

**Ausgabe: Dezember 2000**

**mit Änderungen und Ergänzungen: BArbBl. Heft 6-7/2001**

<b>Technische Regeln für Gefahrstoffe</b>	<b>Laboratorien</b>	<b>TRGS 526</b>
---	---------------------	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, hygienischen sowie arbeitswissenschaftlichen Anforderungen an Gefahrstoffe hinsichtlich Inverkehrbringen und Umgang wieder. Sie werden vom

**Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)**

aufgestellt und von ihm der Entwicklung angepasst. Der AGS ermittelt die Technischen Regeln unter Beteiligung der berührten Kreise und Institutionen.

Die TRGS werden vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt (BArbBl.) bekanntgegeben.

---

Der Fachausschuss Chemie hat die berufsgenossenschaftliche Regel „Richtlinien für Laboratorien“ (BGR 120) erstellt. Der AGS hat diese in Anwendung des Kooperationsmodells (BArbBl. 5/2001 S. 61) als TRG 526 in sein technisches Regelwerk aufgenommen.

Dem Fachausschuss Chemie obliegt in Absprache mit dem AGS die Fortschreibung der TRGS 526. Hält der AGS Änderungen für erforderlich, wird er den Fachausschuss Chemie bitten, die Möglichkeit der Anpassung zu überprüfen.

## **Inhalt**

1	Anwendungsbereich
2	Allgemeine Anforderungen
3	Bau- und Ausrüstung
4	Übergreifende Betriebsbestimmungen
5	Gefährliche Arbeiten
6	Umgang mit Abfällen
7	Kleidung und Schuhwerk
8	Persönliche Schutzausrüstungen
9	Brandschutz
10	Erste Hilfe
11	Prüfungen

### **1 Anwendungsbereich**

(1) Diese TRGS findet Anwendung auf Laboratorien, in denen nach chemischen, physikalischen oder physikalisch-chemischen Methoden präparativ, analytisch oder anwendungstechnisch gearbeitet wird.

(2) Für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen gilt zusätzlich die TRBA 100 „Schutzmaßnahmen für gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien“.

### **2 Allgemeine Anforderungen**

(1) Laboratorien müssen nach den Bestimmungen dieser TRGS und im übrigen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend beschaffen sein und betrieben werden.

(2) Werden in dieser TRGS Sicherheits- oder Hinweiszeichen gefordert, müssen diese der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (VBG 125) entsprechen.

### **3 Bau und Ausrüstung**

#### **3.1 Bauliche Anlagen**

##### **3.1.1 Bedien- und Verkehrsflächen**

Bedien- und Verkehrsflächen müssen ausreichend bemessen sein. Die Mindestbreite an allen Stellen im Labor darf 1 m nicht unterschreiten.

##### **3.1.2 Rettungswege und Notausgänge**

In Laboratorien müssen unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der verwendeten Stoffe und Arbeitsverfahren Rettungswege und Ausgänge in ausreichender Zahl vorhanden sein. Rettungswege (Notausgänge) dürfen nur dann über einen benachbarten Raum führen, wenn dieser Raum auch im Gefahrfall während des Betriebes ein sicheres Verlassen ohne fremde Hilfe ermöglicht.

##### **3.1.3 Türen**

Türen von Laboratorien müssen nach außen aufschlagen und aus Gründen des Personenschutzes mit einem Sichtfenster ausgerüstet sein.

##### **3.1.4 Fußböden**

Fußböden oder deren Beläge sowie hindurchgehende Leitungsdurchführungen müssen wasserdicht sein.

##### **3.1.5 Lüftung**

(1) Laboratorien müssen mit ausreichenden, jederzeit wirksamen technischen Lüftungseinrichtungen ausgerüstet sein. Die Zuluft muss erforderlichenfalls erwärmt und zugfrei zugeführt werden können. Die Abluft darf ganz oder teilweise über die Abzüge geführt werden, wenn dabei die volle Leistung der Abzüge erhalten bleibt. Es muss sichergestellt sein, dass Abluft mit gefährlicher Menge oder Konzentration von Gefahrstoffen nicht wieder in Arbeitsbereiche gelangen kann.

(2) Umluft ist zur Raumlüftung nur zulässig, wenn keine gefährliche Konzentration von Gefahrstoffen auftreten kann (siehe auch TRGS 560 „Lufrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“).

## **3.2 Absaugeinrichtungen**

### **3.2.1 Abzüge**

- (1) Abzüge müssen so beschaffen sein, dass durch ihre Bauweise und Luftführung im Betriebszustand
  - Gase, Dämpfe oder Stäube in gefährlicher Konzentration oder Menge aus dem Abzugsinneren nicht in den Laborraum gelangen können,
  - sich im Abzugsinneren keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden kann und
  - Arbeitnehmer – durch den geschlossenen Frontschieber – gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt sind.
- (2) Abzüge müssen aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch standhalten.
- (3) Abzugsrohre und -kanäle müssen so beschaffen und ausgelegt sein, dass sie nicht zur Brandübertragung beitragen können.
- (4) Fenster von Abzügen müssen mit Sicherheitsglas, vorzugsweise Verbund-Sicherheitsglas, oder geeignetem Kunststoff ausgerüstet sein.
- (5) Abzüge müssen mit Einrichtungen ausgerüstet sein, die eine Druckentlastung ermöglichen.
- (6) Vertikal verschiebbare Abzugsfenster, insbesondere Frontschieber, müssen gegen Herunterfallen gesichert sein. Der Abzug muss mit Eingriffsöffnungen ausgerüstet und schließbar sein. Am Frontschieber muss an gut sichtbarer Stelle ein Hinweiszeichen mit der Aufschrift „Frontschieber geschlossen halten“ angebracht sein.
- (7) Auch bei geschlossenem Frontschieber muss eine ausreichende Luftzufuhr erhalten bleiben. Das Schließen des Frontschiebers darf keine Verletzungsgefahr mit sich bringen können.
- (8) Die einwandfreie lufttechnische Funktion jedes Abzuges muss durch eine selbsttätig wirkende Einrichtung überwacht sein. Im Fehlerfall muss eine optische und akustische Alarmierung erfolgen. Das optische Signal muss den Abzügen eindeutig zugeordnet und darf nicht abstellbar sein. Eine Meldeleuchte für den Einschaltzustand des Lüftermotors reicht nicht aus. Das akustische Signal muss im gesamten Laborraum jederzeit bemerkt werden können. Bei zentral geschalteten Abzügen muss sichergestellt sein, dass der Betriebszyklus den Arbeitnehmern bekannt ist.
- (9) In Abzügen fest installierte Entnahmestellen für flüssige oder gasförmige Stoffe müssen von außen zu betätigen sein. Die Zuordnung der Griffe von Armaturen muss eindeutig erkennbar sein.

### 3.2.2 Umluftabsaugungen mit Filter

Umluftabsaugungen mit Filter müssen so beschaffen sein, dass durch ihre Bauweise und Luftführung im Betriebszustand

- Gase, Dämpfe oder Stäube in gefährlicher Konzentration oder Menge nicht in Arbeitsbereiche gelangen können,
- sich im Inneren keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden kann und
- Arbeitnehmer durch den geschlossenen Frontschieber oder die geschlossene Klappe gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt sind.

### 3.2.3 Örtliche Absaugungen

Zur Emissionsminderung werden örtliche Absaugungen empfohlen.

## 3.3 Arbeitstische und deren Stauräume

### 3.3.1 Arbeitstische

Arbeitstische müssen hinsichtlich Werkstoff und Konstruktion so beschaffen sein, dass sie den vorgesehenen betrieblichen Beanspruchungen standhalten. Insbesondere sollen Arbeitsflächen von Labortischen und Abzügen mit einem flüssigkeitsdichten Belag und mit einem Randwulst versehen sein. Bei gegenüberliegenden Arbeitsflächen ist bis in Griffhöhe (170 bis 175 cm) ein Spritzschutz erforderlich.

### 3.3.2 Stauräume für Gefahrstoffabfälle

Sind Stauräume für die Bereithaltung von Sammelbehältnissen für Gefahrstoffabfälle vorhanden, müssen sie an eine ausreichend dimensionierte und jederzeit wirksame Ablufteinrichtung angeschlossen sein, die auch beim Befüllen der Sammelbehälter wirksam bleibt. Der Innenraum dieser Stauräume muss mindestens mit schwer entflammbarem Material ausgekleidet sein. Bei flüssigen Gefahrstoffabfällen muss unterhalb der Sammelbehälter eine ausreichend dimensionierte Auffangwanne vorhanden sein.

## 3.4 Zuführungsleitungen, Armaturen und Gasbrenner

### 3.4.1 Zuführungsleitungen

(1) Für die ständige Zuführung flüssiger und gasförmiger Stoffe zu den Labortischen und Abzügen müssen festverlegte, auf Dichtheit geprüfte Leitungen vorhanden sein.

(2) Können durch Verwechslung Gefahren entstehen, müssen fest verlegte Zuführleitungen eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet sein.

#### 3.4.2 Absperrarmaturen

Jede Brenngasleitung, die zu einer oder mehreren nebeneinander liegenden Entnahmestellen führt, muss gesondert absperrbar sein. Die Absperreinrichtung muss leicht erreichbar und jederzeit zugänglich sein. Zusätzlich muss eine Hauptabsperreinrichtung vorhanden sein. Stellteile dieser Absperreinrichtung müssen außerhalb des Laboratoriums, in dessen Nähe leicht erreichbar, eindeutig gekennzeichnet und jederzeit zugänglich sein. Als Entnahmestelle für Brenngase sind nur Armaturen zulässig, die gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert sind.

#### 3.4.3 Kennzeichnung von Absperrarmaturen

Stellteile von Laborarmaturen müssen nach dem Durchflussstoff gekennzeichnet sein.

#### 3.4.4 Abflussleitungen

Abflussleitungen in Laboratorien müssen mit Geruchsverschlüssen und leicht zugänglichen Reinigungsöffnungen ausgerüstet sein.

#### 3.4.5 Gasbrenner

##### 3.4.5.1 Bunsenbrenner

An Bunsenbrennern sind absperrbare Einstellgeräte (Hähne, Ventile) für das Brenngas nicht zulässig.

##### 3.4.5.2 Kartuschenbrenner

Für Vorratskartuschen von Kartuschenbrennern müssen Aufbewahrungsmöglichkeiten vorhanden sein, so dass es im Brandfall nicht zu einer erhöhten Gefährdung kommen kann.

### 3.5 Notduschen

#### 3.5.1 Körperduschen

(1) In Laboratorien muss eine mit Wasser – möglichst von Trinkwasserqualität – gespeiste Körperdusche am Ausgang installiert sein. Sie soll alle Körperzonen sofort mit ausreichenden Wassermengen überfluten können.

(2) An Körperduschen muss das Stellteil des schnell öffnenden Ventils leicht erreichbar und verwechslungssicher angebracht sein. Die Öffnungsrichtung muss eindeutig erkennbar sein. Das Ventil darf, einmal geöffnet, nicht selbsttätig schließen. Ketten zum Öffnen des Ventils sind nicht zulässig.

(3) Der Standort von Körperduschen muss durch das Rettungszeichen „Notdusche“ gekennzeichnet sein. Der Zugang ist ständig freizuhalten.

### 3.5.2 Augenduschen

(1) In Laboratorien muss – möglichst im Bereich der Körperdusche oder Ausgussbecken – eine mit Trinkwasser gespeiste Augendusche installiert sein. Sie soll beide Augen sofort mit ausreichenden Wassermengen spülen können. Das Stellteil des Ventils muss leicht erreichbar, verwechslungssicher angebracht und leicht zu betätigen sein. Das Ventil darf, einmal geöffnet, nicht selbsttätig schließen.

(2) Abweichend von Absatz 1 sind als Augenduschen auch

- bewegliche Augenduschen mit am Griff angebrachten selbsttätig schließenden Ventilen zulässig,
- Augenspülflaschen mit steriler Spülflüssigkeit zulässig, wenn kein fließendes Trinkwasser zur Verfügung steht.

(3) Der Standort von Augenduschen muss durch das Hinweiszeichen E09 „Augenspüleinrichtung“ gekennzeichnet sein. Der Zugang ist ständig freizuhalten.

## 3.6 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

### 3.6.1 Elektrische Energieversorgungseinrichtungen

Für die Beleuchtung, die Lüftung und die übrige elektrische Energieversorgung müssen getrennte Stromkreise eingerichtet sein. Darüber hinaus sollen Labortische und Abzüge einzeln oder gruppenweise für sich freischaltbar sein.

### 3.6.2 Potentialausgleich

(1) Elektrisch leitfähige Tischbeläge und andere berührbare leitfähige Konstruktionsteile der Laboreinrichtung müssen gut leitend miteinander verbunden sein. Für bewegbare Teile ist eine Einbeziehung in den Potentialausgleich nur erforderlich, wenn sie im Fehlerfalle Spannung aufnehmen können.

(2) An betriebsfertigen Abzügen muss eine Anschlussstelle vorhanden sein, mit der eine Verbindung mit dem örtlichen Potentialausgleich leicht möglich ist.

### 3.6.3 Schalter und Steckdosen

- (1) Schalter und Steckdosen an Labortischen sollen oberhalb der Arbeitsfläche installiert sein, oder, falls sie unterhalb der Tischplatte angebracht sind, so weit zurückgesetzt sein, dass sie bei auslaufenden oder verspritzenden Flüssigkeiten keine Gefahrenquelle darstellen.
- (2) Steckdosen von Abzügen sollen außerhalb von Abzügen angebracht sein. Sind im Arbeitsraum des Abzuges Steckdosen erforderlich, müssen sie von außen einzeln und erkennbar zugeordnet abschaltbar sein.
- (3) Schalter und Steckdosen im Spritzbereich von Notduschen müssen spritzwassergeschützt sein.

### 3.7 Druckbehälter und Versuchsautoklaven

- (1) Druckbehälter (Autoklaven zur Durchführung bekannter Reaktionen) müssen so beschaffen sein, dass sie den aufgrund der vorgesehenen Betriebsweise zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen sicher genügen und dicht bleiben können. Sie müssen insbesondere den zulässigen Betriebsdruck und die zulässige Betriebstemperatur sicher aufnehmen können.
- (2) Versuchsautoklaven für Versuche mit unbekanntem Reaktions-, Druck- oder Temperaturverlauf müssen in besonderen Kammern oder hinter Schutzwänden aufgestellt sein. Diese müssen so gestaltet sein, dass Personen beim Versagen des Autoklaven geschützt sind. Die Beobachtung der Sicherheits- und Messeinrichtung sowie deren Bedienung müssen von sicherer Stelle aus erfolgen können.

### 3.8 Kühlgeräte

- (1) In Innenräumen von Kühlschränken und Kühltruhen, in denen sich gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann, dürfen keine Zündquellen vorhanden sein.
- (2) Umgerüstete Kühlschränke und Kühltruhen müssen mit einem Hinweiszeichen mit der Aufschrift „Nur Innenraum frei von Zündquellen“ gekennzeichnet sein.

### 3.9 Dewargefäße (Vakuummantelgefäße)

Dewargefäße aus Glas und andere Glasgefäße gleichen Wirkungsprinzips müssen mit einem Schutzmantel ausgerüstet oder auf andere Weise gegen die Folgen einer Implosion gesichert sein. Das Glas muss einen ausreichend kleinen Ausdehnungskoeffizienten haben.



## **4           Übergreifende Betriebsbestimmungen**

### **4.1       Allgemeines**

- (1) Arbeitnehmer haben in Laboratorien für Ordnung und Sauberkeit zu sorgen.
- (2) Arbeitnehmer dürfen nur mit Gefahrstoffen und Einrichtungen umgehen, die zur Durchführung ihrer Aufgaben erforderlich sind.
- (3) Wird eine gefährliche Arbeit von einem Arbeitnehmer allein ausgeführt, hat der Arbeitgeber seine Überwachung sicherzustellen.
- (4) Die Arbeitnehmer haben Mängel an sicherheitstechnischen Einrichtungen und gefahrbringende Zustände in Laboratorien unverzüglich zu beseitigen. Gehört dies nicht zu ihren Arbeitsaufgaben oder verfügen sie nicht über die notwendige Sachkunde, haben sie die Mängel dem Vorgesetzten umgehend zu melden.
- (5) Arbeitnehmer dürfen ihren Arbeitsplatz nur dann verlassen, wenn eine dauernde Überwachung ihrer Versuche nicht erforderlich ist oder wenn ein anderer Arbeitnehmer, der über den Ablauf der Versuche unterwiesen ist, die Überwachung übernimmt.
- (6) Der Arbeitgeber hat durch organisatorische Maßnahmen dafür zu sorgen, dass bei Betriebsschluss die Laborarbeitsplätze gesichert werden.
- (7) Versuche, die mit dem Ende der normalen Arbeitszeit nicht unterbrochen werden können, dürfen nur dann ohne ständige Beaufsichtigung durchgeführt werden, wenn eine andere Zeiteinteilung für den Versuch nicht möglich ist und durch entsprechende Schutzmaßnahmen das Auftreten von gefährlichen Zuständen sicher verhindert wird.
- (8) Arbeiten von Betriebsfremden sind in Laboratorien nur zulässig, wenn vorher nach Anweisung des Laborleiters vom Laboratorium ausgehende Gefahren beseitigt oder geeignete Schutzmaßnahmen und Verhaltensweisen abgesprochen und durchgeführt worden sind.
- (9) Die Frontschieber von Abzügen sind im Betrieb geschlossen zu halten. In begründeten Ausnahmefällen darf der Frontschieber – soweit wie erforderlich – geöffnet werden.

### **4.2       Betriebsanweisungen**

- (1) Der Arbeitgeber hat eine Betriebsanweisung zu erstellen, in der die im Laboratorium auftretenden Gefahren für Mensch und Umwelt beschrieben sowie die allgemein erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt sind. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form abzufassen und im Laboratorium verfügbar zu halten. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über Erste-Hilfe-Maßnahmen zu treffen.
- (2) Für gefährliche Arbeiten, den Umgang mit Gefahrstoffen und die sachgerechte Entsorgung von Abfällen hat der Arbeitgeber gesonderte Betriebsanweisungen zu erstellen.

### **4.3 Unterweisung**

(1) Der Arbeitgeber hat die Arbeitnehmern in Laboratorien mit dem Inhalt dieser TRGS und mit den Betriebsanweisungen vertraut zu machen und mindestens einmal jährlich zu unterweisen. Er hat dafür zu sorgen, dass

- diese TRGS im Laboratorium ausgelegt oder den Arbeitnehmern ausgehändigt wird,
- eine schriftliche Information über Maßnahmen für das sichere Arbeiten und den Schutz der Arbeitnehmern diesen ausgehändigt wird.

(2) Die Arbeitnehmer sind vor der Aufnahme ihrer Beschäftigung und danach in angemessenen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal jährlich, vom Laboratoriumsleiter oder seinem Beauftragten ausführlich und sachbezogen über allgemeine und tätigkeitsbezogene Gefahren im Laboratorium sowie über die Maßnahmen zu ihrer Abwendung mündlich und arbeitsplatzbezogen zu unterweisen. Neue Mitarbeiter sind entsprechend vor Arbeitsaufnahme zu unterweisen. Gebärfähige Arbeitnehmerinnen sind zusätzlich über die für werdende Mütter möglichen Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen zu unterrichten. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

(3) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass die Arbeitnehmer anhand der Betriebsanleitung der Hersteller über die Funktionsweise der im Laboratorium verwendeten Einrichtungen vor dem erstmaligen Betrieb und danach mindestens einmal jährlich unterwiesen werden.

(4) Vor der Durchführung gefährlicher Arbeiten sind die in unmittelbarer Nähe tätigen Arbeitnehmer über die besonderen Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Dies gilt insbesondere, wenn mehrere Arbeitnehmer gleichzeitig an einem Abzug beschäftigt sind.

### **4.4 Besondere Schutzmaßnahmen**

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass bei der Herstellung von Präparaten und beim Umgang mit Stoffen, deren Eigenschaften nicht als ungefährlich bekannt sind, geeignete Schutzmaßnahmen getroffen werden. Dies gilt auch für Arbeiten nach Literaturangaben, bei denen damit gerechnet werden muss, dass auf Gefahren nicht ausreichend hingewiesen ist.

### **4.5 Glasgeräte**

#### **4.5.1 Schlauchanschlüsse, Schlauchverbindungen**

Der Gebrauch von Glasgeräten mit bruchempfindlichen Schlauchanschlüssen (Glasoliven) sowie Schlauchverbindungen (Schlauchzwischenstücke) aus Glas ist möglichst zu vermeiden. Die Verwendung von Steck- oder Schraubkupplungen als Verbindungselemente für Schläuche ist vorzuziehen.

#### 4.5.2 Umgang mit zylindrischen Glasteilen

Thermometer, Glasrohre oder -stäbe dürfen nicht mit bloßen Händen in Stopfen und Schläuche eingeführt oder herausgezogen werden.

#### 4.5.3 Glasbläserarbeiten

Vor Glasbläserarbeiten sind Geräte sorgfältig zu reinigen, zu trocknen und gegebenenfalls auszublasen.

#### 4.5.4 Arbeiten mit leicht zerbrechlichen Gefäßen

Mit Gefahrstoffen darf nicht in dünnwandigen Glasgefäßen mit einer Menge von mehr als 5 Litern gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden.

#### 4.5.5 Zulässige Glastemperaturen

Beim Arbeiten mit Glasapparaturen sind die zulässigen Temperaturen und Temperaturdifferenzen zu beachten. Bei Verwendung von Glasgeräten sind Temperaturdifferenzen von mehr als 140 °C zwischen Dampf- und Kühlflüssigkeit zu vermeiden.

### 4.6 Heizbäder und Beheizung

(1) Zum Beheizen von Flüssigkeitsheizbädern und anderen Laboratoriumsapparaturen dürfen nur elektrische Heizeinrichtungen verwendet werden. Ist die Beheizung mit Gasflammen nicht zu vermeiden, darf sie nicht ohne Aufsicht erfolgen.

(2) Für Flüssigkeitsheizbäder und Flüssigkeitsthermostate dürfen nur PCB-freie Wärmeträger verwendet werden, deren unbedenkliche maximale Betriebstemperatur bekannt ist. Bei Flüssigkeitsheizbädern muss die maximale Betriebstemperatur mindestens 20 °C und bei Flüssigkeitsthermostaten mindestens 5 °C unter dem Flammpunkt des Wärmeträgers liegen. Für höhere Temperaturen sind vorzugsweise Metallbäder zu verwenden.

(3) Können Versuche nicht ständig beaufsichtigt werden, ist durch eine selbsttätig wirkende Einrichtung sicherzustellen, dass bei Ausfall der Regeleinrichtung der Beheizung das Überschreiten der maximalen Betriebstemperatur sicher verhindert wird.

(4) Flüssigkeitsheizbäder müssen so aufgestellt werden, dass sie standfest sind und ihre Höhe gefahrlos eingestellt werden kann. Stativringe sind zur Höheneinstellung ungeeignet.

- (5) Gefahren durch Volumenvergrößerung beim Erwärmen, durch Verunreinigungen und durch Tropfwasser ist wirksam zu begegnen.
- (6) Bei der Verwendung von Wärmeträgern ist folgendes zu beachten:
  - Für Heizbäder sind wassermischbare Wärmeträger vorzuziehen.
  - Nicht mit Wasser mischbare Wärmeträger müssen nach Verunreinigung mit Wasser erneuert oder ausreichend ausgeheizt werden.
  - Wassermischbare und nicht mit Wasser mischbare Wärmeträger dürfen nicht miteinander vermischt werden.
- (7) Sandbäder dürfen nur verwendet werden, wenn die bei ihnen auftretende ungleichmäßige, insbesondere auch durch das Nachheizen bedingte Temperaturverteilung zu keiner Gefährdung führen kann. Der als Wärmeträger verwendete Sand darf nicht scharfkantig sein.
- (8) Schmelzpunktbestimmungsapparate dürfen nicht mit Schwefelsäure gefüllt werden.

#### **4.7        Schläuche und Armaturen**

- (1) Als Schläuche dürfen nur solche verwendet werden, die den zu erwartenden Drücken und anderen mechanischen, thermischen sowie chemischen Beanspruchungen standhalten.
- (2) Bunsenbrenner und ähnliche Verbrauchseinrichtungen dürfen nur mit DVGW-geprüften Schläuchen angeschlossen werden.
- (3) Schläuche müssen gegen Abrutschen gesichert werden. Sie sind gegen übermäßige Wärmeeinwirkung und anderweitige Zerstörung zu schützen.
- (4) Schläuche und Armaturen an Gaszuleitungen und Gasbrennern müssen vor Gebrauch auf sichtbare Mängel überprüft werden. Schadhafte Schläuche sowie weich oder porös gewordene Schlauchenden müssen entfernt werden.

#### **4.8        Verschlüsse**

- (1) Beim Umgang mit Gefahrstoffen müssen Kegelschliff-, Kugelschliff-, Flansch- oder Schraubkappenverbindungen bzw. -verschlüsse eingesetzt werden.
- (2) Werden ausnahmsweise Kork- oder Gummistopfen benötigt, sind zum Durchbohren vorzugsweise Korkbohrmaschinen zu verwenden. Von Hand darf nur auf einer festen Unterlage gebohrt werden. Die Bohrer sind scharf zu halten.

#### **4.9        Aufbau von Apparaturen**

- (1) Apparaturen sind übersichtlich und mechanisch spannungsfrei aufzubauen. Sind hierzu Stative erforderlich - Stativgitter sind zu bevorzugen -, sind diese sicher zu befestigen oder zu beschweren.

- (2) Beim Aufbau von Apparaturen in Abzügen ist darauf zu achten, dass die Strömungsverhältnisse möglichst wenig beeinflusst werden.
- (3) Heizbäder, andere äußere Wärmequellen, gegebenenfalls auch Kühlbäder, müssen gefahrlos und ohne Veränderung der Apparatur entfernt werden können.
- (4) Schläuche und elektrische Leitungen sind so zu legen, dass sie zu keiner Gefährdung führen können.
- (5) Besteht beim Betrieb von Glasapparaturen die Gefahr einer Stoff- oder Wärmeexplosion oder eines Zerknalls infolge eines unbeabsichtigten Druckanstieges, dürfen diese nur im Abzug betrieben werden.
- (6) Es ist darauf zu achten, dass Absorptionsgefäße mit Calciumchlorid, Phosphorpentoxid, Natronkalk oder ähnlichen Stoffen nicht verstopft sind oder während des Betriebes verstopfen können. Außerdem ist sicherzustellen, dass ein mögliches Eintropfen von Flüssigkeit aus dem Absorptionsgefäß in das Reaktionsgefäß verhindert wird.
- (7) Zur Wärmeisolation heißer Teile an Apparaturen dürfen keine leicht entflammbaren und keine asbesthaltigen Stoffe verwendet werden.
- (8) Beim Aufbau von Apparaturen sind zwischen Gefäßen mit Stoffen, deren Vermischung gefährlich werden kann, ausreichend bemessene Zwischengefäße einzubauen. Auf die richtige Durchflussrichtung ist zu achten.
- (9) Destillationsapparaturen sind in ihrer Größe der Menge und Art des Destillationsgutes anzupassen. Sie sind so auszuwählen, dass kein Stau von Dampf oder Kondensat auftreten kann. Der Kühler muss ausreichend wirksam sein. Der Kühlmitteldurchfluss ist am Ausgang des Kühlers zu überwachen. Zur Vermeidung von Siedeverzügen sind geeignete Maßnahmen erforderlich.
- (10) Destillationsvorlagen sind sicher zu befestigen und gegebenenfalls abzustützen.
- (11) Zum Aufbau von hohen Apparaturen und zum Arbeiten an außerhalb des Griffbereiches liegenden Teilen hoher Apparaturen sind Leitern oder Tritte zu benutzen.
- (12) Apparaturen für Verfahren, bei denen ein Stromausfall erhöhte Gefährdungen mit sich bringen kann, sind an einen eigenen Stromkreis anzuschließen.

#### **4.10 Aufbewahrung und Bereithalten von Chemikalien**

- (1) Gefahrstoffe sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden.
- (2) Chemikalien dürfen nur in Behältern aufbewahrt werden,
  - die aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten, und
  - entsprechend ihrem Inhalt gekennzeichnet sind.

- (3) In Laboratorien sind Standflaschen, in denen Gefahrstoffe in einer für den Handgebrauch erforderlichen Menge enthalten sind, mindestens mit der Bezeichnung des Stoffes, der Zubereitung und den Bestandteilen der Zubereitung sowie den Gefahrensymbolen mit den dazugehörigen Gefahrenbezeichnungen zu kennzeichnen.
- (4) Behältnisse mit Gefahrstoffen dürfen in Regalen, Schränken und anderen Einrichtungen nur bis zu einer solchen Höhe aufbewahrt werden, dass sie noch sicher entnommen und abgestellt werden können.
- (5) Sehr giftige und giftige Stoffe sowie Zubereitungen sind unter Verschluss oder so aufzubewahren oder zu lagern, dass nur sachkundige oder unterwiesene Personen Zugang haben.
- (6) Reparatur- und Reinigungspersonal sind vor Arbeiten in entsprechenden Bereichen über die Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unterweisen und in angemessener Weise zu beaufsichtigen.
- (7) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Stoffe, die dem Betäubungsmittelgesetz unterliegen, unter Verschluss aufbewahrt werden.
- (8) Gefahrstoffe, die gesundheitsgefährliche Dämpfe abgeben, sind an dauerabgesaugten Orten aufzubewahren.
- (9) Stoffe, die sich bei Raumtemperatur durch Einwirkung von Luft oder Feuchtigkeit selbst entzünden können, sind getrennt von anderen explosionsgefährlichen, brandfördernden, hochentzündlichen, leichtentzündlichen und entzündlichen Stoffen sowie gegen Brandübertragung gesichert aufzubewahren. Werden sie laufend benötigt, dürfen sich begrenzte Mengen, die für den unmittelbaren Fortgang der Arbeit notwendig sind, während der Arbeitszeit am Arbeitsplatz befinden.
- (10) Hochkonzentrierte Salpetersäure und Perchlorsäure sind so aufzubewahren, dass bei Flaschenbruch keine gefährlichen Reaktionen möglich sind.
- (11) Hochentzündliche, leichtentzündliche und entzündliche Flüssigkeiten („brennbare Flüssigkeiten“ der Gefährklassen A I, A II und B nach der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten – VbF) dürfen an Arbeitsplätzen für den Handgebrauch nur in Behältnissen von höchstens 1 Liter Nennvolumen aufbewahrt werden. Die Anzahl der Behältnisse ist auf das unbedingt nötige Maß zu beschränken.
- (12) Die Anzahl und das Fassungsvermögen der Behältnisse mit brennbaren Flüssigkeiten ist auf das unbedingt nötige Maß zu beschränken. Für Laboratorien, in denen ständig größere Mengen brennbarer Flüssigkeiten benötigt werden, ist das Bereithalten in nicht bruchsicheren Behältnissen bis zu 5 l bzw. in sonstigen Behältnissen bis zu 10 l Nennvolumen an geschützter Stelle zulässig.
- (13) Für die Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten ist zusätzlich die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten – VbF zu beachten.
- (14) Für leichtentzündliche Spülflüssigkeiten im Handgebrauch dürfen grundsätzlich keine Behältnisse aus dünnwandigem Glas verwendet werden.

(15) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass alle im Laboratorium vorgehaltenen Chemikalien und Präparate mindestens einmal jährlich auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.

(16) Zum Pipettieren müssen mechanische Einrichtungen benutzt werden. Das Pipettieren mit dem Mund ist verboten.

#### **4.11 Reinigung**

(1) Mit Spülarbeiten betraute Personen dürfen keinen Gefahren durch Rückstände ausgesetzt sein, insbesondere müssen Behältnisse und Geräte vom Benutzer vorgereinigt am Spülplatz abgestellt werden.

(2) Stark reagierende Reinigungsmittel dürfen nur dann verwendet werden, wenn andere Reinigungsmittel sich als ungeeignet erwiesen haben. Vor ihrer Verwendung ist sicherzustellen, dass der Restinhalt der Gefäße mit dem Reinigungsmittel nicht zu gefährlichen Reaktionen führen kann. Derartige Arbeiten dürfen nur vom Laborpersonal - gegebenenfalls in einem Abzug - durchgeführt werden.

#### **4.12 Umgang mit Stopfen**

(1) Bei Verwendung von Gummistopfen sind diese so auf die Apparaturen abzustimmen, dass bei Vakuum ein Einsaugen unmöglich ist.

(2) Bei stark alkalischen oder schmierenden Substanzen sind die Stopfen gegen Herausgleiten zu sichern.

(3) Festsitzende Glasstopfen sind durch geeignete Maßnahmen zu lösen.

#### **4.13 Speisen und Getränke**

(1) In Laboratorien, in denen mit giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdend, erbgutverändernden Stoffen sowie infektiösen oder infektionsverdächtigen Materialien oder Agenzien umgegangen wird, darf nicht gegessen, getrunken oder geschnupft werden.

(2) In Laboratorien, in denen mit sehr giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdend, erbgutverändernden Stoffen sowie infektiösen oder infektionsverdächtigen Materialien oder Agenzien umgegangen wird, dürfen Lebens- und Genussmittel nicht hineingebracht werden.

(3) In Laboratorien, in denen nicht mit Stoffen nach Absatz 1 und 2 umgegangen wird, kann der Arbeitgeber Bereiche festlegen, in denen die Arbeitnehmern Speisen und Getränke abstellen sowie essen und trinken dürfen.

(4) Speisen und Getränke dürfen nicht zusammen mit Chemikalien aufbewahrt werden.

(5) Speisen und Getränke dürfen nicht in Chemikalien- oder Laboratoriumsgefäßen zubereitet oder aufbewahrt werden. Das Aufwärmen von Speisen und Getränken ist nur mit dafür vorgesehenen Geräten zulässig. Zum Kühlen von Lebensmitteln und Getränken dürfen nur dafür bestimmte und gekennzeichnete Kühlschränke benutzt werden.

(6) Für Chemikalien dürfen keine Gefäße benutzt werden, die üblicherweise zur Aufnahme von Speisen oder Getränken bestimmt sind.

#### **4.14 Rauchen**

In Laboratoriumsräumen darf nicht geraucht werden.

#### **4.15 Lärmschutz**

Vor der Beschaffung neuer Arbeitsmittel hat sich der Betreiber über die zu erwartende Geräuschemission des Arbeitsmittels zu informieren.

#### **4.16 Sicherheitseinrichtungen**

(1) Einrichtungen, die der Sicherheit dienen, dürfen nicht unwirksam gemacht werden.

(2) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Arbeiten an Sicherheitseinrichtungen und ihren Versorgungs- und Entsorgungsleitungen nur nach vorheriger Absprache mit dem Laborleiter erfolgen und für die Dauer der Arbeiten entsprechende Hinweise an den Sicherheitseinrichtungen angebracht werden. Er hat dafür zu sorgen, dass die Arbeitnehmern über die Arbeiten informiert werden.

### **5 Gefährliche Arbeiten**

#### **5.1 Gefährdungsermittlung**

(1) Bevor gefährliche Arbeiten durchgeführt werden, hat der Arbeitgeber die damit verbundenen Gefahren zu ermitteln, zu beurteilen und geeignete Maßnahmen zur Abwehr der Gefahren festzulegen. Dabei sind neben den eingesetzten Stoffen auch die Stoffe einzubeziehen, die bei normalem Reaktionsablauf entstehen oder bei unerwartetem Reaktionsverlauf entstehen können.

(2) Der Arbeitgeber darf gefährliche Arbeiten nur Fachleuten oder unterwiesenen Personen übertragen, denen die damit verbundenen Gefahren und Schutzmaßnahmen bekannt sind.



## **5.2 Besondere Schutzmaßnahmen**

Gefährliche chemische Reaktionen müssen unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

## **5.3 Umgang mit Gefahrstoffen**

### **5.3.1 Freiwerden von Gasen, Dämpfen oder Schwebstoffen**

(1) Arbeiten, bei denen Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe in gefährlicher Konzentration oder Menge auftreten können, dürfen grundsätzlich nur in Abzügen ausgeführt werden. Die Frontschieber sind bei solchen Arbeiten geschlossen zu halten.

(2) Außerhalb der Abzüge dürfen Arbeiten, bei denen Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe in gefährlicher Konzentration oder Menge auftreten können, nur durchgeführt werden, wenn durch geeignete Maßnahmen oder durch die Art der Arbeit sichergestellt ist, dass eine Gefährdung der Arbeitnehmern durch diese Stoffe ausgeschlossen ist.

(3) Treten Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe unerwartet und in möglicherweise gefährlicher Konzentration oder Menge aus, ist der gefährdete Bereich zu räumen und die betroffene Umgebung zu warnen.

### **5.3.2 Arbeiten mit brennbaren Stoffen**

(1) Ist die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre bei Arbeiten mit brennbaren Flüssigkeiten, Gasen oder Stäuben nicht durch primäre Schutzmaßnahmen vermeidbar, sind Maßnahmen durchzuführen, welche eine Entzündung verhindern.

(2) Das offene Verdampfen oder Erhitzen von brennbaren Flüssigkeiten ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Müssen brennbare Flüssigkeiten offen verdampft oder erhitzt werden, darf dies nur in geschlossenem Abzug erfolgen.

(3) Bei Arbeiten mit mehr als drei Litern hochentzündlichen oder leichtentzündlichen Flüssigkeiten in dünnwandigen Glasgefäßen ist eine geeignete Auffangwanne mit einem Wabengittereinsatz oder einer geeigneten Spezialfüllung zu verwenden. Gegebenenfalls sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich.

(4) Arbeiten mit selbstentzündlichen Stoffen müssen im Abzug durchgeführt werden. Alle brennbaren Stoffe, die nicht unmittelbar für die Fortführung der Arbeit benötigt werden, sind aus dem Abzug zu entfernen. Geeignete Löschmittel sind bereitzuhalten.

(5) Zeigen sich im Verlauf einer chemischen Umsetzung oder einer Destillation durch plötzliches Schäumen oder Ausgasen Anzeichen für eine beginnende Zersetzung des Kolbeninhaltes, ist der gefährdete Bereich zu räumen und die betroffene Umgebung zu warnen. Die Beheizung und die in der Nähe befindlichen Zündquellen sind von ungefährdeter Stelle aus abzuschalten.

- (6) Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, müssen vor der Destillation und dem Abdampfen auf Anwesenheit von Peroxiden untersucht und die Peroxide entfernt werden.
- (7) Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, sind vor Licht - insbesondere UV-Strahlung - geschützt aufzubewahren.
- (8) Bei Arbeiten, bei denen Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen bestehen, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen.

### 5.3.3 Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen

- (1) Beim Arbeiten mit explosionsgefährlichen Stoffen und deren Gemischen sind die einschlägigen Vorschriften (Sprengstoffgesetz und zugehörige Verordnungen, UVV Explosivstoffe – VBG 55a ff.) zu beachten.
- (2) Explosionsgefährliche Stoffe und Gemische sind in möglichst kleinen Mengen und nur an ausreichend abgeschirmten Arbeitsplätzen zu handhaben. Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag, Reibung und gefährlicher Einschluss (Verdämmung) sind zu vermeiden.
- (3) Vorräte an explosionsgefährlichen Stoffen und Gemischen sind so gering wie möglich zu halten. Sie sind gegen Flammen- und Hitzeeinwirkung gesichert, verschlossen und von den Arbeitsplätzen entfernt, möglichst in einem besonderen Raum, aufzubewahren.
- (4) Ammoniakalische silbersalzhaltige Lösungen müssen nach ihrer Herstellung sofort weiterverarbeitet werden.
- (5) Acetylen darf auf keinen Fall mit Kupfer oder Kupferlegierungen mit mehr als 70 % Cu in Berührung kommen. Apparateile, die bei chemischen Reaktionen mit Acetylen in Berührung kommen, dürfen auch nicht aus Legierungen mit geringerem Kupfergehalt bestehen.
- (6) Beim Umgang mit Perchlorsäure muss sichergestellt sein, dass sich nicht unkontrolliert explosionsgefährliche Perchlorate bilden können.

### 5.3.4 Abfüllen und Transport gefährlicher Stoffe

- (1) Beim Umfüllen gefährlicher Stoffe aus Fässern, Ballons, Kanistern und anderen Behältern sind geeignete Einrichtungen zu benutzen.
- (2) Behälter in Fass- oder Ballonkippern müssen gegen das Herausgleiten beim Kippen gesichert werden.
- (3) Beim Abfüllen in enghalsige Gefäße sind Trichter zu benutzen, wobei darauf zu achten ist, dass die Luft beim Eingießen ungehindert entweichen kann.

- (4) Fässer und Kannen für Flüssigkeiten dürfen mit einem Überdruck bis zu 0,2 bar entleert werden, wenn
  - 1. das Fass oder die Kanne für die vorgesehene Druckbeanspruchung geeignet ist und das Fass oder die Kanne sich in einwandfreiem Zustand befindet,
  - 2. die Druckzuleitung bei Anwendung eines Überdruckes bis 0,2 bar mit einem Manometer und einem Sicherheitsventil oder einer anderen Sicherheitseinrichtung ausgerüstet ist.
- (5) Zur Erzeugung des Überdrucks zum Abfüllen brennbarer Flüssigkeiten dürfen nur Inertgase verwendet werden.
- (6) Nicht bruchsichere Behältnisse müssen beim Tragen am Behälterboden unterstützt werden.
- (7) Nicht bruchsichere Behältnisse dürfen in andere Räume nur mit Hilfsmitteln befördert werden, die ein sicheres Halten und Tragen ermöglichen.

## **5.4 Umgang mit Apparaturen**

### **5.4.1 Versuchsautoklaven**

- (1) Werden Versuchsautoklaven aus Glas mit nichtbrennbaren Flüssigkeiten oder Gasen außerhalb von besonderen Kammern (Autoklavenräumen) oder nicht hinter Schutzwänden betrieben, ist ein geeigneter Splitterschutz zu verwenden.
- (2) Mit brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen dürfen Versuchsautoklaven aus Glas nur in besonderen Kammern (Autoklavenräumen) betrieben werden.

### **5.4.2 Bombenrohre, Schießöfen**

- (1) Bombenrohre dürfen nur dann verwendet werden, wenn sie nicht durch andere, weniger gefährliche Apparaturen ersetzt werden können.
- (2) Beim Zuschmelzen von Bombenrohren sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen.
- (3) Bombenrohre sind sofort nach dem Zuschmelzen in eine Stahlhülse zu legen. Nach dem Versuch dürfen sie erst nach vollständigem Erkalten und nur in der Schutzhülse aus dem Schießofen herausgenommen werden.
- (4) Bombenrohre dürfen erst aus der Schutzhülse genommen werden, wenn sie drucklos gemacht sind.
- (5) Schießöfen sind so aufzustellen, dass im Falle des Zerknalls eines Bombenrohres keine Gefährdung der Arbeitnehmern eintreten kann.

### 5.4.3 Druckgasflaschen und Armaturen

- (1) Druckgasflaschen sind zur Vermeidung von Gefahren möglichst außerhalb der Laboratorien aufzustellen und die Gase den Arbeitsplätzen durch festverlegte Rohrleitungen zuzuführen. Ist dies nicht möglich, und müssen in Laboratorien mit erhöhter Brandgefahr Druckgasflaschen betrieben werden, sind die Druckgasflaschen durch besondere Schutzmaßnahmen im Brandfall vor zu starker Erwärmung zu schützen. Sind solche Schutzmaßnahmen nicht möglich oder zweckmäßig, müssen Druckgasflaschen nach Arbeitsschluss oder nach Beendigung einer Versuchsreihe an einen sicheren Ort gebracht werden.
- (2) Laboratorien, in denen Druckgasflaschen aufgestellt sind, müssen mit dem Warnzeichen W 19 „Warnung vor Gasflaschen“ gekennzeichnet sein.
- (3) Druckgasflaschen sind gegen Umstürzen zu sichern und vor starker Erwärmung zu schützen.
- (4) Druckgasflaschen mit sehr giftigen, giftigen oder krebserzeugenden Gasen müssen, sofern sie im Labor aufgestellt werden, dauerhaft abgesaugt werden.
- (5) Für sehr giftige, giftige und krebserzeugende Gase müssen möglichst kleine Druckgasflaschen verwendet werden.
- (6) Armaturen, Manometer, Dichtungen und andere Teile für stark oxidierende Druckgase müssen frei von Öl, Fett und Glycerin gehalten werden. Sie dürfen auch nicht mit ölhaltigen Putzlappen oder mit fettigen Fingern berührt werden. Reste von Lösemitteln, die zum Entfetten verwendet werden, müssen durch Abblasen mit ölfreier Luft entfernt werden.
- (7) Für Sauerstoff dürfen nur Manometer verwendet werden, die blau gekennzeichnet sind und die Aufschrift „Sauerstoff! Öl- und fettfrei halten“ tragen.
- (8) Beim Verdampfen von verflüssigten Gasen durch äußere Erwärmung muss eine örtliche Überhitzung vermieden werden. Die Temperatur des Heizmediums darf 50 °C nicht überschreiten.
- (9) Beim Umfüllen von Gasen in flüssigem Zustand in kleinere Druckgasflaschen muss eine Überfüllung sicher vermieden werden. Der zulässige Füllgrad ist durch Wägen der kleineren Druckgasflaschen zu kontrollieren.
- (10) Druckgasschläuche sind sicher zu befestigen und die Schlauchanschlüsse bzw. Schlauchverbindungen vor Inbetriebnahme auf Dichtheit zu prüfen. Fest eingebundene Schläuche sind der Befestigung des Schlauches auf Schlauchtüllen mit Schlauchschellen oder Schlauchbindern vorzuziehen.
- (11) Ventile von Druckgasflaschen für brennbare und brandfördernde (oxidierende) Gase sind langsam zu öffnen.
- (12) Zum Öffnen der Ventile von Druckgasflaschen dürfen keine drehmomenterhöhenden Werkzeuge verwendet werden.
- (13) Druckgasflaschen, deren Ventile sich nicht von Hand öffnen lassen, sind außer Betrieb zu nehmen, entsprechend zu kennzeichnen und dem Füllbetrieb zuzustellen.

- (14) Ventile von Druckgasflaschen sind nach Gebrauch und auch nach dem Entleeren zu schließen.
- (15) Gase dürfen in Apparaturen nur eingeleitet werden, wenn sichergestellt ist, dass sich in der Apparatur kein unzulässiger Überdruck aufbauen kann.
- (16) Beim Einleiten von Gasen in Flüssigkeiten müssen Einrichtungen verwendet werden, die ein Zurücksteigen von Flüssigkeiten in die Leitung oder in das Entnahmegefäß sicher verhindern.
- (17) Druckgasflaschen müssen, soweit dies möglich ist, mit geeigneten Druckminderern betrieben werden.
- (18) Manometer dürfen an Druckminderern nur von Fachleuten ausgewechselt werden. Undichte Verschraubungen der Druckminderer dürfen nur angezogen werden, wenn das Flaschenventil geschlossen ist.
- (19) Vor Arbeiten mit gefährlichen Gasen ist die Apparatur dahingehend zu überprüfen, ob überschüssiges Gas nur an der dafür vorgesehenen Stelle entweichen kann.
- (20) Druckgasflaschen dürfen nur mit geeigneten Hilfsmitteln und grundsätzlich nur mit Schutzkappe transportiert werden.
- (21) Bei Druckgasflaschen ist das Datum der nächst fälligen Prüfung zu beachten.

#### 5.4.4 Arbeiten mit Vakuum

- (1) Dünnwandige Glasgefäße dürfen nur evakuiert werden, wenn sie von der Form her dafür geeignet sind.
- (2) Evakuierte Glasgefäße dürfen nicht einseitig erhitzt werden.
- (3) Vor jedem Evakuieren von Glasgefäßen sind diese einer Sichtkontrolle auf festigkeitsgefährdende Beschädigungen zu unterziehen.
- (4) Zum Schutz gegen umherfliegende Glassplitter infolge Implosion sind geeignete Maßnahmen zu treffen.
- (5) Bei Vakuumdestillationen muss dafür gesorgt werden, dass kein Siedeverzug auftritt.
- (6) Bei Vakuumdestillationen müssen nicht kondensierte Dämpfe auskondensiert oder auf sonstige Weise gefahrlos abgeführt werden.
- (7) Bei Vakuumdestillationen sind die Apparaturen vor Beginn des Aufheizens zu evakuieren und erst nach dem Abkühlen zu belüften. Dies muss ohne Entfernen von Sicherheitseinrichtungen möglich sein.
- (8) Besteht die Gefahr, dass sich der Destillationsrückstand in Gegenwart von Sauerstoff zersetzt, darf nur Inertgas zum Entspannen eingelassen werden.

#### 5.4.5 Trocknen in Wärmeschränken

- (1) Werden in Wärmeschränken Produkte getrocknet, aus denen sich gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann, müssen Maßnahmen des Explosionsschutzes getroffen werden.
- (2) Wärmeschränke, aus denen Gase, Dämpfe oder Nebel in gefährlicher Konzentration oder Menge austreten können, müssen an eine ständig wirksame Entlüftung angeschlossen werden.
- (3) Das Trocknen von thermisch instabilen Stoffen sowie von Stoffen mit leicht entzündlichen Bestandteilen darf nur in Wärmeschränken mit einer zusätzlichen Temperatur-Sicherheitseinrichtung erfolgen. Die eingestellte Temperatur der Temperatur-Sicherheitseinrichtung muss unterhalb der Zersetzungs- bzw. Zündtemperatur liegen.

#### 5.4.6 Tiefkühlung

- (1) Bei Verwendung eines Tiefkühlbades aus festem Kohlendioxid und organischen Lösemitteln ist zu verhindern, dass bei Bruch der zu kühlenden Glasgefäße deren Inhalt mit dem Kühlmittel gefährlich reagiert.
- (2) Festes Kohlendioxid muss den Lösemitteln vorsichtig zugegeben werden.
- (3) Nach Gebrauch der Tiefkühlbäder sind diese umgehend abzudecken.
- (4) Dewargefäße dürfen nur in trockenem und sauberen Zustand mit verflüssigten Gasen gefüllt werden.
- (5) Wird zur Tiefkühlung organischer Stoffe flüssiger Stickstoff verwendet, muss die Verweilzeit von flüssigem Stickstoff in offenen Dewargefäßen begrenzt werden. Sofern Sauerstoff in den flüssigen Stickstoff einkondensiert ist, muss das Dewargefäß umgehend ausgeleert werden.
- (6) Die Verwendung von flüssigem Sauerstoff oder flüssiger Luft zur Tiefkühlung ist nicht zulässig.
- (7) Zur Erzeugung von Tieftemperatur-Kühlbädern dürfen verflüssigte Gase nur in kleinen Portionen unter Rühren in die Badflüssigkeit eingetragen werden.

#### 5.4.7 Zentrifugen

- (1) Für den Betrieb von Zentrifugen ist eine Betriebsanweisung zu erstellen. Zentrifugen dürfen nur von unterwiesenen Personen benutzt werden.
- (2) Für Ultrazentrifugen ist ein Betriebsbuch zu führen. Arbeitnehmer, die mit Ultrazentrifugen umgehen, sind namentlich festzuhalten.

## **6 Umgang mit Abfällen**

### **6.1 Sammlung, Kennzeichnung und Transport**

- (1) Die einzelnen Abfallarten sind getrennt zu sammeln, damit gefährliche Reaktionen ausgeschlossen sind. Es sind Behälter bereitzustellen, die nach Größe und Bauart für die Sammlung der einzelnen Abfallarten geeignet sind und die von den Arbeitnehmern sicher transportiert werden können. Insbesondere müssen die Behälter den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen durch die Füllgüter standhalten.
- (2) Spitze, scharfe oder zerbrechliche Gegenstände dürfen nur in stich- und formfeste Behältnisse gegeben werden. Das Entleeren dieser Behältnisse darf nur durch Auskippen geschehen. Dabei sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen.
- (3) Sammelbehälter für Gefahrstoffabfälle sind innerhalb des Labors so aufzubewahren, dass sie die übliche Laborarbeit nicht beeinträchtigen.
- (4) Bei der Bereithaltung und der Befüllung dieser Sammelbehälter ist sicherzustellen, dass keine schadstoffhaltigen Gase oder Dämpfe in gefährlicher Konzentration oder Menge in die Laborluft gelangen können.
- (5) Zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen muss beim Einfüllen hochentzündlicher, leichtentzündlicher oder entzündlicher flüssiger Gefahrstoffabfälle der Trichter sowie der Sammelbehälter an einen Potentialausgleich angeschlossen sein. Dies gilt nicht für Behälter mit einem Nennvolumen bis zu 5 Litern.
- (6) Abfallbehälter sind nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung von Abfällen zur Beseitigung beim Umgang“ zu kennzeichnen.
- (7) Abfallbehälter für den außerbetrieblichen Transport müssen den Vorschriften über den Transport von Gefahrgut entsprechen.

### **6.2 Beseitigung von Abfällen**

- (1) Abfälle, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften nicht durch Dritte entsorgt werden können, sind im Laboratorium gefahrlos zu vernichten oder in eine entsorgungsfähige Form umzuwandeln. Dafür sind spezielle Betriebsanweisungen zu erstellen.
- (2) Entleerte Behälter, die Gefahrstoffe, insbesondere brennbare Flüssigkeiten enthielten, sind vor ihrer Entsorgung oder anderweitiger Weiterverwendung ausreichend zu reinigen.
- (3) Die Beseitigung gefährlicher Abfälle ist in solchen Zeitabständen vorzunehmen, dass das Aufbewahren, der Transport und das Vernichten dieser Stoffe nicht zu einer Gefährdung führen kann. Die Arbeitsplätze sind mindestens einmal jährlich auf gefährliche Abfälle hin zu prüfen.

## **7 Kleidung und Schuhwerk**

### **7.1 Arbeitskleidung**

- (1) Bei Arbeiten in Laboratorien ist geeignete Arbeitskleidung zu tragen.
- (2) Arbeitskleidung aus handelsüblichen Geweben ist zulässig, sofern durch deren Brenn- oder Schmelzverhalten für die Arbeitnehmer im Brandfall keine erhöhte Gefährdung zu erwarten ist.

### **7.2 Schuhwerk**

In Laboratorien darf nur festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk getragen werden.

## **8 Persönliche Schutzausrüstungen**

### **8.1 Augenschutz**

- (1) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass in Laboratorien alle Personen ständig eine Gestellbrille mit ausreichendem Seitenschutz tragen. Bei Arbeiten, die mit besonderen Gefahren für die Augen verbunden sind, müssen darüber hinaus andere geeignete Augenschutzgeräte getragen werden.
- (2) Ist beim Abfüllen von Flüssigkeiten mit einer Gefährdung zu rechnen, sind Korbbrillen zu tragen.
- (3) Können beim Öffnen von Gebinden Verätzungen durch den Inhalt auftreten, sind zusätzlich zur Schutzbrille auch Gesichts- und Handschutz zu tragen.

### **8.2 Handschutz**

Bei Arbeiten, die mit besonderen Gefahren für die Hände verbunden sind, müssen geeignete Schutzhandschuhe getragen werden. Diese müssen entsprechend ihrem Verwendungszweck ausgewählt und vor jeder Benutzung auf Beschädigungen kontrolliert werden. Beschädigte oder anderweitig unbrauchbar gewordene Handschuhe sind unverzüglich zu ersetzen.

### **8.3 Atemschutz**

Können Gefahrstoffe in gefährlicher Konzentration unerwartet auftreten, sind geeignete Atemschutzgeräte bereitzuhalten. Das Tragen von Atemschutzgeräten darf keine ständige Maßnahme sein.



## **8.4 Schutzkleidung**

Der Arbeitgeber hat entsprechend der jeweiligen Tätigkeit geeignete Schutzkleidung zur Verfügung zu stellen; die Arbeitnehmern haben diese zu benutzen.

## **9 Brandschutz**

### **9.1 Feuerlöscheinrichtungen**

Der Arbeitgeber hat zum Löschen von Bränden in Laboratorien Einrichtungen nach Anhang zur TRGS bereitzustellen. Die Stellen, an denen sich Feuerlöscheinrichtungen befinden, sind durch das Brandschutzzeichen F04 „Feuerlöschgerät“ zu kennzeichnen. Der Zugang zu den Feuerlöscheinrichtungen ist ständig freizuhalten.

### **9.2 Verhalten bei Bränden**

- (1) Der Arbeitgeber hat für den Brandfall einen Alarmplan aufzustellen.
- (2) Die Arbeitnehmern sind im Rahmen wiederholter Belehrungen und praktischer Übungen mit der Handhabung der zur Verfügung stehenden Feuerlöscher vertraut zu machen.
- (3) Im Brandfall ist unverzüglich die Feuerwehr zu benachrichtigen. Bei ihrem Eintreffen ist sie durch orts- und sachkundige Personen einzuweisen. Bis zum Eintreffen der Feuerwehr ist der Brand mit den vorhandenen Feuerlöschern zu bekämpfen, sofern dies gefahrlos möglich ist. Alle nicht für Löscharbeiten oder Rettungsmaßnahmen erforderlichen Personen haben den Gefahrenbereich zu verlassen.
- (4) Kleiderbrände sind mit geeigneten Feuerlöschern oder Notduschen zu löschen. Im Brandfall ist der zuerst erreichbare Feuerlöscher zu benutzen.

## **10 Erste Hilfe**

- (1) Erste-Hilfe-Maßnahmen müssen auf die in Laboratorien möglichen Verletzungen und Gesundheitsschädigungen ausgerichtet sein.
- (2) Der Arbeitgeber hat die von Berufsgenossenschaften oder Unfallversicherungsträgern anerkannten Anleitungen zur Ersten Hilfe entsprechend den jeweiligen Gefährdungen an geeigneten Stellen auszuhängen. Die Aushänge müssen mindestens Angaben über Notruf, Einrichtungen sowie Personal der Ersten Hilfe, Arzt und Krankenhaus enthalten. Die Eintragungen sind auf dem neuesten Stand zu halten.

- (3) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass ausreichend Verbandmaterial, erforderliche Geräte und beim Umgang mit sehr giftigen und giftigen Stoffen Gegenmittel gegen mögliche Vergiftungen in Verbandkästen oder Verbandschränken bereitgehalten werden, soweit diese Mittel für Erste-Hilfe-Maßnahmen ohne ärztliche Mitwirkung verwendet werden dürfen. Mittel, die nur für die ärztliche Versorgung bereitgehalten werden, sind gesondert unter Verschluss aufzubewahren.
- (4) Mit Gefahrstoffen verunreinigte Kleidungsstücke, auch Unterkleidung, Strümpfe, Schuhe, sind sofort auszuziehen. Verunreinigte Kleidungsstücke sind so zu behandeln, dass keine weiteren Personen gefährdet werden.
- (5) Mit Gefahrstoffen in Berührung gekommene Körperstellen sind sofort gründlich abzuwaschen.
- (6) Bei Einwirkung oder Verdacht auf eine Einwirkung gesundheitsgefährlicher Stoffe sind die Betroffenen unverzüglich dem Arzt vorzustellen; der Vorgesetzte ist in allen Fällen unverzüglich zu benachrichtigen.
- (7) Bei wiederkehrenden Gesundheitsstörungen sowie beim Auftreten von Hautreizungen und Ausschlägen ist der Vorgesetzte zu informieren, wenn der Verdacht besteht, dass diese durch Einwirkung von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz verursacht sein könnten.

## **11 Prüfungen**

### **11.1 Gasarmaturen und -leitungen**

Der Arbeitgeber hat die Gasarmaturen und -leitungen vor der ersten Inbetriebnahme und nach Umrüstungen vor der Wiederinbetriebnahme von einem Sachkundigen auf Dichtheit prüfen zu lassen, sofern nicht typgeprüfte Einrichtungen verwendet werden.

### **11.2 Notduschen**

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass Körper- und Augenduschen mindestens einmal monatlich durch eine von ihm beauftragte Person auf Funktionsfähigkeit geprüft werden.

### **11.3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel**

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass elektrische Betriebsmittel in Laboratorien in regelmäßigen Abständen geprüft werden.

#### **11.4 Druckbehälter und Versuchsautoklaven (einschließlich Glas)**

Druckbehälter müssen nach § 31 Druckbehälterverordnung durch den Sachverständigen bzw. nach § 32 Druckbehälterverordnung durch den Sachkundigen geprüft werden. Dabei sind die Sonderregelungen der Technischen Regeln Druckbehälter TRB 801 „Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 DruckbehV“, insbesondere Nummer 38 „Versuchsautoklaven“ und Nummer 32 „Druckbehälter aus Glas“ zu beachten.

#### **11.5 Abzüge**

Abzüge müssen regelmäßig gewartet und ihre Funktionsfähigkeit geprüft und dokumentiert werden. Die Prüfung muss mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen durchgeführt werden. Die jährliche Prüfung der lufttechnischen Funktion kann entfallen, wenn durch eine Dauerüberwachung des einzelnen Abzugs sichergestellt ist, dass eine Unterschreitung des Mindestvolumenstromes optisch und akustisch angezeigt wird.

## Anhang zur TRGS 526

### Löschmittel für Brände in Laboratorien

Für eine wirksame Brandbekämpfung in Laboratorien ist die richtige Wahl des Löschmittels von entscheidender Bedeutung. Sie hängt von der Art und den Eigenschaften der brennenden Stoffe ab. Die DIN EN 2 „Brandklassen“ sowie DIN EN 3 „Tragbare Feuerlöscher“ sind zu beachten.

1. In Laboratorien müssen zur Brandbekämpfung tragbare Feuerlöschgeräte vorhanden sein.

Außerdem kann die Bereitstellung von Feuerlöschdecken (z.B. nach DIN 14155 „Löschdecke“), Löschsand, Speziallöschmittel und Gegenständen zum Abdecken erforderlich sein. Feuerlöschdecken reichen zur Personenbrandbekämpfung allein nicht aus. Siehe auch „Regeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (BGR 133).

2. In den meisten Fällen werden zur Brandbekämpfung im Laboratorium Kohlendioxid-Löcher ausreichen. Sie hinterlassen keine Rückstände und verursachen daher keine Verschmutzung des Raumes, keine Schäden an empfindlichen Geräten, sind chemisch nahezu indifferent und auch bei elektrischen Anlagen verwendbar.
3. Brände von Alkalimetallen, Metallalkylen, Lithiumaluminiumhydrid, Silanen und ähnlichen dürfen unter keinen Umständen mit Wasser oder Schaumlöschern bekämpft werden. Ein geeignetes Löschmittel ist z.B. bei Natriumbränden Löschsand oder Metallbrandpulver.
4. Für brennbare Flüssigkeiten ist Kohlendioxid oder Löschpulver, für unter Spannung stehende elektrische Anlagen Kohlendioxid einzusetzen.
5. Brände von verflüssigten und verdichteten Gasen, die aus Druckgasflaschen austreten, werden grundsätzlich durch Schließen der Flaschenventile (Unterbrechen der Gaszufuhr) gelöscht. Ist diese Sofortmaßnahme nicht gefahrlos durchführbar (z.B. bei Bränden im Bereich der Flaschenventile), wird die Brandbekämpfung mit Pulver- oder Kohlendioxidfeuerlöschern zu dem Zweck durchgeführt, die Flaschenventile unmittelbar nach dem Ablöschen zu schließen.

Achtung: Druckgasflaschen, die Brandeinwirkungen ausgesetzt waren, sind außer Betrieb zu nehmen, entsprechend zu kennzeichnen und dem Füllbetrieb zuzustellen.

Druckgasflaschen, die durch Brandeinwirkung erwärmt wurden, sind aus geschützter Stellung mit Wasser zu kühlen. Bei sehr warmen Flaschen (durch verdampfendes Wasser erkennbar!) ist die Umgebung wegen möglicher Explosionsgefahr unverzüglich zu räumen.