sichern, nicht mit der Hand festhalten.
- Maschine erst in Arbeitsstellung bringen, dann einschalten.
- Unterhalb des Werkstückes genügend Raum lassen für den freien Hub des Sägeblattes.
- Sägeblatt und zu bearbeitendes Material aufeinander abstimmen.
- Darauf achten, dass das Sägeblatt stets an der Führungsrolle anliegt und von ihr geführt wird.
- Sägeblatt nicht verkanten.

### II - 5.1.11 Handbohrmaschine

- Für Werkstoff geeigneten Bohrer auswählen.
- Maschine nur von Hand führen, wenn Werkzeuge mit weniger als 12 mm Schneidendurchmesser eingesetzt werden.
- Maschine mit beiden Händen halten, möglichst Bohrstände verwenden.
- Bei Bearbeitung von sprödem Material und bei Arbeiten über Kopf Schutzbrille benutzen.
- Zusatzhandgriff dem Arbeitsgang entsprechend einstellen, feststehende Bohrtiefenanschläge bevorzugen.
- Kleine Werkstücke verdrehsicher einspannen.
- Mit geringer Drehzahl anbohren, Arbeitsdrehzahl in Abhängigkeit von Werkstoff und Bohrerdurchmesser wählen.
- Winkeländerung beim Bohren (Gefährdung durch Bohrerbruch) vermeiden.
- Soweit es der Arbeitsgang ermöglicht, Tisch- oder Ständerbohrmaschine benutzen.

### II - 5.1.12 Abricht-, Dickenhobelmaschine

- Aufspannflächen der Messerwelle säubern.
- Den nicht benutzten Teil der Messerwelle stets verdecken (z.B. Klappenband, Schwenkschutz, Vollverdeckung, Fügeleiste).
- Schneidenüberstand auf Höchstüberstand von 1,1 mm einstellen.
- Nach Messerwechsel Probelauf durchführen.
- Druckschrauben nach Herstelleranweisung anziehen.
- Gängigkeit der Greiferrückschlagsicherung prüfen.
- Handhaltung: Beide Hände auf dem Werkstück aufliegend, Finger geschlossen, Daumen anliegend. Werkstückkanten nicht umfassen.

## II - 5.2 Holzbearbeitung von Hand

### II - 5.2.1 Schleifen

Schleifpapier oder Schleifleinen mit Schleifklotz benutzen.

Minimierung der Schleifstaubbelastung:

- Schleifen auf den notwendigen Umfang begrenzen;
- Werkstücke nicht in Gesichtsnähe bearbeiten; nicht auf den Körper zu schleifen; Schleifstaub nicht beiseite blasen.



- Werkstücke genau zusägen bzw. -feilen, Schleifen nur zur Oberflächenbearbeitung.
- Handschliff nur für Kleinteile und gekrümmte Werkstücke.
- Weichhölzer bevorzugen.
- Das Gesundheitsrisiko beim Schleifen von Harthölzern (Buche, Eiche etc.) ist eindeutig höher; diese Hölzer möglichst nicht schleifen.

#### II - 5.2.2 Feilen und Raspeln

- Feilen und Raspeln nie ohne Griff benutzen (Verletzungsgefahr an der spitzen Angel).
- Keine Werkzeuge mit beschädigtem Heft verwenden.
- Hefte vor Benutzung auf festen Sitz prüfen.
- Lose Hefte mit Holzhammer fest schlagen oder Heft leicht auf festen Untergrund stoßen.
- Werkstücke bei der Bearbeitung möglichst einspannen.
- Werkzeug mit beiden Händen führen.
- Das Gesundheitsrisiko beim Feilen von Harthölzern (Buche, Eiche etc.) ist eindeutig höher; diese Hölzer möglichst nicht feilen.

#### II - 5.2.3 Hobeln

- Werkstück bei der Bearbeitung fest einspannen.
- Hobel mit beiden Händen führen (linke Hand: Hobelnase, rechte Hand: Handschoner).
- Scharfe Hobeisen verwenden.

#### II - 5.2.4 Stemmen

- Geschärfte Stemm- bzw. Stechwerkzeuge einsetzen; ungeschärfte Werkzeuge erfordern hohen Kraftaufwand und erhöhen das Verletzungsrisiko.
- Stech- und Stemmeisen beim Weiterreichen stets an der Klinge anfassen.
- Werkstücke bei der Bearbeitung fest einspannen.
- Hefte der Werkzeuge regelmäßig auf festen Sitz und Beschädigung kontrollieren.

#### II - 5.2.5 Bohren

- Mittelpunkt der Bohrung vorstechen.
- Holzbohrer mit Zentrierspitze benutzen, um ein Verlaufen oder Abgleiten des Bohrers zu vermeiden.
- Kleine Werkstücke fest einspannen.
- Auf Unterlage (z.B. Holzreststück) bohren, um Gefährdungen durch plötzlichen Durchtritt des Bohrers zu verhindern.
- Bohrer nicht verkanten, Bruchgefahr.

#### II - 5.2.6 Sägen

- Geschärfte Säge benutzen.
- Beim Einspannen der Sägeblätter auf richtige Blattspannung achten.
- Werkstücke nahe der Schnittstelle einspannen, um Vibration zu vermeiden.
- Beim Ansetzen der Säge auf sichere Führung (z.B. durch Holzklötz) achten, auf Zug, nicht auf Stoß arbeiten.

- Nach Anschnitt die Hand aus dem Sägebereich nehmen; Gefährdung durch Herausspringen der Säge aus der Schnittfuge.
- Rundhölzer in Schneidlade (z.B. Gehrungslade) sägen.

## II - 5.3 Papierarbeiten

### II - 5.3.1 Papierschneidemaschine

- Mit Papierschneidemaschine arbeiten, die eine Schutzvorrichtung haben, sodass nicht unbeabsichtigt zwischen die Messer gegriffen werden kann. Obermesser darf nicht selbständig herunterfallen (z.B. durch Gegengewicht am Schwenkarm).
- Papierschneidemaschine mit einem Schloss versehen oder in einen gesonderten Raum stellen, damit sie vor unbefugtem Zugriff geschützt ist.

### II - 5.3.2 Schere

- Möglichst Scheren mit abgerundeten Schneideenden (Blätterenden) nutzen, um Stichverletzungen zu vermeiden.
- Für Materialien, die große Kraft zum Schneiden erfordern, Scheren mit kurzen Schneiden- und langen Griffhängen verwenden.

### II - 5.3.3 Messer

- Für Formschnitte oder Schneiden dicker Kartons und Pappen Messer verwenden. Das Messer besonders sorgfältig handhaben.
- Stumpfe Messer, die einen höheren Kraftaufwand zum Schneiden verlangen, nicht verwenden. Messer gut schärfen oder Universal-Teppichmesser (Cutter-Messer) einsetzen.
- Messer so aufbewahren und entsorgen, dass Schnittverletzungen vermieden werden.

## II - 5.4 Metallarbeiten

### II - 5.4.1 Arbeiten mit dem Hammer

- Hammerkopf fest am Stiel befestigen z.B. mit einem Metallkeil. Besser sind glasfaserverstärkte Stiele, die mit dem Hammerkopf fest verbunden sind.<sup>1</sup>
- Hammerstiel verwenden aus besonders festem und unbeschädigtem Material z.B. Hölzer wie Esche oder Hickory, handgerecht und sich nach hinten konisch verdickend.

### II - 5.4.2 Blech schneiden

- Reißnadel und Spitzzirkel so weitergeben, dass der Annehmende nicht in die Spitze hineingreifen kann. Reißnadeln mit zwei Spitzen mit einem Korkelement sichern.
- Griffe von Handblechscheren nicht mit Rohren verlängern. Hebelblechscheren benutzen.
- Bei der Hebelblechscheren nach der Arbeit Handhebel senkrecht nach oben stellen und gegen Herabfallen sichern. Tafelblechscheren schließen und gegen unbefugtes Benutzen sichern.
- An den scharfen Schnittkanten besteht Verletzungsgefahr; Arbeitshandschuhe verwenden.
- Bei Trennvorgängen am Werkstück entstehende Grate und scharfe Kanten beseitigen.

---

<sup>1</sup> Hämmer nach DIN 1041 erfüllen die Sicherheitsanforderungen.

## II - 5.4.3 Bohrmaschine / Drehmaschine

- Bohrer in das Bohrfutter der Maschine sicher einspannen, auf zentrischen Sitz achten.
- Nach Wechsel des Bohrers bzw. Werkstücks Futterschlüssel sofort abziehen.
- Futterschlüssel nicht mit einer Kette o.ä. an der Maschine befestigen, damit es beim Spannvorgang und einem unbeabsichtigten Ingangsetzen der Maschine nicht zu Fingerverletzungen durch die sich aufwickelnde Kette kommt.
- Durchmesser des Bohrers bzw. Drehmeißels, Drehzahl und Werkstoff aufeinander abstimmen.
- Material vor dem Bohren ansenken.
- Beim Bohren lose Werkstücke sicher festspannen.
- Große Bohrungen mit einem kleinen Bohrer vorbohren.
- Bei sprödem Material, bei dem Späne brechen und herumspritzen können (z.B. harte Messinglegierungen) Schutzbrille tragen.
- Nur mit anliegender Kleidung arbeiten; Halstücher und Schals, Armreife und Ringe ablegen; bei langen Haaren Haarschutz tragen.
- Beim Bohren/Drehen keine Arbeitshandschuhe tragen, da diese vom Bohrer/Werkstück erfasst werden können.

## II - 5.4.4 Zusätzliche Anforderungen an Drehmaschinen

- Erforderliche Drehzahl der Arbeitsspindel bezüglich des Materials nicht überschreiten. Faustregel: Je größer der Durchmesser und je härter das Material, desto niedriger die Drehzahl.
- Schneide des Meißels in der Höhe der Rotationsachse des Werkstücks einspannen.
- Mit möglichst geringer Schnittgeschwindigkeit arbeiten. Andernfalls geeignete wassergemischte Kühl-Schmiermittel verwenden. Hierbei Aerosolbildung vermeiden.
- Umlaufende Werkstücke keinesfalls mit der Hand berühren.
- Zum Entfernen von Spänen bei laufender Maschine Spänehaken benutzen.

## II - 5.4.5 Stationäre Schleifmaschine (Schleifbock)

- Schleifscheiben sind stoßempfindlich, deshalb vorsichtig transportieren.
- Klangprobe zur Feststellung der Rissfreiheit durchführen, Drehrichtung beachten; nach dem Aufspannen die Maschine bei abgesperrtem Gefahrenbereich mindestens fünf Minuten mit voller Betriebsgeschwindigkeit laufen lassen.
- Verstellbare Werkstückauflage so einstellen, dass ein Werkstück weniger als 3 mm an der Scheibe liegt.
- Beim Arbeiten Schutzbrille tragen, bei langen Haaren einen Haarschutz benutzen.
- Werkstück nur mit mäßigem Druck an die Scheibe halten.
- Werkstücke nach dem Schleifen mit Hilfe eines Abziehsteines vom feinen Grat befreien.

## II - 5.4.6 Oberflächenbeschichtung

- Beim Säubern des Werkstücks mit Lösemittel Gefahrenhinweise (R- und S-Sätze) beachten. Siehe Ziffer III - 4.6 Übersicht über gebräuchliche Lösemittelgemische.
- In einem Werkraum mit guter Querlüftung oder im Freien arbeiten. Schutzhandschuhe aus Nitrilgummi verwenden.
- Verunreinigte Lösemittel sachgerecht sammeln und entsorgen.
- Mit Lacksystemen auf Wasserbasis arbeiten.

## II - 5.5 Elektronische Schaltungen auf Platinen

### II - 5.5.1 Ätzen

- Beim Arbeiten mit dem Entwickler Schutzbrille und Schutzhandschuhe (z.B. PVC, PE) tragen.
- Für gute Belüftung sorgen.
- Verbrauchte Entwickler / Ätzbad sachgerecht entsorgen.
- Keine Epoxidharz-Platten zum Fräsen verwenden (besser Pertinax).

### II - 5.5.2 Weichlöten

- Zu Belüftung und Verwendungsverboten siehe Ziffer I - 10.4.4 Lötarbeiten.
- Auf die Verwendung von Lötwasser (Salzsäure) verzichten.
- Berührungen der heißen Lötkolbenspitze mit dem Zuleitungskabel vermeiden. Möglichst LötKolben mit Silikonkabel einsetzen oder Lötstationen mit 12 Volt Ausgangsspannung verwenden.
- Nach der Arbeit Hände waschen.
- Nachbearbeitung Platinen:  
Überstehende Drahtstücke nach dem Einlöten der Bauteile mit Abisolierzange so abschneiden, dass die Drahtstücke nicht als Geschoss durch die Luft fliegen.

## II - 5.6 Kunststoffe

### II - 5.6.1 Aufbewahrung

- Kunststoffkomponenten, Hilfsmittel und Lösemittel in Originalverpackungen aufbewahren.
- Reste von abgefüllten Komponenten nicht in die Originalgebinde zurückgießen.
- Für gute Belüftung sorgen, Sonneneinstrahlung vermeiden.
- Für Gefahrstoffe Sicherheitsdatenblätter vom Hersteller anfordern und zugänglich aufbewahren.

### II - 5.6.2 Verarbeitung durch Polieren, Schleifen, Schmelzschnitten

- Staubentwicklung so gering wie möglich halten, z.B. durch Nassbearbeitung.
- Bei der maschinellen Bearbeitung entstehende Stäube absaugen, bei manueller Bearbeitung Fensterlüftung.
- Schmelzschnitten am gut belüfteten Arbeitsplatz (Verbrennungs- bzw. Pyrolyseprodukte der geschnittenen Werkstoffe können gesundheitsschädlich sein).

### II - 5.6.3 Warmverformen

- Höhere Temperaturen vermeiden. Bei der Verarbeitung von PVC über 170 °C entstehen u.a. Chlorwasserstoff und Vinylchlorid.
- Wenn nicht mit handelsüblichen Geräten gearbeitet wird, Versuchsaufbau standsicher ausführen. Unbeabsichtigtes Berühren der Heizquelle durch geeignete Maßnahmen ausschließen.

### II - 5.6.4 Verkleben

- Sicherheitshinweise und Herstellerhinweise zu Klebstoffen beachten.  
Siehe Ziffer III – 4.3 Tabelle Klebstoffe.
- Bei großflächiger Anwendung von Klebstoffen für ausreichende Lüftung sorgen.

- Auf sicheren Umgang mit Schmelzklebstoffen hinweisen: Verletzungen durch Schmelzklebstoffe sind schmerzhaft und verursachen schlecht heilende, tiefgreifende Verbrennungen. Bei der Verarbeitungstemperatur von mehr als 180° C haftet der Klebstoff sofort auf der Haut und lässt sich nicht abwischen.
- Unter fließendem Wasser kühlen.  
Siehe Ziffer III – 3.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

#### II - 5.6.5 Verschäumen mit Polyurethankunststoffen (PU)

- Montageschaum aus Druckgaskartuschen verwenden, da diese das geringste Sicherheitsrisiko aufweisen.
- Polyol-Toluylendiisocyanat (TDI) und Polyol-Hexamethylendiisocyanat(HDI)-Mischungen nicht mehr einsetzen; sie sind giftig, sensibilisierend und haben einen hohen Dampfdruck. Möglichst Polyurethan-Schäume auf der Basis von Diphenylmethandiisocyanat (MDI) verwenden.
- In gut gelüfteten Räumen verarbeiten.
- Gefahr von allergischen Reaktionen beachten, Hautkontakt vermeiden.
- Bei Arbeiten mit PU-Harzen Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.

#### II - 5.6.6 Silikone

- Für Quellversuche nur Waschbenzin oder Petrolether (keinen Ottokraftstoff) verwenden.
- Schutzhandschuhe tragen. (Härter für Silikone können Haut und Augen reizen. Allergische Hautreaktionen sind möglich.)

#### II - 5.6.7 Glasfaserverstärkte Kunststoffe - Ungesättigte Polyesterharze (UP)

- Sicherheits- bzw. Herstellerhinweise beachten.
- Großflächig im Freien oder in gut gelüfteten Räumen verarbeiten<sup>1</sup>.
- In das Harz erst Beschleuniger (Schwermetallsalze, Amine) sorgfältig einrühren, dann Härter (Peroxide) zugeben. Härter und Beschleuniger niemals direkt miteinander vermischen (Explosionsgefahr). Vorbeschleunigte Harze bzw. Cobaltnaphthenat als Beschleuniger und MEKP-Härter (Methylethylketonperoxid) bevorzugen.
- Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.

#### II - 5.6.8 Epoxidharze

Auf Epoxidharze mit Ausnahme der Klebstoffe aufgrund der sensibilisierenden Wirkung und des Epichlorhydrinanteils im Unterricht möglichst verzichten.

#### II - 5.6.9 Entsorgung von Resten und Abfällen

Unverbrauchte flüssige Kunststoffkomponenten zu Kunststoffen reagieren lassen, z.B. Beschleuniger und Härter einrühren. Auf diese Weise lassen sich auch geringe Mengen von Beschleuniger- und Härterresten beseitigen.

Sind Reste aus der Kunststoffverarbeitung nicht mehr zu verarbeiten, dann geben die Sicherheitsdatenblätter bzw. die Sachkostenträger der Schule über die Abfallbeseitigung Auskunft.

#### II - 5.6.10 Reinigung

Verunreinigte Haut nicht mit Lösemitteln (z.B. Aceton) säubern, hautschonende Handreinigungsmittel verwenden.

Werkzeuge und Geräte lassen sich i.d.R. gut mit Aceton reinigen. Auf ausreichende Lüftung achten.

---

<sup>1</sup> UP-Harze enthalten bis zu 30 % Styrol

## II - 6 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Hauswirtschaft

### II - 6.1 Lebensmittelverarbeitung

#### II - 6.1.1

##### Zweckmäßige Bekleidung

Latzschürze aus Baumwolle, nach Möglichkeit auch Kopfbedeckung (Tuch, Schiffchen) tragen.

Oberbekleidung aus leicht entflammbarem Material (z.B. synthetisches Gewebe) ist für Gas-Kochstellen wenig geeignet.

#### II - 6.1.2

##### Verhaltensregeln

- Mäntel, Jacken und Schultaschen nicht auf Arbeitsplätze legen.
- Handschmuck und Armbanduhren abnehmen.
- Hände und Fingernägel mit Bürste und Seife zu Beginn der Küchenarbeit gründlich reinigen, Händewaschen zwischen den Arbeitsgängen, vor und nach den Pausen, nach Aufräumarbeiten.
- Seifenspender und Einmalhandtücher benutzen.
- Lange Haare zurückbinden.
- Nicht auf Lebensmittel und Arbeitsplätze husten und niesen; saubere Probierlöffel bzw. Probiersteller benutzen.
- Handverletzungen, auch kleinere, mit wasserdichtem Material abdecken (Heftpflaster, Fingerlinge).
- Arbeitsgänge nacheinander erledigen, zwischen den Arbeitsgängen Arbeitsplatz und Hände reinigen.

#### II - 6.1.3

##### Abklatschversuche

- Keine Abklatschversuche auf Nährböden vorführen, um die Notwendigkeit von Maßnahmen der Personenhigiene zu demonstrieren.
- Keine Schimmelpilze zur Demonstration züchten, z.B. auf Brot.

Siehe Ziffer I – 9.4 Mikrobiologische Arbeiten.

#### II - 6.1.4

##### Salmonellen

Geflügelfleisch, Eier, Fleisch, Fische, Krusten-, Schalen- und Weichtiere, Rohmilch sowie Erzeugnisse aus diesen Produkten, die ungenügend gekühlt oder heißgehalten bzw. erhitzt werden, können Salmonellen enthalten und damit Infektionsquellen darstellen.

Die Infektionsgefahr durch Salmonellen besteht insbesondere bei Auftauflüssigkeiten von gefrorenem Geflügel und Fleisch: Überträger sind Hände, Arbeitsflächen und Schneidbretter.

Benutzte Geräte (z.B. Schneidbretter) erst mit kaltem, dann heißem Wasser und Spülmittel reinigen und trocknen lassen.

Nach Arbeitsgängen mit Eiern und Geflügel Hände waschen.

#### II - 6.1.5

##### Verarbeiten tierischer Lebensmittel

- Kühlkette nicht länger als zwei Stunden unterbrechen.
- Hackfleisch noch am Tage des Einkaufs verarbeiten und verzehren
- Speisen, die mit Rohei zubereitet und nicht genügend gegart werden, aus dem Unterrichtsprogramm streichen. Dazu gehören: Omeletts, mit Eigelb legierte Saucen, Speisen mit Eischnee, Cremes mit rohen Eiern, Tiramisu, selbstgemachte Mayonnaise und weich (unter 6 Minuten) gekochte Eier. Dies gilt nicht für berufsbezogene Lerninhalte.

- Auf die Verwendung von Tiefkühlgeflügel und Rohmilch („Ab-Hof-Milch“) im Unterricht verzichten.
- Kuchenteig nach Roheizugabe nicht mehr kosten.
- Frische Lebensmittel tierischer Herkunft immer im Kühlschrank aufbewahren (5 bis 8° C), getrennt von anderen, besonders von vorgegarten Lebensmitteln.
- Fleisch, Geflügel, Frikadellen gut durchgaren; 70 °C Kerntemperatur (durch Bratenthermometer prüfen) müssen im Inneren erreicht werden. Es darf kein roter Fleischsaft mehr austreten.
- Reste von gegartem Fisch, von Instantprodukten mit Eigehalt (Backmischung, Tortenfüllung) und von Panade nicht aufheben.
- Kartoffelsalat mit Mayonnaise oder mit rohen Zwiebeln am gleichen Tag verzehren.
- Salate und Gemüse getrennt von Eiern, Fleisch und Fisch zubereiten.
- Potenziell keimhaltige rohe Lebensmittel nicht mit Lebensmitteln in Berührung bringen, die bereits gegart sind.

#### II - 6.1.6 Schneiden mit Kochmessern

- Messer mit einem Griff benutzen, von dem man nicht auf die Klinge abrutschen kann.
- Nur scharfe Messer verwenden.
- Nicht ohne Unterlage schneiden; Messer fortlaufend im Kontakt zum Schneidbrett halten. Ansonsten vom Körper weg schneiden.
- Messer nicht mit fettigen oder nassen Händen benutzen.
- Messer nicht im Schnittgut liegen lassen.
- Fallenden Messern nicht nachgreifen.

#### II - 6.1.7 Schneidbrett

Schneidbretter aus spülmaschinenfestem Kunststoff benutzen.

#### II - 6.1.8 Arbeiten an Kochstellen

- Beim Arbeiten an Gaskochstellen für ausreichende Lüftung sorgen.
- Kochtöpfe und Pfannen mit Topfhandschuhen anfassen; aus Sicherheitsgründen keine Topflappen benutzen.
- Beim Öffnen des Topfdeckels, beim Abgießen und Umfüllen heißer Speisen und beim Braten in der Pfanne Deckel zum Benutzer hinziehen.
- Wird der Deckel nur aufgeklappt (Umrühren, Kontrolle), darauf achten, dass das heiße Kondenswasser in den Topf zurückfließt.
- Beim Umfüllen heißer Flüssigkeiten vom Körper weg gießen.
- Pfannenstiele nicht über den Herd hinausragen lassen.
- Beim Braten von der Pfanne Abstand halten, besser Siebabdeckung verwenden.
- Kein Wasser ins heiße Bratfett geben, Bratgut nicht nass einfüllen.
- Fettbrand in der Pfanne mit Deckel ersticken; nie mit Wasser löschen.

## II - 6.1.9 Dampfgeräten

Nur sicherheitsgeprüfte Dampfdrucktöpfe (z.B. GS-Zeichen) verwenden mit

- zwei voneinander unabhängigen Sicherheitseinrichtungen (Ventile)
- Bajonettverschluss an Topf und Deckel
- Doppelgriff parallel an Deckel und Topf mit integrierter Schließeicherung.

Dampfdrucktöpfe nur bis zur vorgeschriebenen Marke befüllen, bei quellenden Gerichten nie mehr als zu zwei Dritteln, bei Knollenfrüchten höchstens zu drei Vierteln des Topfes.

Dampfdrucktopf nicht gewaltsam öffnen (explosionsartiger Austritt des heißen Kochgutes); erst abkühlen lassen. Schnellabkühlung (Druckabbau) ist unter fließend kaltem Wasser möglich.

## II - 6.1.10 Frittiergeräte

Nur Frittiergeräte nach DIN<sup>1</sup> benutzen mit

- Regelthermostat bis max. 200 °C (Temperaturbegrenzer)
- Spritzschutzdeckel (auch zum Ersticken eines Fettbrandes)
- Fett- und Geruchsfilter
- geeignet gestalteten Griffen an den Frittierkörben
- Haltevorrichtungen, die die Frittierkörbe in ausgehobener Stellung sicher halten (Siebhebemechanik)
- Sieb zur Fettreinigung.

## II - 6.1.11 Arbeiten mit Fettbädern

- Frittiergerät während des Betriebes nie unbeaufsichtigt lassen.
- Arbeitskleidung (Latzschürze, geschlossene Schuhe, Kochhandschuhe) benutzen.
- Elektrische Zuleitungen so führen, dass niemand hängen bleiben bzw. stolpern kann.
- Frittiergerät in ausreichendem Abstand zur Wasserzapfstelle standsicher aufstellen.
- Friteuse mit heißem Fett nicht transportieren.
- Als Frittierfett wasser- und eiweißfreie Fettarten (Kokosfett, Schweineschmalz) einsetzen. Fettarten nicht mischen, da sie verschiedene Rauchtemperaturen haben (zwischen 150 °C und 240 °C).
- Frittiergut gut abgetrocknet bzw. frei von Mehl in einem Einsatz oder Schaumlöffel ins heiße (180 bis 200 °C) Fettbad geben.
- Nach einmaligem Gebrauch Fett in erwärmtem Zustand filtern, nach zwei- bis dreimaligem Gebrauch erneuern.

## II - 6.1.12 Garen in der Mikrowelle

Die Geräte sind entsprechend den Sicherheitsanforderungen (doppelte Türsicherung, minimaler Leckstrahlenausstritt) gekennzeichnet<sup>2</sup>.

Angegebene Garzeiten nicht unterschreiten, damit evtl. vorhandene Mikroorganismen, bei Geflügel insbesondere Salmonellen, abgetötet werden.

Beachten, dass das Geschirr sich bei kochend heißem Inhalt kühl anfühlen kann.

Wegen der Gefahr des Siedeverzugs keine Flüssigkeiten bis zum Sieden erhitzen.

<sup>1</sup> DIN 18856, DIN 3362/63, VDE 0720

<sup>2</sup> Siehe Ziffer III - 4.1 Sicherheitskennzeichen.



Ältere Geräte mit Gefahr von Leckstrahlung<sup>1</sup> (verbeulte Türen, defekte Türdichtungen) nicht mehr verwenden.

## II - 6.2 Textilverarbeitung

### II - 6.2.1

Verhaltensregeln

- Verkehrswege frei halten z.B. von Schultaschen.
- Scheren und anderes Werkzeug so ablegen, dass sie nicht herunterfallen können.
- Stoff- und Garnreste nicht auf dem Boden liegen lassen.
- Schranktüren und Schübe nicht offen stehen lassen.
- Lose Kittel, Schals, Bänder, Schleifen u. Ä. ablegen.
- Lange Haare zurückbinden.

### II - 6.2.2

Nähmaschine

- Darauf achten, dass der Fadengeber, der Antriebsriemen und das Handrad oberhalb der Tischplatte und zwischen Motor und Handrad vollständig verkleidet sind.
- Bei Handrädern, die als Speichenrad konstruiert sind, Durchgreifen vermeiden. Beim Neukauf speichenfreie Handräder wählen.
- Darauf achten, dass sich das Maschinenoberteil vollständig umlegen lässt und dass es nicht von selbst zurückfallen kann (Arretierung).

### II - 6.2.3

Umgang mit der Nähmaschine

- Beim Nähen Stoff so halten, dass die Finger dem Gefahrenbereich zwischen Nadel und Nähfuß nicht zu nahe kommen.
- Zum Steppen von Jeansstoff / Segeltuch Jeansnadeln, d.h. nicht splitternde Nadeln einsetzen.
- Beim Wechseln von Nadel, Faden und Spule Maschine abschalten.
- Zum Anheben / Absenken des Maschinenkopfes bis zur Arretierung beide Hände benutzen.
- Nach Beendigung der Arbeit Maschine ausschalten bzw. Netzstecker ziehen.

### II - 6.2.4

Scheren

- Möglichst Scheren mit abgerundeten Schneideenden (Blätterenden) benutzen, um Stichverletzungen zu vermeiden.
- Für Materialien, die große Kraft zum Schneiden erfordern, Scheren mit kurzen Schneiden und langen Griffhängen verwenden.
- Beim Zuschneiden Schere auf den Tisch auflegen.
- Vom Körper weg schneiden.

### II - 6.2.5

Dampfbügeleisen

- Tank nur unter Aufsicht nachfüllen (Verbrühungsgefahr).
- Nicht zu schwere Eisen wählen (ca. 1 kg).
- Bügeleisen mit Temperaturbegrenzer wählen.
- Nicht brennbare, stabile Abstellmöglichkeit benutzen.

Bei Verbrennung und Verbrühung

siehe Ziffer III - 3.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

---

<sup>1</sup> Die Einwirkung energiereicher Mikrowellen gefährdet insbesondere weniger gut durchblutete Organe mit schlechter Wärmeabführung, z. B. die Augenlinsen.

## **II - 7 Fachbezogene Hinweise und Ratschläge – Bildende Kunst**

### **II - 7.1 Stäube und Pigmente**

Natürliche anorganische Pigmente wie z.B. Ocker, Grünerde, Terra di Siena und Graphit sind keine Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung.

Staubbildung bei der Durchführung von Arbeiten vermeiden. Pigmente in pastöser Form anwenden.

Zur Vermeidung von Hauterkrankungen (Zementekzeme, Maurerkrätze) chromatarmen Zement (wasserlöslicher Chromatgehalt < 2 mg/kg) verwenden.

### **II - 7.2 Stifte und Kreiden**

#### **II - 7.2.1 Filz-, Faserschreiber und Textmarker**

Lösemittelfreie Schreiber bevorzugen. Ausnahme bei deckendem Farbauftrag (z.B. bei Silber- oder Goldschreibern). Diese Schreiber enthalten die gleichen Lösemittel wie Lackfarben.

Nur xylol- und toluolfreie Filzschreiber im Unterricht einsetzen.

#### **II - 7.2.2 Bleistifte, Buntstifte, farbige Kreiden und Wachsstifte**

Veranlassen, dass lackierte Holzfassungen von Blei- oder Buntstiften nicht in den Mund genommen werden (Farben können schwermetallhaltige Verbindungen enthalten).

Pastellkreide-Zeichnungen werden häufig mit Fixativen behandelt.

Beim Versprühen von Fixativ können explosionsfähige Lösemitteldampf-Luft-Gemische entstehen; Zündquellen (z.B. offene Flamme, Schaltfunken, heiße Oberfläche) vermeiden.

Beim Versprühen von Fixativen auf ausreichende Lüftung des Arbeitsraumes achten.

Größere Bilder im Freien bearbeiten.

Zum Konservieren von großflächigen Kreidemalereien (z.B. Pflastermalerei) möglichst Putzfester (Grundanstrichstoffe, Tiefengründe) auf Wasserbasis einsetzen, Farbnebel vermeiden.

Lösemittelhaltige Tiefengründe sollen aromatenfrei sein.

### **II - 7.3 Farben und Lacke**

#### **II - 7.3.1. Dekorationsmal Farben / Acrylfarben**

Mal Farben, z.B. Acrylfarben auf wässriger Basis, lösemittelhaltigen Farben vorziehen. Solche Farben bei Spritz- und Airbrush-Techniken einsetzen.

#### **II - 7.3.2. Ölfarben**

Gegenstände, die mit Ölfarben behandelt sind, nicht schleifen oder verbrennen, da Spuren von Schwermetallpigmenten wie Cadmium, Cobalt und Chrom enthalten sein können.

Durch Ölfarben verschmutzte Hände mit Papier vorreinigen. Hautverträgliche Handreinigungsmittel einsetzen. Nicht mit Terpentinersatz oder anderen Lösemitteln reinigen.

#### **II - 7.3.3. Tuschen / Tinten**

Tuschen und Tinten sind wässrige Lösungen oder Emulsionen von Pigmenten oder Farbstoffen. Sie können Konservierungsstoffe, z.B. Formaldehyd enthalten.

#### **II - 7.3.4. Lacke**

Bei der farbigen Gestaltung von Gebrauchsgegenständen und Objektkunst möglichst wasserbasierte Lacke verwenden, die nur geringe Lösemittelanteile enthalten.

**II - 7.3.5. Stoffmalfarben / Stoffdruckfarben**

Stoffmalfarben und Stoffdruckfarben für Sieb- und Hochdruck sind in der Regel bügelfixierbare Farben auf Wasserbasis, z.B. wässrige Kunstharzdispersion mit anorganischen oder organischen Pigmenten. Sie können als Konservierungsmittel Isothiazolinon < 0,01 % enthalten.

Beim Bügeln zur Fixierung des Farbstoffes auf ausreichende Lüftung achten.

**II - 7.3.6. Seidenmalfarben**

Seidenmalfarben sind wässrige Zubereitungen von Kunstharzen und Diolen. Sie können als Konservierungsmittel Isothiazolinon < 0,01 % enthalten.

Beim Fixieren der Seidenmalfarben durch Bügeln auf ausreichende Lüftung achten.

**II - 7.4 Klebstoffe**

Kleber auf Wasserbasis verwenden wie Methylcellulose (Tapetenkleister).

Augen- und Hautkontakt bei Klebern wie Cyanacrylatklebstoffen (Sekundenkleber) vermeiden.

Hinweise zu Klebern  
siehe Ziffer III - 4.3 Tabelle Klebstoffe.

**II - 7.5 Schmelzbare Stoffe****II - 7.5.1. Gießen mit Wachs**

Wachs nicht auf offener Flamme, sondern im Wasserbad erhitzen, da Wachsschmelzen leicht entzündlich sind.

Beim Umgang mit Wachsschmelzen Brandverletzung durch Hautkontakt vermeiden. Wachs nur in Gefäßen schmelzen, die sicher mit der Hand gehalten werden können.

Passenden Deckel bereithalten, um Brände sofort ersticken zu können. Auf keinen Fall mit Wasser löschen. Das Wasser verdampft schlagartig, das heiße oder brennende Wachs spritzt umher.

Wachsschmelzen nur in trockene Formen gießen. Beim Ausschmelzen von Wachs aus Gussformen zu hohe Temperaturen vermeiden, da es zu Stichflammen und zu Verpuffung kommen kann.

Bei Verbrennungen Brandwunde sofort unter fließendem kaltem Wasser lange kühlen.  
Siehe Ziffer III - 3.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

**II - 7.5.2. Gießen mit Metallen**

Zierzinn, Lötzinn, Woodsches Metall (Legierung aus Blei, Wismut, Cadmium und Zinn) aufgrund des Blei- bzw. Cadmiumgehaltes nicht verwenden.

Blei ist fortpflanzungsgefährdend R<sub>F</sub> 3 und entwicklungsschädigend (fruchtschädigend) R<sub>E</sub> 1, Cadmium krebserzeugend K 2.

Für Zinnlegierungen Stahltiegel, für Messing und Bronze keramische Tiegel verwenden.

Für den Transport betriebssichere, feuerfeste Greif- und Haltevorrichtung für die mit dem Schmelzgut gefüllten Tiegel benutzen, die auch ein sicheres Ausgießen erlaubt.

Metallguss nicht in Formen aus feuchten, wasserhaltigen Formstoffen einfüllen.

für den Zinn-guss: Gipsformen (im Backofen getrocknet), Silikonformen oder Formen aus Kork verwenden.

für den Messing- oder Bronzeguss: Schmelze in Formsand gießen.

Beim Gießen Arbeitshandschuhe, Schutzbrille und geschlossenes Schuhwerk tragen, keine Oberbekleidung aus Kunstfasern tragen (Kunstfasern verschmelzen durch Metallspritzer mit der Haut).

Bei Brandverletzungen  
siehe Ziffer III - 3.1 Verhalten bei Unfällen im Unterricht.

Beim Umgang mit Blei, Bleilegerungen oder deren Schmelzen verhindern, dass Blei in den menschlichen Organismus durch Inhalation oder Resorption aufgenommen wird.

Umgangsbeschränkung für werdende Mütter und gebärfähige Frauen  
siehe Ziffer I - 3.10 und III - 17.1 Verordnung zum Schutze der Mütter am Arbeitsplatz.

Für Schuldruckereien, die noch den Bleisatz praktizieren, gelten ebenfalls die Umgangsbeschränkungen für Blei.

Bei Linotype-Maschinen, Gießen von Stereos, Matern u. Ä. entstehende Bleidämpfe absaugen.  
Rauchende Bleischmelze vermeiden.

## **II - 7.6 Keramik und Bildhauerei**

### **II - 7.6.1. Glasuren**

Glasuren können gesundheitsgefährdende Substanzen (z.B. Barium-, Cadmium-, Selenverbindungen) enthalten. Solche Substanzen sind für Ess- und Trinkgeschirre ungeeignet.

Beim Einkauf entsprechende Hinweise (Sicherheitsdatenblätter, Betriebsanweisungen) beachten, vorzugsweise Ersatzstoffe beschaffen.

### **II - 7.6.2. Glattbrand**

Beim Glattbrand Werkstücke im Brennofen so aufstellen, dass beim Ausräumen keine Verletzungsgefahr besteht.

Bei Nacharbeiten schnittfeste Handschuhe tragen.

### **II - 7.6.3. Bildhauerei**

Bei der Holz- oder Steinbildhauerei entstehen durch Abschlagen, Sägen, Bohren, Fräsen oder Schleifen Splitter und Stäube.

Schutzbrille und Schutzhandschuhe benutzen.

Stäube durch Lüftung vermindern, insbesondere die Entwicklung von Quarz-Stäuben (Entstehung von Silikose).

Bildhauerische Gestaltung von Gasbeton wegen der starken Staubentwicklung im Freien ausführen.

Arbeiten mit asbesthaltigem Material (z. B. asbesthaltigem Speckstein) ist unzulässig.

Holzbearbeitung

siehe Ziffer I - 10.2 Holzbearbeitung.

## **II - 7.7 Einzelne Verfahren und Anwendungsarten**

### **II - 7.7.1 Druckplatten**

Ätztechniken zur Herstellung und Bearbeitung von Druckplatten mittels Säuren und Laugen mit der notwendigen Sorgfalt (Schutzbrille, Schutzhandschuhe) anwenden. Säuren und Laugen sachgemäß entsorgen.

Siehe Ziffer I – 3 Umgang mit gefährlichen Stoffen,  
siehe Ziffer III - 13.3 Liste der gefährlichen Stoffe.

### **II - 7.7.2 Ölmalerei**

Statt „klassischer Ölfarben“ mit Acrylfarben oder wasserverdünnbaren Farben arbeiten.

Wegen der Gefahr der Selbstentzündung Leinöl-Lappen in geschlossenem Metallbehälter oder unter Wasser aufbewahren.

## II - 7.7.3 Sprühverfahren

Beim Farbsprühen in Innenräumen auf ausreichende Lüftung (Querlüftung) achten.

Beim Einsatz eines Kompressors bei Airbrush-Verfahren den Druckbehälter und Sicherheitsventile regelmäßig prüfen.

Nur zugelassene Druckbehälter verwenden.

Beim Auftragen von Glasuren mit einer Spritzpistole in einem Raum mit ausreichender Lüftung, z.B. wirksame Querlüftung durch Fenster und Türen, arbeiten<sup>1</sup>.

## II - 7.7.4 Aleatorische Verfahren und Druckgrafik

Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge der Lösemittel<sup>2</sup> bei aleatorischen Verfahren, beim Marmorieren und bei der Decalcomanie beachten (z.B. bei leichtentzündlichen Lösemitteln Zündquellen entfernen).

Wasserlösliche Siebdruckfarben oder mit Wasser verdünnte Fingerfarben für Siebdrucke verwenden. Siebdruckverfahren mit lösemittelhaltigen Farben sind für den Unterricht ungeeignet.

## II - 7.7.5 Modellieren und Bozzetti

Bei Zubereitungen von Modelliermassen aus verderblichen Naturstoffen auf keimtötende Zusätze achten.

Keine Vexierspeisen (Bozzetti) aus ungenießbaren oder gesundheitsschädlichen Substanzen modellieren.

## II - 7.7.6 Arbeiten mit Ton

Bei Beschaffung von Ton, Farbpigmenten und Schamotte auf Gefahrenhinweise der Hersteller achten. Produkte mit dem geringsten Gefährdungspotenzial beschaffen.

Glasuren können Gefahrstoffe wie z.B. Barium-, Cadmium- und Selenverbindungen enthalten. Markenglasuren haben Hinweise auf Schwermetallverbindungen, wenn diese enthalten sind.

Beim Einrühren von pulverförmigen gesundheitsgefährdenden Glasuren in Wasser Staubbildung vermeiden bzw. Glasuren in pastöser Konsistenz bevorzugen.

Beim Auftragen von Glasuren mit einer Spritzpistole in einem Raum mit ausreichender Lüftung, z.B. Querlüftung arbeiten.

Essgeschirre und Trinkgefäße dürfen nicht mit Glasuren versehen werden, in denen Schwermetalle enthalten sind.

Schutzhandschuhe und Schutzbrille benutzen.

Bei mechanischer Nacharbeit schnittfeste Handschuhe tragen, da Glasurenüberstände und gebrannter Ton scharfkantig brechen können.

## II - 7.7.7 Härtbare Knetmassen

Bei Einhaltung der vorgeschriebenen Temperatur von max. 130 °C und 30 Minuten Härtezeit entstehen keine gefährlichen Zersetzungsprodukte, daher Überhitzen vermeiden. Lüften.

Beim Trocknen größerer Mengen Knetarbeiten (z.B. einer Schulklasse) gut lüften, damit der austretende Weichmacher aus der Atemluft entfernt wird.

## II - 7.7.8 Abformmassen

Für den Formenbau statt der wässrigen, leicht verderblichen Gelatinemasse elastische Abformmasse auf Kautschukbasis verwenden.

---

<sup>1</sup> Spritzstände sind für allgemeinbildende Schulen unverhältnismäßig aufwendig.

<sup>2</sup> Siehe Ziffer III - 4.6 Übersicht über gebräuchliche Lösemittelgemische.

Bei der Verwendung von Zweikomponenten-Polyurethan als Abformmasse auf sichere Handhabung achten.

Siehe Ziffer I – 10.5 Schulrelevante Kunststoffe.

Bei Verwendung von Schmelzmassen Brandverletzungsgefahr beachten.

#### II - 7.7.9 Zubereitungen für die Fotografie

Bei fotografischen Prozessen werden Zubereitungen mit Chemikalien wie Säuren, Laugen, anorganischen Salzlösungen, organischen Lösungen eingesetzt. Diese sind vom Hersteller entsprechend den gesetzlichen Anforderungen gekennzeichnet. Kennzeichnung auf den Gebinden und ggf. Sicherheitsdatenblätter beachten.

Zur Aufbewahrung und Kennzeichnung selbst hergestellter Lösungen siehe Ziffer I – 3.7 Kennzeichnung, Aufbewahrung und Lagerung.

#### II - 7.7.10 UV-Licht

UV-Licht wird z.B. bei verschiedenen Klebverfahren und in der Siebdrucktechnik, bei der Härtung von Acrylglasklebern, für den Einsatz sogenannter Brightlightfilme, bei der Fotografie und bei der Druckformherstellung für nahezu alle Druckverfahren eingesetzt.

Beim Arbeiten in nicht geschlossenen Apparaturen UV-Schutzbrille tragen.

Bei der Benutzung von UV-Leuchten sich möglichst wenig der Strahlung aussetzen, insbesondere bei älteren Höhensonnen.

Für ausreichende Lüftung sorgen.

#### II - 7.7.11 Werkzeuge, Geräte, Maschinen

Holzbearbeitung, Linolschnitte u.Ä.  
siehe Ziffer II – 5.1 Holzbearbeitung.

Kunststoffbearbeitung  
siehe Ziffer II - 5.6 Kunststoffe.

Brennöfen  
siehe Ziffer I – 10.3. Keramikarbeiten.

Umgang mit Brennern  
siehe Ziffer I – 5.4 Anforderungen an Gasverbrauchsanlagen.

#### II - 7.7.12 Entsorgung

Auch in Kunstunterrichtsräumen, Ateliers, Werkstätten, Photolabors etc., sind Abfälle und Rückstände von Gefahrstoffen zu beseitigen.  
Hierzu gehören z.B. Farb- und Lösemittelreste sowie Stäube.

Siehe Ziffer I – 3.12 Entsorgung.

## STICHWORTVERZEICHNIS

Vergleiche auch Stichwortverzeichnis Teil III Anlagen

<hr/>	
<i>A</i>	
Abklatschversuche.....	44
Abricht- und Dickenhobelmaschinen .....	47
Abrichtobelmaschine.....	66
Abwasserprobe .....	44
Abzug	
Leistung.....	11
Schutzziele .....	11
Acrylfarben.....	76
Airbrush-Verfahren .....	79
Akkumulatoren	
Hinweise.....	63
Vorschrift .....	40
Aleatorische Verfahren.....	79
Anzeige	
Verwendung krebserzeugender Stoffe.....	10
Aquarien.....	56
Arbeitgeberverantwortung.....	7, 8
Arbeitsstellung	
Technik.....	64
Asbestfasern .....	3
<hr/>	
<i>Ä</i>	
Ätzen .....	70
Ätztechnik .....	78
<hr/>	
<i>A</i>	
Aufbewahrung	
Ausführung.....	14
Begriffsbestimmung .....	6
brennbare Flüssigkeiten.....	15
Druckgasflaschen .....	25
Schulröntgeneinrichtung.....	34
sehr giftige Stoffe .....	15
StrlSchV .....	34
Aufsicht .....	4
Augenschutz .....	22
Auslöseschwelle	
Begriffsbestimmung .....	6
Azofarbstoffen.....	18
<hr/>	
<i>B</i>	
Bananenstecker.....	62
Bandsäge .....	65
Beschäftigungsbeschränkung .....	47
Beauftragten für die Biologische Sicherheit.....	45
Bedienungsanleitungen .....	3
Begriffsbestimmung .....	5
Bereithalten	
Begriffsbestimmung .....	6
Bereitstellen.....	6
berühungsgefährlich	
Definition .....	40
Experimente .....	40
Schülerexperimente.....	40
Versuche an Schülern.....	4
Beschäftigungsbeschränkung .....	13
Beschäftigungsbeschränkungen .....	21
Betriebsanweisung	
Biostoffverordnung .....	43
nach GefStoffV .....	12
Bildende Kunst.....	52
Bildhauerei .....	78
biologische Sicherheitsmaßnahmen .....	45
Blechscheren .....	68
bleihaltige Gefahrstoffe.....	21
Bleisatz .....	78
Bleischmelze .....	78
Bleistift .....	76
Blutentnahme .....	4
Bodenmarkierung	
Technik.....	65
Bohren.....	67
Bohrmaschine.....	69
Bolzensprenger.....	61
Bozzetti .....	79
Brandbekämpfung	
Geräte .....	3
brennbare Flüssigkeiten	
Lagermengen.....	9
Brennöfen.....	11
Brom.....	60
Bronze .....	77
Buchen .....	48
Bügeleisen.....	75
Buntstift.....	76
<hr/>	
<i>C</i>	
Chlor.....	60
CNC-Maschine.....	47
<hr/>	
<i>D</i>	
Dampfgaren.....	74
Decalcomanie.....	79
Definition Gefahrstoffe .....	5
Dekupiersäge.....	47
Destillation .....	55
Dickenhobelmaschine .....	66
Diodenlaser .....	38
Drehmaschine.....	69





Glasur		Hauswirtschaft.....	51
Technik.....	49	Kunst.....	52
Glasuren		Maschinen.....	47
Gefahrstoffe.....	79	nach StrlSchV.....	34
Kunst.....	78	Keramikarbeiten	
Glattbrand.....	78	Kunst.....	78
Greiferrückschlagsicherung		Technik.....	49
Technik.....	66	Kleben	
		Technik.....	70
<hr/>		Klebstoffe	
<i>H</i>		Kunst.....	77
Hackfleisch.....	72	Knetmasse.....	79
Halogene.....	60	Kochstelle.....	73
Hammer.....	68	Kompressor	
Handbohrmaschine.....	66	Airbrush-Verfahren.....	79
Handbrause.....	13	Umfüllen Druckgase.....	27
Handkreissäge.....	65	Kondensatoren.....	62
Handschutz.....	22	krebserzeugende Stoffe	
Handstichsäge.....	47	Abzug.....	12
Häusliche Experimente.....	19	als Reaktionsprodukte.....	18
Hausmeister.....	13	Aufbewahrung.....	15
Heizhaube.....	55	Azofarbstoffe.....	18
Hersteller.....	9	Cadmium, Metallguß.....	77
Hilfsvorrichtungen		Definition K 1, K 2, K3.....	17
Technik.....	64	im Lehrereperiment.....	17
Hobel- und Fräsmaschinen.....	47	Kunst.....	52
Hobeln.....	67	Mengenbeschaffung.....	15
Hochdruck-Lampen.....	61	Regelungen für gebärfähige Frauen.....	13
hochentzündlich		Schweißarbeiten.....	49
Abfüllen.....	16	Umgangsbeschränkung Schüler.....	19
Hinweise.....	59	Verwendungsverbote.....	16
Umgangsbeschränkung Schüler.....	19	werdende Mütter.....	21
Hochspannung.....	62	zusätzliche Ermittlungspflicht.....	9
Holzbearbeitung		zusätzliche Kennzeichnung.....	14
Expositionszeit.....	48	Kreissäge.....	65
Hinweise.....	64	Beschäftigungsbeschränkung.....	47
manuelle.....	48	Küchenmaschinen.....	51
von Hand.....	66	Kühlkette.....	72
Vorschriften.....	47	Kunststoffe.....	70
Holzerzeugnis.....	8	Kurzzeitwertbedingung.....	11
Holzstaub.....	48		
Hygiene.....	57	<hr/>	
Hygienische Maßnahmen.....	13	<i>L</i>	
		Laborbrenner	
<hr/>		Dauerbetrieb.....	28
<i>I</i>		flexibler Gasschlauch.....	54
Insektensammlung.....	43, 56	Umgang.....	53
ionisierende Strahlen		Lacke	
Versuche an Schülern.....	4	Kunst.....	76
		Lageplan.....	3
<hr/>		Lagern	
<i>K</i>		Begriffsbestimmung.....	7
Kalium.....	60	Lagerung.....	14
Kartuschenbrenner.....	29	Laser.....	38
Hinweise.....	54	Laserklassen.....	38
Kennzeichnung		Lebensmittel.....	72
Ausführung.....	14	Lebensmittelverarbeitung.....	51
CE.....	42	leichtentzündlich	
Handgebrauch.....	14	Abfüllen.....	16
		Leinöl-Lappen.....	78
		Lichtbogen.....	61

Linotype-Maschine .....	78	Pflichten des Schulleiters .....	8
Lithium .....	60	phlegmatisieren .....	58
Löschsand		Pigmente .....	52
Geräte zur Brandbekämpfung .....	3	Kunst .....	76
Information Schüler .....	3	Pilze	
Leichtmetalle .....	55	Schimmel-, Hauswirtschaft .....	72
löten .....	49	Umgang mit, Hinweise .....	56
Expositionsverbot .....	50	Umgang mit, Vorschrift .....	43
LötKolben .....	54	Pipettieren	
Lötzinn .....	77	Hinweise Biologie .....	57
Platinen .....	70	Vorschrift .....	13
Schülerarbeiten .....	50	Platinen .....	70
Weich-, Hinweise .....	70	Polyesterharze .....	71
<hr/>		Präparierbesteck .....	56
<i>M</i>		Primärbatterie .....	63
Maurerkrätze .....	76	Projektleiter .....	45
Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK)		Prüfdatum Druckgasflasche .....	26
Begriffsbestimmung .....	6	Prüfung	
Mechanik .....	61	bauartzugelassene radioaktive Vorrichtungen ..	33
Messer .....	68	Druckgasflaschen .....	26
Messerwelle .....	66	elektrische Betriebsmittel .....	41
Messing .....	77	Gasschlauch .....	28
Metallarbeiten .....	68	Gasverbrauchsanlagen .....	28
Metallguss .....	77	Kabel, Gehäuse .....	49
MIG .....	49	Röntengeräte .....	33
Mikroorganismen .....	43, 57	Pyrolyseprodukte	
Mikrowelle .....	74	Technik .....	70
Montageschaum .....	71	<hr/>	
Motorprüfstand .....	11	<i>Q</i>	
<hr/>		Quarz-Stäube .....	78
<i>N</i>		Quecksilber	
Nähmaschine .....	75	Hinweise .....	55
Natrium .....	60	<hr/>	
Not-Aus-Einrichtung .....	39	<i>R</i>	
Not-Aus-Schalter .....	3	radioaktive Stoffe	
<hr/>		Buchführung .....	33
<i>O</i>		Freigrenze .....	31
Oberflächenbeschichtung .....	69	Informationspflicht .....	34
<hr/>		Lagerung .....	34
<i>Ö</i>		Meldung .....	32
Ölbad .....	54	Schülerexperimente .....	33
Ölfarben .....	76	Strahlenschutzbeauftragte .....	31
Ölmalerei .....	78	Strahlenschutzgrundsätze .....	30
<hr/>		StrlSchV 1989 und 2001 .....	35
<i>P</i>		Umgang .....	30
Papierschnidemaschine .....	68	Radioaktive Stoffe	
Papinscher Topf .....	61	Lagerung .....	34
Peroxide .....	58	radioaktiver Stoffe	
Pflanzen		Informationspflicht .....	34
Umgang mit, Hinweise .....	56	Rangfolge der Schutzmaßnahmen .....	10
Umgang mit, Vorschrift .....	43	Raspeln .....	67
Pflastermalerei .....	76	RCD .....	39
Pflichten des Lehrers .....	8	Regelung gebärfähige Frauen .....	13
		Reinigungspersonal .....	13
		Reparaturpersonal .....	13
		Rettungsplans .....	3
		Risikogruppe .....	43
		Rohei .....	72

Röntgeneinrichtung		Fachräume .....	3
Buchführung .....	33	nach StrlSchV .....	34
Meldung .....	32	Sicherungseinsätze .....	41
Schülerexperimente .....	33	Siebdruck .....	79
Röntgenverordnung .....	30	Siedekapillare .....	55
Rotationsexperimente .....	61	Siedesteine .....	55
Rückschlagsicherung .....	58	Sieverzug .....	55
<hr/>			
S		Spaltkeil .....	65
Sachkostenträger .....	7	Spannungsquellen .....	39
Sägeblattführung .....	65	Speckstein .....	78
Sägen .....	67	Splitterkorb .....	4
Salmonellen		Sprühverfahren .....	79
Hauswirtschaft .....	72	Ständerbohrmaschine .....	66
Sandbad .....	54	Staubabsaugung .....	48
Schallpegel .....	64	Stäube	
Schamotte .....	79	Kunst .....	76
Schere .....	68, 75	Stemmen .....	67
Schleifen .....	66	Stichsäge .....	66
Schleifmaschine .....	69	Beschäftigungsbeschränkung .....	47
Schmelzmasse .....	80	Stoffdruckfarben .....	77
Schmelzschneiden .....	70	Stoffe	
Schneiden .....	73	Begriffsbestimmung .....	5
Schränke		Stoffmalfarben .....	77
brennbare Flüssigkeiten .....	15	Stopfpräparate .....	43, 56
entlüftet .....	15	Störstrahler .....	34
Gefährstoffe, Kunst .....	52	Strahlenexposition .....	30
Kartuschenbrenner .....	29	Strahlenschutzbeauftragter .....	30
Schulröntgeneinrichtung .....	30	Strahlenschutzgrundsätze .....	30
Schutzrüstung .....	22	Strahlenschutzverantwortlicher .....	30
Schutzbrille		Strahlenschutzverordnung .....	30
an Schleifmaschine .....	69	<hr/>	
Brillen Träger .....	22	T	
Kunst .....	77	Tapetenkleister .....	77
Schüler .....	4	Tätigkeiten, nicht gezielte .....	44
Seitenschutz .....	22	TDI .....	71
Technik .....	66	Technische Richtkonzentration (TRK)	
Schutzerdung .....	62	Begriffsbestimmung .....	6
Schutzhandschuhe		Telefon(Mobil-) .....	3
Biologie .....	56	Terrarien .....	56
Kunst .....	78	Textilverarbeitung .....	75
Nitrilgummi, Technik .....	69	Textmarker .....	76
Persönliche Schutzausrüstung .....	22	Tiere .....	56
Schüler .....	4	Tinten .....	76
PVC; PE .....	70	Tischbohrmaschine .....	66
Schutzkleinspannung .....	39	Tischeinlage .....	65
Schutzleiter .....	62	Tischkreissäge .....	65
Schutzpflicht .....	8	Ton .....	79
Schutzscheibe .....	4	Transformatoren .....	62
Schutzvorkehrung .....	4	Transport	
Schutzvorrichtung .....	31	Druckgasflaschen .....	25
Schutzvorrichtungen		Taschen .....	76
Technik .....	64	<hr/>	
schweißen .....	49	Ü	
Schweißgeräte .....	47	Überdruck .....	53
Seidenmalfarben .....	77	Überwachungspflicht .....	10
Sekundenkleber .....	77		
Selbstklonierungsversuche .....	44		
Sicherung			
Druckgasflaschen .....	25		

---

*U*

Umfüllen von Druckgasflaschen .....	27
Umgang .....	6
Umgang mit Tieren.....	43
Umgangsbeschränkung Schüler.....	19
Unterdruck.....	53
Unterweisung	
nach GefStoffV.....	12
UV-Licht	
Kunst.....	80
UV-Schutzbrille.....	80

---

*V*

Vektor-Empfänger-Systeme .....	44
Verbandkästen .....	3
Verschäumen	
Technik .....	71
Versuche an Schülern	
Verbote .....	4
Verwenden	

Begriffsbestimmung .....	6
Verwendungsverbote .....	16
Vexierspeise .....	79
Vexierspeisen .....	79
Vorsorgeuntersuchungen .....	21

---

*W*

Wachs .....	77
Wärmelehre .....	61
Warmverformen .....	70
werdende oder stillende Mütter .....	21
Wurfbahn.....	61

---

*Z*

Zinnlegierungen.....	77
Zubereitungen	
Begriffsbestimmung .....	5
Zündquellen .....	16
Zwischenabsperreinrichtung.....	28

