

GUV-R 120 (bisher GUV 16.17)  
Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz

GUV-Regel  
**Laboratorien**

Ausgabe Oktober 1993  
Aktualisierte Fassung 1998



Gesetzliche  
Unfallversicherung

**Herausgeber**

Bundesverband der Unfallkassen  
Fockensteinstraße 1, 81539 München  
[www.unfallkassen.de](http://www.unfallkassen.de)

Erarbeitet vom Fachausschuss „Chemie“  
der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale  
für Sicherheit und Gesundheit (BGZ) des  
Hauptverbandes der gewerblichen  
Berufsgenossenschaften, Alte Heer-  
straße 111, 53757 Sankt Augustin.

Diese Ausgabe Oktober 1993 (aktuali-  
sierte Fassung 1998) entspricht der Aus-  
gabe Oktober 1993 (aktualisierte Fassung  
1998) von BGR 120 (bisher ZH 1/119) des  
berufsgenossenschaftlichen Vorschriften-  
und Regelwerks.

Bestell-Nr. GUV-R 120, zu beziehen vom  
zuständigen Unfallversicherungsträger,  
siehe vorletzte Umschlagseite.

GUV-R 120 (bisher GUV 16.17)  
Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz

# GUV-Regel **Laboratorien**

Ausgabe Oktober 1993  
Aktualisierte Fassung 1998



**Gesetzliche  
Unfallversicherung**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	7
<b>2 Allgemeine Anforderungen</b> .....	8
<b>3 Bau und Ausrüstung</b>	
3.1 Bauliche Anlagen .....	9
3.2 Absaugeinrichtungen .....	11
3.3 Arbeitstische und deren Stauräume .....	14
3.4 Zuführungsleitungen, Armaturen und Gasbrenner .....	14
3.5 Notduschen .....	16
3.6 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel .....	18
3.7 Druckbehälter und Versuchsautoklaven .....	19
3.8 Kühlgeräte .....	19
3.9 DewargefäÙe (VakuummantelgefäÙe) .....	20
<b>4 Übergreifende Betriebsbestimmungen</b>	
4.1 Allgemeines .....	21
4.2 Betriebsanweisungen .....	22
4.3 Unterweisung .....	23
4.4 Besondere Schutzmaßnahmen .....	24
4.5 Glasgeräte .....	24
4.6 Heizbäder und Beheizung .....	26
4.7 Schläuche und Armaturen .....	27
4.8 Verschlüsse .....	28
4.9 Aufbau von Apparaturen .....	28
4.10 Aufbewahrung und Bereithalten von Chemikalien .....	30
4.11 Reinigung .....	34
4.12 Umgang mit Stopfen .....	34
4.13 Speisen und Getränke .....	35
4.14 Rauchen .....	36
4.15 Lärmschutz .....	36
4.16 Sicherheitseinrichtungen .....	36
<b>5 Gefährliche Arbeiten</b>	
5.1 Gefährdungsermittlung .....	37
5.2 Besondere Schutzmaßnahmen .....	38
5.3 Umgang mit Gefahrstoffen .....	38
5.3.1 Freiwerden von Gasen, Dämpfen oder Schwebstoffen .....	38
5.3.2 Arbeiten mit brennbaren Stoffen .....	39
5.3.3 Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen .....	42
5.3.4 Abfüllen und Transport gefährlicher Stoffe .....	44

	Seite
5.4 Umgang mit Apparaturen .....	45
5.4.1 Versuchsautoklaven .....	45
5.4.2 Bombenrohre, Schießöfen .....	45
5.4.3 Druckgasflaschen und Armaturen .....	46
5.4.4 Arbeiten mit Vakuum .....	50
5.4.5 Trocknen in Wärmeschränken .....	52
5.4.6 Tiefkühlung .....	52
5.4.7 Zentrifugen .....	53
<b>6 Umgang mit Abfällen</b>	
6.1 Sammlung, Kennzeichnung und Transport .....	55
6.2 Beseitigung von Abfällen .....	56
<b>7 Kleidung und Schuhwerk</b>	
7.1 Arbeitskleidung .....	57
7.2 Schuhwerk .....	57
<b>8 Persönliche Schutzausrüstungen</b>	
8.1 Augenschutz .....	58
8.2 Handschutz .....	59
8.3 Atemschutz .....	59
8.4 Schutzkleidung .....	59
<b>9 Brandschutz</b>	
9.1 Feuerlöscheinrichtungen .....	61
9.2 Verhalten bei Bränden .....	61
<b>10 Erste Hilfe</b> .....	62
<b>11 Prüfungen</b>	
11.1 Gasarmaturen und -leitungen .....	64
11.2 Notduschen .....	64
11.3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel .....	64
11.4 Druckbehälter und Versuchsautoklaven (einschließlich Glas) .....	65
11.5 Abzüge .....	65
<b>12 Zeitpunkt der Anwendung</b> .....	67
<b>Anhang 1: Löschmittel für Brände in Laboratorien</b> .....	68
<b>Anhang 2: Vorschriften und Regeln</b> .....	69
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	76



# 1 Anwendungsbereich

Diese Regeln finden Anwendung auf Laboratorien, in denen nach chemischen, physikalischen oder physikalisch-chemischen Methoden präparativ, analytisch oder anwendungstechnisch gearbeitet wird.

*Diese Regeln behandeln nur Schutzmaßnahmen für allgemein bekannte Arbeiten in Laboratorien mit den dabei auftretenden Gefahren. Bei Arbeiten, die zu einer besonderen Gefährdung führen können, hat der Unternehmer zusätzliche Schutzmaßnahmen zu treffen und entsprechende Anweisungen zu geben; siehe Abschnitt 5 und Merkblatt M 006 „Besondere Schutzmaßnahmen in Laboratorien“.*

*Laboratorien sind Arbeitsräume, in denen Fachleute oder unterwiesene Personen Versuche zur Erforschung oder Nutzung naturwissenschaftlicher Vorgänge durchführen. Hierzu zählen z.B. chemische, physikalische, medizinische, mikrobiologische und gentechnische Laboratorien.*

*Siehe auch Merkblatt „Sichere Biotechnologie; Laboratorien – Ausstattung und organisatorische Maßnahmen“ (BGI 629, bisher ZH 1/342).*

*Diese Regeln ergänzen einschlägige Unfallverhütungsvorschriften, insbesondere UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1), UVV „Biotechnologie“ (BGV B 12, bisher VBG 102), UVV „Gesundheitsdienst“ (GUV-V C 8, bisher GUV 8.1) sowie UVV „Umgang mit Gefahrstoffen“ (BGV B 1, bisher VBG 91).*

*Ferner sind einschlägige Rechtsnormen, z.B. die Gefahrstoffverordnung, Arbeitsstättenverordnung, Gentechnik-Sicherheitsverordnung, abfallrechtliche Vorschriften und die Strahlenschutzverordnung einzuhalten. Eine Zusammenstellung einschlägiger Rechtsnormen und Regeln der Technik enthält Anhang 2.*

*Siehe auch GUV-Regel „Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht“ (GUV-SR 2003, bisher GUV 19.16) und GUV-Regel „Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“ (GUV-SR 2005, bisher GUV 19.17).*

*Auf die Beschäftigungsverbote des § 22 Jugendarbeitsschutzgesetz, der §§ 3, 4 und 6 Abs. 3 Mutterschutzgesetz und der jeweiligen Unfallverhütungsvorschriften wird hingewiesen.*

*Gefährlichkeitsmerkmale, z.B. giftig, brandfördernd, ätzend, werden entsprechend Anhang I Nr. 1.1 der Gefahrstoffverordnung angewandt.*

## 2 Allgemeine Anforderungen

**2.1** Laboratorien müssen nach den Bestimmungen dieser Regeln und im Übrigen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend beschaffen sein und betrieben werden. Abweichungen sind zulässig, wenn die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleistet ist.

*Allgemein anerkannte Regeln der Technik sind z.B. die im Anhang 2 aufgeführten Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), DIN-Normen und VDE-Bestimmungen in der jeweils gültigen Fassung.*

**2.2** Die in diesen Regeln enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

**2.3** Prüfberichte von Prüflaboratorien, die in anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderen Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum zugelassen sind, werden in gleicher Weise wie deutsche Prüfberichte berücksichtigt, wenn die den Prüfberichten dieser Stellen zu Grunde liegenden Prüfungen, Prüfverfahren und konstruktiven Anforderungen denen der deutschen Stelle gleichwertig sind. Um derartige Stellen handelt es sich vor allem dann, wenn diese die in der Normenreihe DIN EN 45 000 niedergelegten Anforderungen erfüllen.

## 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.

*Als Mindestmaße werden in DIN 12 926-1 „Laboreinrichtungen; Labortische, Labortische für allgemeinen Gebrauch, Außenmaße, Platzbedarf, Anforderungen und Prüfungen“ für die Bedienfläche, d.h. die Breite des Arbeitsplatzes, z.B. vor dem Labortisch oder Abzug, 450 mm und für die Verkehrsfläche, d.h. die Breite des Verkehrsweges, z.B. zwischen den Bedienflächen, 550 mm angegeben. Hierbei handelt es sich um Mindestmaße.*

*Die Verkehrsfläche ist zu verbreitern, wenn z.B.*

- *der Raum zwischen zwei Arbeitsflächen nicht nur als Bewegungsraum der dort unmittelbar Tätigen, sondern auch als Verkehrsweg für andere Personen dient,*
- *besondere Arbeitsbedingungen vorliegen, z.B. bei erhöhter Brand- und Explosionsgefahr,*
- *die Arbeitsflächen länger als 6 m sind,*
- *zwischen den Arbeitsflächen mehr als 4 Personen arbeiten oder*
- *sich zwei Abzüge gegenüberstehen.*

*Die Bedienfläche ist entsprechend zu verbreitern, wenn sie z.B. durch Hocker, herausziehbare Schreibplatten, Gerätewagen oder Unterbauten dauerhaft eingeengt wird. Die Bedienfläche braucht nur einmal vorgesehen werden, wenn zwischen zwei gegenüberstehenden Arbeitstischen bestimmungsgemäß nur eine Person arbeitet.*

#### 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.

*Siehe §§ 10 und 19 Arbeitsstättenverordnung und § 28 Abs. 1 und § 30 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

### 3.1.3 Türen

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

*Siehe § 10 Abs. 1 und Abs. 5 Arbeitsstättenverordnung mit zugehörigen Arbeitsstätten-Richtlinien ASR 10/1 „Türen, Tore“, ASR 10/5 „Glastüren, Türen mit Glaseinsatz“ und § 28 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

*Die erforderliche Laufbreite vorbeiführender Verkehrswege darf durch geöffnete Türen nicht eingengt werden.*

*Das Sichtfenster soll eine ungehinderte Sicht von innen nach außen und umgekehrt ermöglichen.*

### 3.1.4 Fußböden

Fußböden oder deren Beläge sowie hindurchgehende Leitungsdurchführungen müssen wasserdicht sein.

*Siehe Arbeitsstätten-Richtlinie ASR 8/1 „Fußböden“ und § 20 Abs. 1 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

### 3.1.5 Lüftung

**3.1.5.1** 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.

*Lüftungsanlagen, die DIN 1946-7 „Raumlufttechnik; Raumlufttechnische Anlagen in Laboratorien (VDI-Lüftungsregeln)“ entsprechen, sind ausreichend. Die zugeführte Luftmenge ist so zu bemessen, dass mindestens  $25 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$  erreicht werden; dies entspricht bei 3 m lichter Raumhöhe einem etwa 8fachen Luftwechsel.*

*Abzüge siehe DIN 12 924-1 „Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für allgemeinen Gebrauch, Arten, Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen“.*

**3.1.5.2** Umluft ist zur Raumlüftung nur zulässig, wenn keine gefährliche Konzentration von Gefahrstoffen auftreten kann.

*Siehe auch § 36 Abs. 7 Gefahrstoffverordnung sowie die UVV „Umgang mit Gefahrstoffen“ (BGV B 1, bisher VBG 91).*

*Siehe auch Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 560 „Luftrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“.*

## **3.2 Absaugeinrichtungen**

### **3.2.1 Abzüge**

**3.2.1.1** 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
- Versicherte – durch den geschlossenen Frontschieber – gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt sind.

*Abzüge siehe DIN 12 924-1 „Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für allgemeinen Gebrauch, Arten, Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen“.*

*Für Abzüge zum Abrauchen von Perchlorsäure, von Schwefelsäure, für Arbeiten mit Flusssäure siehe DIN 12 924-2 „Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für offene Aufschlüsse bei hohen Temperaturen, Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen“.*

*Es ist zu beachten, dass sich das Rückhaltevermögen von Abzügen bei großen thermischen Lasten in nicht vorhersehbarer Weise verändern kann.*

*Siehe auch Abschnitt 5.3.1.*

**3.2.1.2** Abzüge müssen aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch standhalten.

*Siehe DIN 12 924 Teile 1 und 2.*

**3.2.1.3** Abzugsrohre und -kanäle müssen so beschaffen und ausgelegt sein, dass sie nicht zur Brandübertragung beitragen können.

**3.2.1.4** Fenster von Abzügen müssen mit Sicherheitsglas, vorzugsweise Verbund-Sicherheitsglas, oder geeignetem Kunststoff ausgerüstet sein.

*Siehe DIN 12 924-1.*

**3.2.1.5** Abzüge müssen mit Einrichtungen ausgerüstet sein, die eine Druckentlastung ermöglichen.

*Geeignete Druckentlastungseinrichtungen sind z.B. lose eingelegte Platten geringen Gewichtes, die gegen Fortfliegen gesichert sind.*

*Siehe DIN 12 924-1.*

**3.2.1.6** 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. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV-V A 8, bisher GUV o.7) entsprechen.

*Eingriffsöffnungen ermöglichen auch bei geschlossenem Frontschieber, dass im Abzug gearbeitet werden kann.*

*Für den Aufbau und die Bedienung hoher Apparaturen werden Eingriffsöffnungen auch im oberen Frontschieber empfohlen.*

*Für Frontschieber von Abrauchabzügen sind Eingriffsöffnungen nicht zwingend vorgeschrieben. Dies kann ihre Anwendung für andere Zwecke unter Umständen einschränken; siehe auch Abschnitt 5.3.1.*

*Hinsichtlich Kennzeichnung siehe auch DIN 4844 „Sicherheitskennzeichnung“ und DIN 30 600 „Graphische Symbole; Registrierung, Bezeichnung“.*

*Siehe auch Abschnitt 5.3.1.*

**3.2.1.7** Auch bei geschlossenem Frontschieber muss eine ausreichende Luftzufuhr erhalten bleiben. Das Schließen des Frontschiebers darf keine Verletzungsgefahr mit sich bringen können.

*Solche Verletzungsgefahren entstehen z.B. durch Quetschstellen.*

*Siehe DIN EN 294 „Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen“.*

**3.2.1.8** 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 Versicherten bekannt ist.

*Für mehrere Abzüge im Laborraum genügt eine gemeinsame akustische Signaleinrichtung.*

**3.2.1.9** 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.

*Siehe DIN 12 920 „Laboreinrichtungen; Farbige Kennzeichnung der Stellteile von Laborarmaturen nach dem Durchflusstoff“.*

### **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
- Versicherte durch den geschlossenen Frontschieber oder die geschlossene Klappe gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt sind.

*Siehe DIN 12 927 „Laboreinrichtungen; Absaugboxen mit Luftrückführung; Anforderungen, Prüfungen“.*

### **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.

*Siehe DIN 12 926-1.*

#### **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.

*Siehe auch Abschnitt 4.10.*

### **3.4 Zuführungsleitungen, Armaturen und Gasbrenner**

#### **3.4.1 Zuführungsleitungen**

**3.4.1.1** Für die ständige Zuführung flüssiger und gasförmiger Stoffe zu den Labortischen und Abzügen müssen fest verlegte, auf Dichtheit geprüfte Leitungen vorhanden sein.

*Prüfung von Leitungen für Brenngas und Wasser siehe DVGW-Arbeitsblatt GW 3 „Technische Regeln für Bau und Prüfung von vorgefertigten Bauteilen mit Gas- und Wasserinstallationen“.*

*Für Trinkwasserleitungen siehe DIN 1988 „Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI)“ und DIN 18 381 „VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gas-, Wasser- und Abwasser-Installationsanlagen innerhalb von Gebäuden“.*

**3.4.1.2** Können durch Verwechslung Gefahren entstehen, müssen fest verlegte Zuführleitungen eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet sein.

*Dies wird erreicht, wenn die Zuführungsleitungen durch Farbanstrich, Aufschrift oder Schilder nach DIN 2403 „Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff“ gekennzeichnet sind.*

*Siehe auch § 49 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1), Abschnitt 4.1 DVGW-Arbeitsblatt G 621 „Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen; Installation und Betrieb“ und DIN 12 924-1.*

### **3.4.2 Absperrarmaturen**

Jede Brenngasleitung, die zu einer oder mehreren nebeneinander liegenden Entnahmestellen führt, muss gesondert absperrbar sein. Die Absperrereinrichtung muss leicht erreichbar und jederzeit zugänglich sein. Zusätzlich muss eine Hauptabsperrereinrichtung vorhanden sein. Stellteile dieser Absperrereinrichtung müssen außerhalb des Labors, 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.

*Zwischenabsperrungen sind, sofern sie verwechselt werden können, z.B. durch einen Farbanstrich oder durch Beschriftung zu kennzeichnen.*

*Das Stellteil für die Hauptabsperrereinrichtung kann z.B. ein Schalter für eine Fernauslösung sein.*

*Siehe DIN 3537-3 „Gasabsperrarmaturen bis PN 4; Anforderungen und Anerkennungsprüfung für Laborarmaturen“.*

*Siehe DVGW Arbeitsblatt G 621 „Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen; Installation und Betrieb“, DIN 18 381 „VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gas-, Wasser- und Abwasser-Installationsanlagen innerhalb von Gebäuden“.*

### **3.4.3 Kennzeichnung von Absperrarmaturen**

Stellteile von Laborarmaturen müssen nach dem Durchflusstoff gekennzeichnet sein.

*Siehe E DIN 12 920.*

*Siehe auch § 40 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

### **3.4.4 Abflussleitungen**

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

*Siehe DIN 12 924-1, DIN 12 926-1 und DIN 19 541 „Geruchsverschlüsse für Entwässerungsanlagen; Funktionsgrundsätze“.*

### **3.4.5 Gasbrenner**

#### **3.4.5.1 Bunsenbrenner**

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

*Bunsenbrenner dürfen nicht vollständig absperrbar sein, da kein Gas unter Druck in dem Gasschlauch zwischen Absperrventil und Laborbrenner nach Abstellen des Brenners verbleiben soll; siehe DIN 30 665-1.*

#### **3.4.5.2 Kartuschenbrenner**

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

### **3.5 Notduschen**

#### **3.5.1 Körperduschen**

**3.5.1.1** 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.

*Für die Überflutung aller Körperzonen sind mindestens 30 l/min erforderlich.*

*Siehe DIN 12 899-1 „Laboreinrichtungen; Notduschen-Einrichtungen; Körperduschen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen“.*

**3.5.1.2** 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.

*Funktionsprüfung von Körperduschen siehe Abschnitt 11.2.*

*Siehe auch Abschnitt 4.16.2.*

**3.5.1.3** Der Standort von Körperduschen muss durch das Rettungszeichen Eo8 „Notdusche“ gekennzeichnet sein. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV-V A 8, bisher GUV o.7) entsprechen. Der Zugang ist ständig freizuhalten.

## **3.5.2 Augenduschen**

**3.5.2.1** 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.

*Siehe DIN 12 899-2 „Laboreinrichtungen; Notduschen-Einrichtungen; Augenduschen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen“.*

*Funktionsprüfung der Augenduschen siehe Abschnitt 11.2.*

*Siehe auch Abschnitt 4.16.2.*

**3.5.2.2** Abweichend von Abschnitt 3.5.2.1 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.

**3.5.2.3** Der Standort von Augenduschen muss durch das Rettungszeichen Eo9 „Augenspüleinrichtung“ gekennzeichnet sein. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV-V A 8, bisher GUV o.7) entsprechen. 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.

*Siehe DIN VDE 0789-100 „Unterrichtsräume und Laboratorien; Einrichtungsgegenstände, Sicherheitsbestimmungen für energieversorgte Baueinheiten“.*

*Für das Abschalten der Energie wird empfohlen, an gut zugänglicher Stelle, z.B. am Ausgang des Laborraumes, einen Hauptschalter anzubringen.*

### **3.6.2 Potenzialausgleich**

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

*Bewegbare Teile sind z.B. Frontschieber.*

**3.6.2.2** An betriebsfertigen Abzügen muss eine Anschlussstelle vorhanden sein, mit der eine Verbindung mit dem örtlichen Potenzialausgleich leicht möglich ist.

*Schutzleiterprüfung siehe DIN VDE 0789-100.*

### **3.6.3 Schalter und Steckdosen**

**3.6.3.1** 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.

**3.6.3.2** 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.

*Siehe DIN 12 924-1.*

**3.6.3.3** Schalter und Steckdosen im Spritzbereich von Notduschen müssen spritzwassergeschützt sein.

*Siehe EN 60 529/DIN VDE 0470-1 „Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)“.*

### **3.7 Druckbehälter und Versuchsautoklaven**

**3.7.1** Druckbehälter (Autoklaven zur Durchführung bekannter Reaktionen) müssen so beschaffen sein, dass sie den auf Grund 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.

*Abnahmeprüfung vor Inbetriebnahme siehe Druckbehälterverordnung.*

**3.7.2** 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.

*Siehe Nummer 38 „Versuchsautoklaven“ der Technischen Regeln Druckbehälter TRB 801 „Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 DruckbehV“.*

*Siehe auch Abschnitte 5.4.1 und 11.4.*

### **3.8 Kühlgeräte**

#### **3.8.1 Kühlschränke und Kühltruhen**

In Innenräumen von Kühlschränken und Kühltruhen, in denen sich gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann, dürfen keine Zündquellen vorhanden sein.

*Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre kann sich z.B. aus offenen oder undichten Gefäßen mit brennbaren Flüssigkeiten entwickeln.*

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

*In Kühlschränken mit Abtauautomatik muss die abgetaute Flüssigkeit in ein Auffanggefäß im Innenraum umgeleitet werden. Das Auffanggefäß ist bei Bedarf zu entleeren. Arbeitet die Abschaltautomatik im Innenraum mit einer Heizung, muss diese außen abgeklemmt werden. Der Kühlschrank muss durch Abschalten und Türöffnen abgetaut werden. Wanddurchführungen sind mit Silicon oder ähnlichem zu verschließen.*

**3.8.2** Umgerüstete Kühlschränke und Kühltruhen müssen mit einem Hinweiszeichen mit der Aufschrift „Nur Innenraum frei von Zündquellen“ gekennzeichnet sein. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV-V A 8, bisher GUV o.7) entsprechen.

### **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.

*Eine Sicherung gegen die Folgen einer Implosion kann z.B. durch Überziehen mit Kunststoff erfolgen.*

*Zu den Gläsern mit einem ausreichend kleinen Ausdehnungskoeffizienten gehört z.B. Borosilicatglas 3.3 nach DIN ISO 3585 „Borosilicatglas 3.3; Eigenschaften, identisch mit ISO 3585:1991“.*

# 4 Übergreifende Betriebsbestimmungen

## 4.1 Allgemeines

**4.1.1** Versicherte haben in Laboratorien für Ordnung und Sauberkeit zu sorgen.

**4.1.2** Versicherte dürfen nur mit Gefahrstoffen und Einrichtungen umgehen, die zur Durchführung ihrer Aufgaben erforderlich sind.

*Siehe § 17 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

**4.1.3** Wird eine gefährliche Arbeit von einem Versicherten allein ausgeführt, hat der Unternehmer seine Überwachung sicherzustellen.

*Siehe § 36 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

*Siehe auch Abschnitte 4.2 und 5.*

**4.1.4** Die Versicherten haben Mängel an sicherheitstechnischen Einrichtungen und Gefahr bringende 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.

*Siehe § 16 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

**4.1.5** Versicherte dürfen ihren Arbeitsplatz nur dann verlassen, wenn eine dauernde Überwachung ihrer Versuche nicht erforderlich ist oder wenn ein anderer Versicherter, der über den Ablauf der Versuche unterwiesen ist, die Überwachung übernimmt.

**4.1.6** Der Unternehmer hat durch organisatorische Maßnahmen dafür zu sorgen, dass bei Betriebsschluss die Laborarbeitsplätze gesichert werden.

*Eine Sicherung erfolgt z.B. durch Schließen der Gas-, Wasser- und Dampf-hähne. Soweit möglich, sind auch die Haupthähne abzusperren, die Hauptschalter auszuschalten oder die Netzstecker von Geräten, die einen Brand verursachen könnten, zu ziehen.*

**4.1.7** 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.

*Siehe Abschnitt 4.6.*

**4.1.8** 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.

*Zu den Betriebsfremden in Laboratorien gehören z.B. das Reparatur- und Reinigungspersonal.*

*Siehe auch Abschnitt 4.10.5.*

**4.1.9** Die Frontschieber von Abzügen sind im Betrieb geschlossen zu halten. In begründeten Ausnahmefällen darf der Frontschieber – soweit wie erforderlich – geöffnet werden.

*Bei geöffnetem Frontschieber ist der Schadstoffaustritt höher und der Benutzer des Abzuges nicht gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt.*

*Siehe auch Abschnitt 3.2.1.6.*

## **4.2 Betriebsanweisungen**

**4.2.1** Der Unternehmer 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.

*Siehe auch Abschnitte 4.3, 7, 8 und 10.*

**4.2.2** Für gefährliche Arbeiten, den Umgang mit Gefahrstoffen und die sachgerechte Entsorgung von Abfällen hat der Unternehmer gesonderte Betriebsanweisungen zu erstellen.

*Siehe § 20 Gefahrstoffverordnung, Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV“ und Merkblatt A 010 „Betriebsanweisungen“.*

*Gefährliche Arbeiten siehe Abschnitt 5.*

*Umgang mit Abfällen siehe Abschnitt 6.*

### 4.3 Unterweisung

**4.3.1** Der Unternehmer hat die Versicherten in Laboratorien mit dem Inhalt dieser Regeln und mit den Betriebsanweisungen vertraut zu machen und mindestens einmal jährlich zu unterweisen. Er hat dafür zu sorgen, dass

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

Die Versicherten haben diese Unterlagen bei ihrer Arbeit zu beachten.

*Siehe § 14 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

*Siehe auch Abschnitt 4.2.*

**4.3.2** Die Versicherten 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.

*Siehe § 20 Abs. 2 und § 26 Gefahrstoffverordnung, § 7 Abs. 2 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1) und Abschnitt 4.2 dieser Regeln.*

*Als Grundlage für die Unterweisung dienen diese Regeln sowie die Betriebsanweisungen nach Abschnitt 4.2.*

*Siehe auch UVV „Umgang mit Gefahrstoffen“ (BGV B 1, bisher VBG 91) und Merkblatt Mo06 „Besondere Schutzmaßnahmen in Laboratorien“.*

**4.3.3** Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die Versicherten anhand der Betriebsanleitung der Hersteller über die Funktionsweise der im Laboratorium verwendeten Einrichtungen vor dem erstmaligen Betrieb und danach mindestens einmal jährlich unterwiesen werden.

**4.3.4** Vor der Durchführung gefährlicher Arbeiten sind die in unmittelbarer Nähe tätigen Versicherten über die besonderen Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unter-

weisen. Dies gilt insbesondere, wenn mehrere Versicherte gleichzeitig an einem Abzug beschäftigt sind.

*Siehe auch Abschnitt 5.*

#### **4.4 Besondere Schutzmaßnahmen**

Der Unternehmer 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.

*Dies ist insbesondere bei Arbeiten nach älteren Literaturangaben der Fall.  
Siehe Abschnitt 4.3.*

#### **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.

*Dies gilt insbesondere für Exsikkatoren, Saugflaschen, Kühler und Gas-Waschflaschen.*

*Siehe*

*DIN 12 475 „Laborgeräte aus Glas; Saugflaschen, zylindrische Form“,*

*DIN 12 476 „Laborgeräte aus Glas; Saugflaschen, konische Form“,*

*DIN 12 491 „Laborgeräte aus Glas; Vakuumexsikkatoren“,*

*DIN 12 596 „Laborgeräte aus Glas; Gas-Waschflaschen; Form nach Drechsel“.*

##### **4.5.2 Umgang mit zylindrischen Glasteilen**

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

*Zum Schutz der Hände eignen sich z.B. ausreichend widerstandsfähige Handschuhe oder Tücher.*

*Zum gefahrlosen Einführen zylindrischer Glasteile in Stopfen sind etwa vorhandene Kanten vorher abzurunden. Die Teile sind mit geeigneten Gleitmitteln zu benetzen, möglichst dicht am Stopfen anzufassen und drehend, unter leichtem Druck, in gerader Richtung einzuführen, wobei sie nicht auf Unterlagen oder gar auf den Körper aufgesetzt werden dürfen.*

*Durch den Einsatz von Schraubverbindungen lassen sich Schnittverletzungen wesentlich verringern.*

#### **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.

*Hochentzündliche und leichtentzündliche Stoffe siehe Abschnitt 5.3.2.3.  
Selbstentzündliche Stoffe siehe Abschnitt 5.3.2.4.*

*Als dünnwandige Glasgefäße gelten z.B. Rundkolben, Stehkolben, Erlenmeyerkolben.*

#### **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.

*Bei Geräten aus Borosilicatglas 3.3 nach DIN ISO 3585 sind Temperaturdifferenzen bis 200 °C zulässig. Dieser Glastyp kann mit Maximal-Temperaturen von 500 °C beaufschlagt werden, wenn Abkühlgeschwindigkeiten nach Herstellerangabe beachtet werden.*

## 4.6 Heizbäder und Beheizung

**4.6.1** 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.

**4.6.2** 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.

*Siehe DIN 12 879-1 „Elektrische Laborgeräte; Flüssigkeitsthermostate, Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen“.*

**4.6.3** 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.

*Siehe DIN 12 879-1, DIN 12 880-1 „Elektrische Laborgeräte; Wärmeschränke, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen, Allgemeine technische Anforderungen“ und DIN 12 877 „Elektrische Laborgeräte; Heizbäder; Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen“.*

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

*Bewährt haben sich Labor-Hebebühnen.*

*Siehe DIN 12 897 „Laborgeräte aus Metall; Hebebühnen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung“.*

*Siehe auch Abschnitt 4.9.1.*

**4.6.5** Gefahren durch Volumenvergrößerung beim Erwärmen, durch Verunreinigungen und durch Tropfwasser ist wirksam zu begegnen.

**4.6.6** 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.

*Es empfiehlt sich, Wärmeträger nach jeder Verunreinigung zu kontrollieren und je nach Verunreinigung zu erneuern.*

*Siehe auch Abschnitt 5.4.*

**4.6.7** 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.

**4.6.8** Schmelzpunktbestimmungsapparate dürfen nicht mit Schwefelsäure gefüllt werden.

*Als Badflüssigkeit eignen sich z.B. Silikonöle.*

*Zu empfehlen sind z.B. Metallblock- oder elektrisch beheizte Flüssigkeits-Schmelzpunktbestimmungsapparate.*

## **4.7 Schläuche und Armaturen**

**4.7.1** Als Schläuche dürfen nur solche verwendet werden, die den zu erwartenden Drücken und anderen mechanischen, thermischen sowie chemischen Beanspruchungen standhalten.

*Siehe auch UVV „Verwendung von Flüssiggas“ (GUV-V D 34, bisher GUV 9.7).*

**4.7.2** Bunsenbrenner und ähnliche Verbrauchseinrichtungen dürfen nur mit DVGW-geprüften Schläuchen angeschlossen werden.

*Siehe DIN 30 664-1 „Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien; ohne Um-mantelung und Armierung, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen“ sowie DIN 30 665-1 „Gasverbrauchseinrichtungen; Gasbrenner für Laboratorien (Laborbrenner); Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung“.*

*Siehe auch Abschnitt 4.7.3.*

**4.7.3** Schläuche müssen gegen Abrutschen gesichert werden. Sie sind gegen übermäßige Wärmeeinwirkung und anderweitige Zerstörung zu schützen.

*Eine Sicherung gegen Abrutschen der Schläuche ist z.B. möglich durch*

- Verwendung von Schlauchschellen oder Schlauchbindern oder*
- Aufziehen von Gasschläuchen nach DIN 30 664-1 auf eine Schlauchtülle nach DIN 12 898 „Laborarmaturen; Schlauchtüllen“ mit (Nenndurchmesser)  $d_2 = 9,5 \text{ mm}$ .*

**4.7.4** 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**

**4.8.1** Beim Umgang mit Gefahrstoffen müssen Kegelschliff-, Kugelschliff-, Flansch- oder Schraubkappenverbindungen bzw. -verschlüsse eingesetzt werden.

*Siehe auch Abschnitt 4.12.3.*

**4.8.2** 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**

**4.9.1** Apparaturen sind übersichtlich und mechanisch spannungsfrei aufzubauen. Sind hierzu Stative erforderlich – Stativgitter sind zu bevorzugen –, sind diese sicher zu befestigen oder zu beschweren.

*Mechanisch spannungsfrei lassen sich Apparaturen z.B. durch Kugelschliffe, Schraubkappenverbindungen, PTFE-Faltenbälge aufbauen.*

*Siehe auch DIN 12 897.*

**4.9.2** Beim Aufbau von Apparaturen in Abzügen ist darauf zu achten, dass die Strömungsverhältnisse möglichst wenig beeinflusst werden.

*Das kann z.B. dadurch erreicht werden, dass ein mindestens 10 mm hoher freier Raum für eine Luftströmung unter der Apparatur gelassen wird, z.B. bei Brandschutzwannen oder Sandbädern. Außerdem empfiehlt es sich, möglichst große Abstände zu den Abluftöffnungen einzuhalten.*

**4.9.3** Heizbäder, andere äußere Wärmequellen, gegebenenfalls auch Kühlbäder, müssen gefahrlos und ohne Veränderung der Apparatur entfernt werden können.

**4.9.4** Schläuche und elektrische Leitungen sind so zu legen, dass sie zu keiner Gefährdung führen können.

**4.9.5** 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.

*Ein unbeabsichtigter Druckanstieg kann z.B. durch Verstopfen von Absorptionsröhrchen eintreten; siehe auch Abschnitt 4.9.8.*

*Versuchsautoklaven aus Glas siehe Abschnitte 3.7 und 5.4.1.*

*Glasapparaturen unter Vakuum siehe Abschnitt 5.4.4.4.*

*Siehe auch Abschnitte 5.3.1 und 5.2.*

**4.9.6** 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.

*Das Verstopfen kann z.B. durch Beimischung von inertem körnigem oder faserigem Material verhindert werden. Bei Verwendung von Calciumchlorid als Absorptionsmittel sind die Alkoholdämpfe vorher zu kondensieren oder zu adsorbieren.*

**4.9.7** Zur Wärmeisolation heißer Teile an Apparaturen dürfen keine leicht entflammbaren und keine asbesthaltigen Stoffe verwendet werden.

**4.9.8** 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.

*Das zusätzliche Vorschalten von Rückschlagventilen kann zweckmäßig sein. Gefährlich beim Vermischen sind z.B. konzentrierte Säuren mit Laugen oder Wasser, feste Alkalioxide oder -hydroxide, z.B. in Trockentürmen mit Wasser oder Säuren, Calciumchlorid mit Alkoholen.*

*Siehe auch Abschnitt 5.4.3.16.*

**4.9.9** 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.

*Bewährt haben sich z.B. Rührer, Siedesteine und Siedekapillaren. Siedesteine dürfen nicht in überhitzte Flüssigkeiten eingetragen werden.*

*Bei leicht erstarrendem Destillat besteht die Gefahr des Verstopfens und eines gefährlichen Druckanstieges in der Apparatur.*

**4.9.10** Destillationsvorlagen sind sicher zu befestigen und gegebenenfalls abzustützen.

**4.9.11** Zum Aufbau von hohen Apparaturen und zum Arbeiten an außerhalb des Griffbereiches liegenden Teilen hoher Apparaturen sind Leitern oder Tritte zu benutzen.

*Siehe UVV „Leitern und Tritte“ (GUV-V D 36, bisher GUV 6.4).*

**4.9.12** Apparaturen für Verfahren, bei denen ein Stromausfall erhöhte Gefährdungen mit sich bringen kann, sind an einen eigenen Stromkreis anzuschließen.

*Als Verfahren, bei denen ein Stromausfall erhöhte Gefährdungen mit sich bringen kann, gelten z.B. metallorganische Reaktionen.*

*Als eigener Stromkreis gilt z.B., wenn eine Steckdose nicht mit anderen zusammen über eine gemeinsame Schutzeinrichtung (z.B. Fehlerstromschutzschalter) abgesichert ist.*

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

**4.10.1** Gefahrstoffe sind so aufzubewahren oder zu lagern, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden.

*Siehe auch § 24 Gefahrstoffverordnung.*

**4.10.2** Chemikalien dürfen nur in Behältern aufbewahrt werden,

- die aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten  
und
- entsprechend ihrem Inhalt gekennzeichnet sind.

*Z.B. dürfen Aluminiumgefäße nicht für chlorkohlenwasserstoffhaltige und Glasgefäße nicht für flusssäurehaltige Stoffe bzw. Zubereitungen verwendet werden.*

*Auf die Gefahr der Versprödung, Diffusion und Verformung beim Aufbewahren von Chemikalien in Kunststoffbehältern wird hingewiesen.*

*Bewährt haben sich Standflaschen aus Glas mit einer Oberflächenbeschichtung aus Kunststoff.*

**4.10.3** 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.

*Siehe § 23 Gefahrstoffverordnung und Abschnitt 9.2 der Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 200 „Einstufung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen“.*

**4.10.4** 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.

*Im Allgemeinen sollen Behältnisse, die nur mit beiden Händen getragen werden können, nicht über Griffhöhe (170 bis 175 cm) abgestellt und entnommen werden.*

*Siehe DIN EN 294 „Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen“ und „Kleine ergonomische Datensammlung“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz.*

**4.10.5** Sehr giftige und giftige Stoffe sowie Zubereitungen sind unter Verschluss oder so aufzubewahren oder zu lagern, dass nur sachkundige oder unterwiesene Personen Zugang haben.

Reparatur- und Reinigungspersonal sind vor Arbeiten in entsprechenden Bereichen über die Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unterweisen und in angemessener Weise zu beaufsichtigen.

*Siehe auch Abschnitt 4.1.8.*

*Siehe § 24 Abs. 3 Gefahrstoffverordnung.*

**4.10.6** Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass Stoffe, die dem Betäubungsmittelgesetz unterliegen, unter Verschluss aufbewahrt werden.

*Siehe Betäubungsmittelgesetz.*

**4.10.7** Gefahrstoffe, die gesundheitsgefährliche Dämpfe abgeben, sind an dauerabgesaugten Orten aufzubewahren.

*Empfohlen werden an das Entlüftungssystem angeschlossene Schränke mit korrosionsbeständigen Wannen; siehe auch Abschnitt 3.1.5.*

**4.10.8** 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.

*Stoffe, die sich bei Raumtemperatur bei Einwirken durch Luft oder Feuchtigkeit selbst entzünden können, sind z.B. Metallalkyle, Lithiumaluminiumhydrid.*

**4.10.9** Hochkonzentrierte Salpetersäure und Perchlorsäure sind so aufzubewahren, dass bei Flaschenbruch keine gefährlichen Reaktionen möglich sind.

*Dies wird z.B. durch Einstellen in bruchsichere und resistente Übergefäße erreicht.*

**4.10.10** Brennbare Flüssigkeiten der Gefahrklassen A I, A II und B 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.

*Siehe auch Abschnitt 4.10.2.*

*Siehe auch Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 143 „Ortsbewegliche Gefäße“.*

**4.10.11** 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.

*Bewährt haben sich Schränke nach DIN 12 925-1 „Laboreinrichtungen und Betriebseinrichtungen; Sicherheitsschränke; Teil 1: Für brennbare Flüssigkeiten; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen“.*

*Ortsbewegliche Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen über 5 l dürfen für brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt bis 35 °C nur verwendet werden, wenn sie elektrostatisch ausreichend ableitfähig sind, d.h. der Oberflächenwiderstand kleiner als  $10^{11}$  Ohm ist; siehe Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 143 „Ortsbewegliche Gefäße“, „Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung“ (GUV-R 132, bisher GUV 19.7) und die Beispielsammlung der „Explosionsschutz-Regeln“ (GUV-R 104, bisher GUV 19.8) bzw. das Merkblatt T 033 „Beispielsammlung zu den Richtlinien ‚Statische Elektrizität‘“.*

*Nicht bruchsichere Behältnisse sind z.B. Glasflaschen.*

*Bewährt haben sich handelsübliche Sicherheitsbehälter aus Edelstahl mit Flammenrückschlagsperre und Druckentlastung.*

*Siehe § 24 Abs. 1 Gefahrstoffverordnung und § 46 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV 0.1).*

**4.10.12** Für die Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten gilt die Verordnung über brennbare Flüssigkeiten.

*Siehe insbesondere Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRbF 22 „Lagereinrichtungen in Arbeitsräumen (Sicherheitsschränke)“, TRbF 100 „Allgemeine Sicherheitsanforderungen“, TRbF 110 „Läger“ und TRbF 143 „Ortsbewegliche Gefäße“ sowie Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 514 „Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“ und TRGS 515 „Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“.*

**4.10.13** Für leichtentzündliche Spülflüssigkeiten im Handgebrauch dürfen grundsätzlich keine Behältnisse aus dünnwandigem Glas verwendet werden.

*Geeignet sind Spritzflaschen aus Kunststoff; siehe auch Abschnitt 4.10.2. Als Spülflüssigkeiten werden z.B. Aceton, Isopropanol verwendet.*

**4.10.14** Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass alle im Laboratorium vorgehaltenen Chemikalien und Präparate mindestens einmal jährlich auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.

*Chemikalien bzw. Präparate in nicht mehr ordnungsgemäßen Behältnissen sind umzufüllen oder zu entsorgen.*

*Nicht mehr benötigte oder unbrauchbar gewordene Chemikalien sind zu entsorgen. Siehe auch Abschnitt 6.2.3.*

**4.10.15** Zum Pipettieren müssen mechanische Einrichtungen benutzt werden. Das Pipettieren mit dem Mund ist verboten.

#### **4.11 Reinigung**

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

*Siehe auch Abschnitt 6.2.2.*

**4.11.2** 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.

*Stark reagierende Reinigungsmittel sind z.B. konzentrierte Salpetersäure, konzentrierte Schwefelsäure, Chromschwefelsäure.*

*Für den oxidativen Abbau hat sich alkalische Permanganatlösung bewährt. Hierzu wird gesättigte Kaliumpermanganatlösung in einem zu reinigenden Gefäß mit gleichem Volumen 20 %iger Natronlauge versetzt.*

*In vielen Fällen sind die genannten stark reagierenden Reinigungsmittel ersetzbar, z.B. durch handelsübliche Spezialdetergenzien.*

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

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

**4.12.2** Bei stark alkalischen oder schmierenden Substanzen sind die Stopfen gegen Herausgleiten zu sichern.

**4.12.3** Festsitzende Glasstopfen sind durch geeignete Maßnahmen zu lösen.

*Dies wird z.B. erreicht durch Klopfen mit einem Holzstiel an den Glasstopfen, durch vorsichtiges, aber rasches Anwärmen des Flaschenhalses mit Heißluft oder mit warmem Wasser. Dabei ist die Flasche mit einem Tuch abzudecken; bei größeren Flaschen ist über einer Auffangwanne zu arbeiten.*

## **4.13 Speisen und Getränke**

**4.13.1** In Laboratorien, in denen mit giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, fruchtschädigenden, erbgutverändernden Stoffen sowie infektiösen oder infektionsverdächtigen Materialien oder Agenzien umgegangen wird, darf nicht gegessen, getrunken oder geschnupft werden.

*Siehe § 22 Gefahrstoffverordnung.*

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

*Siehe Merkblatt M 006 „Besondere Schutzmaßnahmen in Laboratorien“. Umgang mit biologischen Agenzien siehe UVV „Biotechnologie“ (BGV B 12, bisher VBG 102).*

**4.13.3** In Laboratorien, in denen nicht mit Stoffen nach Abschnitt 4.13.1 und 4.13.2 umgegangen wird, kann der Unternehmer Bereiche festlegen, in denen die Versicherten Speisen und Getränke abstellen sowie essen und trinken dürfen.

**4.13.4** Speisen und Getränke dürfen nicht zusammen mit Chemikalien aufbewahrt werden.

**4.13.5** 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.

**4.13.6** Für Chemikalien dürfen keine Gefäße benutzt werden, die üblicherweise zur Aufnahme von Speisen oder Getränken bestimmt sind.

*Siehe § 48 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

#### **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.

*Werden Geräte, die einen Schallleistungspegel von mehr als 85 dB(A) erzeugen, länger als nur kurzfristig betrieben, können technische Lärmschutzmaßnahmen erforderlich sein.*

*Siehe auch UVV „Lärm“ (GUV-V B 3, bisher GUV 9.20) und Dritte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz.*

#### **4.16 Sicherheitseinrichtungen**

**4.16.1** Einrichtungen, die der Sicherheit dienen, dürfen nicht unwirksam gemacht werden.

*Siehe §§ 14 bis 17 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV 0.1).*

**4.16.2** Der Unternehmer 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 Versicherten über die Arbeiten informiert werden.

*Siehe auch Abschnitt 3.5.*

# 5 Gefährliche Arbeiten

## 5.1 Gefährdungsermittlung

**5.1.1** Bevor gefährliche Arbeiten durchgeführt werden, hat der Unternehmer 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.

*Neue Stoffe, für die es weder toxikologische Daten noch vergleichbare Verbindungen mit bekannten Eigenschaften gibt, sind mit erhöhter Vorsicht zu handhaben.*

*Siehe § 16 Abs. 4, § 28 und Anhang VI Gefahrstoffverordnung mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe, insbesondere TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“.*

*Beschäftigungsbeschränkungen bestehen z.B. für Jugendliche, werdende Mütter; siehe Jugendarbeitsschutzgesetz und Mutterschutzrichtlinienverordnung und Merkblatt M 039 „Fruchtschädigungen – Schutz am Arbeitsplatz“.*

**5.1.2** Der Unternehmer darf gefährliche Arbeiten nur Fachleuten oder unterwiesenen Personen übertragen, denen die damit verbundenen Gefahren und Schutzmaßnahmen bekannt sind.

*Als Fachleute gelten Personen, die auf Grund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihnen übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können. Zur Beurteilung der fachlichen Ausbildung kann auch eine mehrjährige Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet herangezogen werden.*

*Als unterwiesene Person gilt, wer über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angeleitet sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.*

*Gefährliche Arbeiten können z.B. sein:  
Arbeiten mit Bombenrohren und Autoklaven, Druckgasflaschen, Druckgasen, Vakuum, brennbaren Flüssigkeiten sowie mit explosionsgefährlichen und gesundheitsgefährlichen Stoffen.*

*Siehe § 36 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1) und Abschnitte 4.1.3 und 4.3.4 dieser Regeln.*

*Siehe auch DIN VDE 1 000 „Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse“.*

## **5.2 Besondere Schutzmaßnahmen**

**5.2.1** Gefährliche chemische Reaktionen müssen unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

*Zu den gefährlichen chemischen Reaktionen gehören z.B. Nitrierungen, Oxidationen, Polymerisationen, Diazotierungen.*

*Siehe auch*

*L. Bretherick „Handbook of Chemicals“ und „Manual of Hazardous Chemical Reactions“ der National Fire Protection Association,*

*L. Roth und U. Weller „Gefährliche chemische Reaktionen“.*

*Siehe auch Abschnitte 3.7, 4.4, 4.9.5 und 5.4.1.*

## **5.3 Umgang mit Gefahrstoffen**

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

**5.3.1.1** 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.

*Bei geöffnetem Frontschieber darf nur in begründeten Ausnahmefällen gearbeitet werden, da bei geöffnetem Frontschieber der Schadstoffaustritt höher und der Benutzer des Abzuges nicht gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt ist.*

*Geeignet sind Abzüge, wenn sie Abschnitt 3.2.1 und DIN 12 924-1 bzw. DIN 12 924-2 entsprechen.*

*Arbeiten, bei denen in der Raumluft Sauerstoff-Konzentrationen von mehr als 21 Vol.-% auftreten können; siehe Abschnitt 5.3.2 des Merkblattes „Umgang mit Sauerstoff“ (BGI 617, bisher ZH 1/307).*

*Siehe auch Abschnitte 5.3.1.2 und 5.3.1.3.*

*Zur Emissionsminderung sind möglichst auch im Abzug austretende Schadstoffe an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle zu erfassen und zu beseitigen.*

**5.3.1.2** 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 Versicherten durch diese Stoffe ausgeschlossen ist.

*Zu den geeigneten Maßnahmen gehören z.B. die Verwendung von geschlossenen Apparaturen, nachgeschaltete Kühlfallen, Gaswäscher oder eine wirksame Quellenabsaugung (örtliche Absaugung).*

**5.3.1.3** 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.

*Die Beseitigung des gefährlichen Zustandes darf nur unter geeigneten Schutzmaßnahmen erfolgen.*

*Siehe auch Abschnitt 4.3.4.*

## **5.3.2 Arbeiten mit brennbaren Stoffen**

**5.3.2.1** 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.

*Zu den Maßnahmen, welche eine Bildung explosionsfähiger Atmosphäre verhindern, gehört z.B. der Ersatz von brennbaren durch nicht brennbare Lösemittel oder durch Lösemittel mit einem ausreichend sicher über Raum- und Verarbeitungstemperatur liegenden Flammpunkt.*

*Zu den Maßnahmen, welche eine Bildung explosionsfähiger Atmosphäre in gefahrdrohender Menge verhindern, gehört z.B. das Absaugen der brennbaren Gase, Dämpfe oder Stäube an der Entstehungs- oder Austrittsstelle, das Arbeiten in Abzügen nach DIN 12 924-1; siehe Abschnitt E 1 der „Explosionsschutz-Regeln“ (GUV-R 104, bisher GUV 19.8).*

*Maßnahmen, welche eine Entzündung explosionsfähiger Atmosphäre verhindern, sind z.B. das Vermeiden offener Flammen, der Einsatz explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel, das Vermeiden elektrostatischer*

*Aufladung; siehe Abschnitt E 2 der „Explosionsschutz-Regeln“ (GUV-R 104, bisher GUV 19.8) und Abschnitt 5.8.*

*Siehe auch § 44 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

**5.3.2.2** 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.

*Als zusätzliche Schutzmaßnahme empfiehlt sich das Vermeiden von Zündquellen.*

*Das offene Verdampfen oder Erhitzen von brennbaren Flüssigkeiten ist zulässig z.B. bei geringen Mengen im Reagenzglas, bei behördlich vorgeschriebenen, genormten oder ähnlich festgelegten Untersuchungsmethoden.*

**5.3.2.3** 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.

*Zusätzliche Schutzmaßnahmen können sein:*

- Arbeiten in Abzügen,*
- Automatische Löschanlagen,*
- Explosionsgeschützte Geräte,*
- Verwendung dickwandiger Glasgefäße.*

*Siehe Abschnitt 4.5.4.*

*Maßnahmen gegen Siedeverzüge siehe Abschnitte 4.9.9 und 5.4.4.5.*

**5.3.2.4** 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.

*Zu den selbstentzündlichen Stoffen gehören z.B. Metallalkyle, Lithium-Aluminiumhydrid, Silane, weißer Phosphor.*

*Geeignete Löschmittel siehe Anhang 1.*

**5.3.2.5** 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.

*Hauptabsperrvorrichtung für Brenngase siehe Abschnitt 3.4.2.*

**5.3.2.6** Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, müssen vor der Destillation und dem Abdampfen auf Anwesenheit von Peroxiden untersucht und die Peroxide entfernt werden.

*Zur Bildung von Peroxiden neigen zahlreiche organische Verbindungen, z.B. Dekalin, Diethylether, Dioxan, Tetrahydrofuran, ferner ungesättigte Kohlenwasserstoffe, wie Tetralin, Diene, Cumol sowie Aldehyde, Ketone und Lösungen dieser Stoffe.*

*Siehe auch D. Bernabei „Sicherheit – Handbuch für das Labor“.*

*In den Destillations- und Abdampfrückständen dieser Flüssigkeiten und Lösungen können sich organische Peroxide anreichern und explosionsartig zersetzen.*

**5.3.2.7** Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, sind vor Licht – insbesondere UV-Strahlung – geschützt aufzubewahren.

*Die Peroxidbildung wird hierdurch jedoch nicht sicher verhindert.*

**5.3.2.8** Bei Arbeiten, bei denen Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen bestehen, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen.

*Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen können bestehen*

- *bei brennbaren Flüssigkeiten, z.B. beim Umfüllen, durch schnelles Strömen in Schläuchen oder Versprühen,*
- *bei brennbaren Stäuben und Granulaten, z.B. beim Aufwirbeln, Mahlen, Mischen, Fördern, Sieben (insbesondere in der Anwendungstechnik).*

*Geeignete Schutzmaßnahmen sind z.B.:*

- *die Erdung leitfähiger Gefäße und Geräte (z.B. Trichter, Heber, Schläuche).*

- *Beim Umfüllen elektrostatisch aufladbarer (nicht leitfähiger) Flüssigkeiten (z.B. Benzin, Toluol, Ether, Schwefelkohlenstoff) sollen jeweils Geräte und Behälter kombiniert werden, die entweder nur leitfähig oder nur nicht leitfähig sind. In Behälter aus elektrostatisch aufladbaren (nicht leitfähigen) Stoffen, z.B. Kunststoffbehälter, dürfen grundsätzlich keine elektrostatisch aufladbaren (nicht leitfähigen) brennbaren Flüssigkeiten eingefüllt werden. Hiervon ausgenommen sind Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen bis 5 Liter.*
- *Elektrostatisch aufladbare (nicht leitfähige) Flüssigkeiten langsam und nicht im freien Fall ausgießen, den Trichter bis dicht auf den Boden führen, um ein Verspritzen der einlaufenden Flüssigkeit weitgehend zu vermeiden.*

*Siehe „Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (GUV-R 132, bisher GUV 19.7) sowie die Merkblätter T 025 „Sicherer Umgang mit Flüssigkeiten; Teil 1: Umfüllen“ und T 033 „Beispielsammlung zu den Richtlinien ‚Statische Elektrizität‘“.*

### **5.3.3 Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen**

**5.3.3.1** Beim Arbeiten mit explosionsgefährlichen Stoffen und deren Gemischen sind die einschlägigen Vorschriften zu beachten.

*Explosionsgefährliche Stoffe sind unter anderem zahlreiche organische Nitroso- und Nitroverbindungen, Salpetersäureester, Diazoverbindungen, Stickstoffwasserstoffsäure, ihre Salze und Ester, Salze der Knallsäure, des Acetylens und seiner Derivate, Schwermetallperchlorate, Chlorstickstoff, organische Peroxide und Persäuren.*

*Mischungen oxidierender Verbindungen, z.B. Nitrate, Chromate, Chlorate, Perchlorate, rauchende Salpetersäure, konzentrierte Perchlorsäure und Wasserstoffperoxidlösungen (> 30 %) mit brennbaren oder reduzierenden Stoffen können die Eigenschaften von explosionsgefährlichen Stoffen haben, z.B. reagiert rauchende Salpetersäure explosionsartig mit Aceton, Ethern, Alkoholen, Terpentinöl.*

*Siehe*

*§ 2 der Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz,*

*§ 19 Abs. 2 UVV „Explosivstoffe – Allgemeine Vorschrift“ (BGV B 5, bisher VBG 55a),*

*UVV „Organische Peroxide“ (BGV B 4, bisher VBG 58).*

**5.3.3.2** Explosionsgefährliche Stoffe und Gemische sind in möglichst kleinen Mengen und nur an ausreichend abgeschirmten Arbeitsplätzen zu handhaben. Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag, Reibung und gefährlicher Einschlag (Verdämmung) sind zu vermeiden.

**5.3.3.3** 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.

**5.3.3.4** Ammoniakalische silbersalzhaltige Lösungen müssen nach ihrer Herstellung sofort weiterverarbeitet werden.

*Beim Arbeiten mit ammoniakalischen silbersalzhaltigen Lösungen ist zu beachten, dass sich nach einiger Zeit ein schwarzer Niederschlag abscheidet, der teilweise aus Knallsilber besteht und beim Berühren, Umrühren oder Schütteln heftig explodieren kann.*

**5.3.3.5** 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.

*Beim Arbeiten mit Acetylen ist zu beachten, dass das Acetylen mit zahlreichen Schwermetallen Acetylide bildet, die sehr leicht explodieren können.*

*Siehe Technische Regeln für Acetylenanlagen und Calciumcarbidlager TRAC 204 „Acetylenleitungen“.*

*Hinsichtlich persönlicher Schutzausrüstungen siehe Abschnitt 8.*

**5.3.3.6** Beim Umgang mit Perchlorsäure muss sichergestellt sein, dass sich nicht unkontrolliert explosionsgefährliche Perchlorate bilden können.

*Dies ist z.B. bei einer Einwirkung von Perchlorsäure auf Holz (Labormöbel) möglich.*

*Das Abrauchen von Perchlorsäure kann z.B. den Einsatz von Abzügen nach DIN 12 924-2 erfordern.*

### **5.3.4 Abfüllen und Transport gefährlicher Stoffe**

**5.3.4.1** Beim Umfüllen gefährlicher Stoffe aus Fässern, Ballons, Kanistern und anderen Behältern sind geeignete Einrichtungen zu benutzen.

*Damit soll ein Verspritzen oder Verschütten von gefährlichen Stoffen vermieden werden.*

*Geeignete Vorrichtungen sind z.B. Pumpen, Ballonkipper, Sicherheitsheber und selbstschließende Ventile.*

*Siehe auch Abschnitte 5.3.1.3, 5.3.2.1 und 5.3.2.8.*

**5.3.4.2** Behälter in Fass- oder Ballonkippern müssen gegen das Herausgleiten beim Kippen gesichert werden.

**5.3.4.3** Beim Abfüllen in enghalsige Gefäße sind Trichter zu benutzen, wobei darauf zu achten ist, dass die Luft beim Eingießen ungehindert entweichen kann.

*Siehe auch Abschnitt 5.3.2.8.*

**5.3.4.4** 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.

**5.3.4.5** Zur Erzeugung des Überdrucks zum Abfüllen brennbarer Flüssigkeiten dürfen nur Inertgase verwendet werden.

*Zu den Inertgasen gehören z.B. Stickstoff und die Edelgase.*

*Siehe auch Abschnitte 4.7.1, 4.7.3, 5.3.2.1 und 5.3.2.8.*

**5.3.4.6** Nicht bruchsichere Behältnisse müssen beim Tragen am Behälterboden unterstützt werden.

*Behältnisse, die aus Kühlgeräten oder kalten Räumen entnommen werden, können infolge Beschlagens sehr glatt oder rutschig sein.*

**5.3.4.7** Nicht bruchsichere Behältnisse dürfen in andere Räume nur mit Hilfsmitteln befördert werden, die ein sicheres Halten und Tragen ermöglichen.

*Dies sind z.B. Eimer oder Tragkästen.*

## **5.4 Umgang mit Apparaturen**

### **5.4.1 Versuchsautoklaven**

**5.4.1.1** Werden Versuchsautoklaven aus Glas mit nicht brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen außerhalb von besonderen Kammern (Autoklavenräumen) oder nicht hinter Schutzwänden betrieben, ist ein geeigneter Splitterschutz zu verwenden.

*Bei Versuchsautoklaven aus Glas muss damit gerechnet werden, dass ein Zerplatzen bereits durch Spannungen infolge fehlerhaften Zusammenbaus, durch mechanische Einwirkungen von außen oder durch örtliche Temperaturspitzen eintreten kann.*

*Siehe auch Abschnitte 3.7.2 und 11.4.*

**5.4.1.2** Mit brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen dürfen Versuchsautoklaven aus Glas nur in besonderen Kammern (Autoklavenräumen) betrieben werden.

*Bei Versuchen mit brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen können beim Zerknall von Autoklaven schlagartig größere Mengen explosionsfähiger Atmosphäre entstehen.*

*Siehe auch Abschnitte 3.7.2 und 11.4.*

### **5.4.2 Bombenrohre, Schießöfen**

**5.4.2.1** Bombenrohre dürfen nur dann verwendet werden, wenn sie nicht durch andere, weniger gefährliche Apparaturen ersetzt werden können.

*Weniger gefährliche Apparaturen sind z.B. verschraubbare Aufschlussbomben.*

**5.4.2.2** Beim Zuschmelzen von Bombenrohren sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen.

*Als Schutzmaßnahmen gelten z.B. das Kühlen der Proben, Evakuieren oder Inertisieren des Bombenrohres.*

**5.4.2.3** 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.

**5.4.2.4** Bombenrohre dürfen erst aus der Schutzhülse genommen werden, wenn sie drucklos gemacht sind.

*Dies erfolgt z.B. durch Aufschmelzen, Abschlagen oder Abkneifen der Spitze.*

**5.4.2.5** Schießöfen sind so aufzustellen, dass im Falle des Zerknalls eines Bombenrohres keine Gefährdung der Versicherten eintreten kann.

### **5.4.3 Druckgasflaschen und Armaturen**

**5.4.3.1** Druckgasflaschen sind zur Vermeidung von Gefahren möglichst außerhalb der Laboratorien aufzustellen und die Gase den Arbeitsplätzen durch fest verlegte 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.

*Gefahren bestehen z.B. bei Bränden durch Zerknall oder beim Flaschentransport.*

*Druckgasflaschen sind in Abhängigkeit von der möglichen Brandlast z.B. geschützt durch*

- *Unterbringen in Schränken nach DIN 12 925-2 „Laboreinrichtungen; Schränke für Druckgasflaschen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung“,*
- *Unterbringen in dauerbelüfteten Flaschenschränken nach den Technischen Regeln Druckgase TRG 280 „Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter; Betreiben von Druckgasbehältern“,*
- *Einrichtungen, die Druckgasflaschen selbsttätig mit Wasser berieseln (z.B. nach DIN 14 494 „Sprühwasser-Löschanlagen, ortsfest, mit offenen Düsen“,*
- *Aufstellen der Druckgasflaschen hinter feuerhemmender Abtrennung.*

**5.4.3.2** Laboratorien, in denen Druckgasflaschen aufgestellt sind, müssen mit dem Warnzeichen W19 „Warnung vor Gasflaschen“ gekennzeichnet sein. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV-V A 8, bisher GUV o.7) entsprechen.

*Siehe auch DIN 12 001-1 „Sicherheitszeichen im Labor; Warnung vor Gasflaschen“.*

**5.4.3.3** Druckgasflaschen sind gegen Umstürzen zu sichern und vor starker Erwärmung zu schützen.

*Druckgasflaschen können z.B. durch Ketten, Rohrschellen oder Einstellvorrichtungen gesichert werden.*

*Siehe auch Technische Regeln Druckgase TRG 280 „Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter; Betreiben von Druckgasbehältern“.*

*Siehe auch Abschnitt 5.4.3.8.*

**5.4.3.4** Druckgasflaschen mit sehr giftigen, giftigen oder krebserzeugenden Gasen müssen, sofern sie im Labor aufgestellt werden, dauerhaft abgesaugt werden.

*Dies wird z.B. erreicht durch Aufstellen in Abzügen oder in belüfteten Flaschenschränken.*

*Siehe Anhang „Giftige Gase“ der UVV „Gase“ (GUV-V B 6, bisher GUV 9.9).*

**5.4.3.5** Für sehr giftige, giftige und krebserzeugende Gase müssen möglichst kleine Druckgasflaschen verwendet werden.

*Bewährt haben sich so genannte „Lecture bottles“.*

**5.4.3.6** 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.

*Stark oxidierende Druckgase sind z.B. Sauerstoff, Distickstoffmonoxid.*

*Siehe § 12 UVV „Sauerstoff“ (GUV-V B 7, bisher GUV 9.8).*

**5.4.3.7** Für Sauerstoff dürfen nur Manometer verwendet werden, die blau gekennzeichnet sind und die Aufschrift „Sauerstoff! Öl- und fettfrei halten“ tragen.

**5.4.3.8** Beim Verdampfen von verflüssigten Gasen durch äußere Erwärmung muss eine örtliche Überhitzung vermieden werden. Die Temperatur des Heizmediums darf 50 °C nicht überschreiten.

*Die äußere Erwärmung kann erfolgen z.B. durch feuchte, heiße Tücher, temperaturgeregelte Wasserbäder, Berieselung mit warmem Wasser.*

**5.4.3.9** 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.

*Ist dies z.B. bei einer Probenahme nicht möglich, ist ein Teil des verflüssigten Gases nach der Füllung in eine Abgasleitung abzulassen.*

*Siehe Technische Regeln Druckgase TRG 402 „Füllanlagen; Betreiben von Füllanlagen“ mit Anlage 1 „Volumetrisches Füllen von Handwerkerflaschen mit Flüssiggas“*

*und*

*Merkblatt „Füllen von Druckbehältern mit Gasen“ (BGI 618, bisher ZH 1/308).*

**5.4.3.10** 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.

*Die Dichtheitsprüfung kann z.B. mit einer geeigneten Detergenzlösung erfolgen.*

*Siehe*

*DIN 4815-2 „Schläuche für Flüssiggas; Schlauchleitungen“,*

*IN 3017-1 „Schlauchschellen; Teil 1: Schellen mit Schneckentrieb; Form A“,*

*DIN 32 620 „Schlauchbinder; Spanner und Band“,*

*DIN EN 560 „Gasschweißgeräte; Schlauchanschlüsse für Geräte und Anlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“.*

**5.4.3.11** Ventile von Druckgasflaschen für brennbare und brandfördernde (oxidierende) Gase sind langsam zu öffnen.

*Dies gilt insbesondere für Wasserstoff, Sauerstoff und Fluor.*

*Hierdurch soll eine Entzündung dieser Gase bzw. Ventilbrände vermieden werden.*

**5.4.3.12** Zum Öffnen der Ventile von Druckgasflaschen dürfen keine Drehmoment erhöhenden Werkzeuge verwendet werden.

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

**5.4.3.14** Ventile von Druckgasflaschen sind nach Gebrauch und auch nach dem Entleeren zu schließen.

*Entleerte Druckgasflaschen enthalten einen Restüberdruck, der zur Gasentnahme nicht mehr ausreicht. Dieser Restüberdruck muss durch Schließen des Ventiles bis zur Anlieferung im Füllwerk erhalten bleiben. Bei offenem Ventil kann durch Temperatur- oder Luftdruckänderungen unkontrolliert Luft in die Flasche gelangen.*

**5.4.3.15** Gase dürfen in Apparaturen nur eingeleitet werden, wenn sichergestellt ist, dass sich in der Apparatur kein unzulässiger Überdruck aufbauen kann.

*Ein unzulässiger Überdruck kann sich z.B. aufbauen bei der Verwendung von Nadelventilen, da diese nur „Strömungsbegrenzer“, jedoch keine Druckminderer sind.*

*Bewährt hat sich eine Sicherheitstauchung.*

*Siehe hierzu auch die Abschnitte 5.4.3.16, 5.3.1.2 und 5.3.1.3.*

**5.4.3.16** Beim Einleiten von Gasen in Flüssigkeiten müssen Einrichtungen verwendet werden, die ein Zurücksteigen von Flüssigkeiten in die Leitung oder in das Entnahmefäß sicher verhindern.

*Das Zurücksteigen von Flüssigkeit kann z.B. durch ausreichend bemessene Zwischengefäße verhindert werden. Beim Einbau der Zwischengefäße ist auf die richtige Durchflussrichtung zu achten.*

**5.4.3.17** Druckgasflaschen müssen, soweit dies möglich ist, mit geeigneten Druckminderern betrieben werden.

*Druckminderer (Druckminder-, Druckreduzierventile) sind nicht für alle Gase erhältlich.*

*Nadelventile sind keine Druckminderer; siehe Erläuterungen zu Abschnitt 5.4.3.15.*

**5.4.3.18** Manometer dürfen an Druckminderern nur von Fachleuten ausgewechselt werden. Undichte Verschraubungen der Druckminderer dürfen nur angezogen werden, wenn das Flaschenventil geschlossen ist.

*Als Fachleute gelten Personen, die auf Grund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihnen übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen können. Zur Beurteilung der fachlichen Ausbildung kann auch eine mehrjährige Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet herangezogen werden.*

*Als unterwiesene Person gilt, wer über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angeleert sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.*

*Siehe auch Druckbehälterverordnung.*

**5.4.3.19** Vor Arbeiten mit gefährlichen Gasen ist die Apparatur dahingehend zu überprüfen, ob überschüssiges Gas nur an der dafür vorgesehenen Stelle entweichen kann.

*Siehe Abschnitte 5.3.1.2 und 5.3.1.3.*

**5.4.3.20** Druckgasflaschen dürfen nur mit geeigneten Hilfsmitteln und grundsätzlich nur mit Schutzkappe transportiert werden.

*Geeignete Hilfsmittel sind z.B. Flaschentransportwagen.*

**5.4.3.21** 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 am Arbeitsplatz weiter betrieben werden.*

*Sind Druckgasflaschen mit gefährlichen Gasen nach Ablauf der Prüffrist nicht entleert und sollen sie z.B. zum Füllwerk transportiert werden, ist für den Transport eine Ausnahmegenehmigung erforderlich.*

*Siehe auch Gefahrgutverordnung Straße (GGVS).*

#### **5.4.4 Arbeiten mit Vakuum**

**5.4.4.1** Dünnwandige Glasgefäße dürfen nur evakuiert werden, wenn sie von der Form her dafür geeignet sind.

*Geeignet sind z.B. Rundkolben, Spitzkolben und Kühler.*

*Nicht geeignet sind z.B. Erlenmeyer- und Stehkolben.*

**5.4.4.2** Evakuierte Glasgefäße dürfen nicht einseitig erhitzt werden.

*Durch gleichmäßige Erhitzung kann Glasbruch infolge Spannungen im Glas verhindert werden.*

**5.4.4.3** Vor jedem Evakuieren von Glasgefäßen sind diese einer Sichtkontrolle auf festigkeitsgefährdende Beschädigungen zu unterziehen.

*Festigkeitsgefährdende Beschädigungen sind z.B. so genannte „Sternchen“.*

**5.4.4.4** Zum Schutz gegen umherfliegende Glassplitter infolge Implosion sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

*Zu den geeigneten Maßnahmen gehört z.B. die Verwendung von Schutzscheiben, Schutzvorhängen – gegebenenfalls auch auf der Rückseite – sowie Schutzhauben oder das Arbeiten im Abzug. Das Beschichten mit Kunststoff oder das Bekleben mit Folien hat sich z.B. bei Exsikkatoren und Saugflaschen bewährt.*

**5.4.4.5** Bei Vakuumdestillationen muss dafür gesorgt werden, dass kein Siedeverzug auftritt.

*Bewährt haben sich Kapillaren zum Durchsaugen von Luft oder inerten Gasen oder Rühren.*

*Siehe auch Abschnitt 4.9.9.*

**5.4.4.6** Bei Vakuumdestillationen müssen nicht kondensierte Dämpfe auskondensiert oder auf sonstige Weise gefahrlos abgeführt werden.

*Verwendung von Kühlfallen siehe Abschnitt 5.4.6.*

**5.4.4.7** 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.

*Siehe auch Abschnitt 5.4.4.4.*

**5.4.4.8** 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**

**5.4.5.1** Werden in Wärmeschränken Produkte getrocknet, aus denen sich gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann, müssen Maßnahmen des Explosionsschutzes getroffen werden.

*Siehe § 44 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1), § 6 UVV „Trockner für Beschichtungsstoffe“ (BGV D 24, bisher VBG 24) und DIN 12 880-1.*

**5.4.5.2** Wärmeschränke, aus denen Gase, Dämpfe oder Nebel in gefährlicher Konzentration oder Menge austreten können, müssen an eine ständig wirksame Entlüftung angeschlossen werden.

*Sonderabsaugungen siehe DIN 1946-7 „Raumluftechnik; Raumluftechnische Anlagen in Laboratorien (VDI-Lüftungsregeln)“.*

**5.4.5.3** 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.

*Die Temperatur-Sicherheitseinrichtung soll, wenn die gewählte Einstelltemperatur (Arbeitstemperatur), z.B. bei Versagen der Temperaturregel-einrichtung, überschritten wird, die Heizung bleibend abschalten; siehe DIN 12 880-1*

*Bei thermisch instabilen Stoffen sollen die eingestellte Temperatur der Temperatur-Sicherheitseinrichtung mindestens 20 % unterhalb der Zersetzungstemperatur und bei leichtentzündlichen Stoffen mindestens 20 % unterhalb der Zündtemperatur liegen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Temperaturangaben in °C.*

#### **5.4.6 Tiefkühlung**

**5.4.6.1** 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.

*Es darf z.B. Aceton nicht als Tiefkühlmedium verwendet werden, wenn wasserstoffperoxidhaltige Flüssigkeiten gekühlt werden. Bei Bruch der Glasgefäße kann explosionsgefährliches Acetonperoxid entstehen, das stoßempfindlich ist.*

**5.4.6.2** Festes Kohlendioxid muss den Lösemitteln vorsichtig zugegeben werden.

*Durch entweichendes Kohlendioxid kann das Lösemittel sehr leicht übersäuern. Dies kann bei brennbaren Lösemitteln zu Bränden führen.*

**5.4.6.3** Nach Gebrauch der Tiefkühlbäder sind diese umgehend abzudecken.

**5.4.6.4** Dewargefäße dürfen nur in trockenem und sauberem Zustand mit verflüssigten Gasen gefüllt werden.

**5.4.6.5** 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.

*Eine kurze Verweilzeit verhindert, dass Sauerstoff nach einiger Zeit in den Stickstoff einkondensieren kann. Einkondensierter Sauerstoff kann an der leichten Blaufärbung des Flüssigstickstoffes erkannt werden.*

**5.4.6.6** Die Verwendung von flüssigem Sauerstoff oder flüssiger Luft zur Tiefkühlung ist nicht zulässig.

*Flüssige Luft oder flüssiger Sauerstoff bilden mit organischen Stoffen ein explosionsgefährliches Gemisch.*

**5.4.6.7** Zur Erzeugung von Tieftemperatur-Kühlbädern dürfen verflüssigte Gase nur in kleinen Portionen unter Rühren in die Badflüssigkeit eingetragen werden.

*Andernfalls könnte es zum explosionsartigen Verdampfen des verflüssigten Gases kommen.*

## **5.4.7 Zentrifugen**

Für den Betrieb von Zentrifugen ist eine Betriebsanweisung zu erstellen. Zentrifugen dürfen nur von unterwiesenen Personen benutzt werden.

Für Ultrazentrifugen ist ein Betriebsbuch zu führen. Versicherte, die mit Ultrazentrifugen umgehen, sind namentlich festzuhalten.

*Auf die besonderen Gefahren beim Umgang mit leicht- und hochentzündlichen Stoffen ist zu achten (Explosionsgefahr).*

*Siehe DIN 24 403 „Betriebsanleitungen für Zentrifugen; Hinweise für die Erstellung“ und DIN EN 61 010-2-020/VDE 0411-2-020 „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; Teil 2-020: Besondere Anforderungen an Laborzentrifugen (IEC 61010-2-020:1992, modifiziert)“ und UVV „Zentrifugen“ (GUV-V 7z, bisher GUV 3.16).*

# 6 Umgang mit Abfällen

## 6.1 Sammlung, Kennzeichnung und Transport

**6.1.1** 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 Beschäftigten sicher transportiert werden können. Insbesondere müssen die Behälter den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen durch die Füllgüter standhalten.

*Siehe Abschnitt 4.10.11 und Nummer 1.9 der Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten TRBF 143 „Ortsbewegliche Gefäße“.*

**6.1.2** 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.

**6.1.3** Sammelbehälter für Gefahrstoffabfälle sind innerhalb des Labors so aufzubewahren, dass sie die übliche Laborarbeit nicht beeinträchtigen.

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.

Zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen muss beim Einfüllen hochentzündlicher, leichtentzündlicher oder entzündlicher flüssiger Gefahrstoffabfälle der Trichter sowie der Sammelbehälter an einen Potenzialausgleich angeschlossen sein. Dies gilt nicht für Behälter mit einem Nennvolumen bis zu 5 Litern.

*Um ein sicheres Befüllen zu ermöglichen, sollte der Trichter beim Befüllen mit flüssigen Gefahrstoffabfällen fest mit dem Sammelbehälter verbunden sein.*

*Siehe Abschnitt 3.3.2.*

**6.1.4** Abfallbehälter sind nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 201 „Kennzeichnung von Abfällen beim Umgang“ zu kennzeichnen.

**6.1.5** Abfallbehälter für den außerbetrieblichen Transport müssen den Vorschriften über den Transport von Gefahrgut entsprechen.

## **6.2 Beseitigung von Abfällen**

**6.2.1** Abfälle, die auf Grund 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.

*Siehe z.B. D. Bernabei „Sicherheit/Handbuch für das Labor“, D. Reichard, W. Ochterbeck „Abfälle aus chemischen Laboratorien und medizinischen Einrichtungen“ und L. Roth „Gefahrstoff-Entsorgung“.*

**6.2.2** Entleerte Behälter, die Gefahrstoffe, insbesondere brennbare Flüssigkeiten enthielten, sind vor ihrer Entsorgung oder anderweitiger Weiterverwendung ausreichend zu reinigen.

*Siehe Abschnitt 4.11.1.*

**6.2.3** 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.

*Siehe auch Abschnitt 4.10.14.*

# 7 Kleidung und Schuhwerk

## 7.1 Arbeitskleidung

**7.1.1** Bei Arbeiten in Laboratorien ist geeignete Arbeitskleidung zu tragen.

*Geeignete Arbeitskleidung ist z.B. ein ausreichend langer Laborkittel mit langen Ärmeln.*

*Die Straßenkleidung gilt nicht als geeignete Arbeitskleidung.*

*Siehe auch GUV-Regel „Benutzung von Schutzkleidung“ (GUV-R 189, bisher GUV 20.19) und Merkblatt M 006 „Besondere Schutzmaßnahmen in Laboratorien“.*

*Bei Arbeiten mit biologischen Agenzien sowie bei Infektionsgefahr siehe UVV „Biotechnologie“ (BGV B 12, bisher VBG 102), Merkblatt B 002 „Sichere Biotechnologie; Laboratorien – Ausstattung und organisatorische Maßnahmen“ (BGI 629, bisher ZH 1/342) und UVV „Gesundheitsdienst“ (GUV-V C 8, bisher GUV 8.1).*

*Bei Arbeiten mit fruchtschädigenden Arbeitsstoffen siehe Merkblatt M 039 „Fruchtschädigungen – Schutz am Arbeitsplatz“.*

**7.1.2** Arbeitskleidung aus handelsüblichen Geweben ist zulässig, sofern durch deren Brenn- oder Schmelzverhalten für die Versicherten im Brandfall keine erhöhte Gefährdung zu erwarten ist.

*Es ist zweckmäßig, auch Bekleidung und Unterwäsche aus Textilien mit derartigem Verhalten zu tragen.*

*Schutzkleidung siehe Abschnitt 8.4.*

## 7.2 Schuhwerk

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

*Siehe § 35 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

# 8 Persönliche Schutzausrüstungen

## 8.1 Augenschutz

**8.1.1** Der Unternehmer 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.

*Gut bewährt haben sich Schutzbrillen mit zusätzlicher oberer Augenraumabdeckung.*

*Andere geeignete Augenschutzgeräte sind z.B. Korbbrillen, Gesichtsschutzschirme.*

*Siehe GUV-Regel „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (GUV-R 192, bisher GUV 20.13).*

**8.1.2** Ist beim Abfüllen von Flüssigkeiten mit einer Gefährdung zu rechnen, sind Korbbrillen zu tragen.

*Als zusätzlicher Spritzschutz wird das Tragen eines Schutzschirmes empfohlen. Zweckmäßig ist ferner das Tragen von geeigneten Schutzhandschuhen und Schutzkleidung.*

*Siehe Abschnitt 8.1.1 sowie GUV-Regel „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (GUV-R 192, bisher GUV 20.13), GUV-Regel „Benutzung von Schutzhandschuhen“ (GUV-R 195, bisher GUV 20.17)*

*und*

*GUV-Regel „Benutzung von Schutzkleidung“ (GUV-R 189, bisher GUV 20.19).*

*In Einzelfällen kann Atemschutz erforderlich sein; siehe GUV-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (GUV-R 190, bisher GUV 20.14) und Merkblatt „Ätzende und reizende Stoffe“ (BGI 595, bisher ZH 1/229).*

*Beim Abfüllen für den Handgebrauch, z.B. aus Standflaschen, ist im Allgemeinen nicht mit einer Gefährdung zu rechnen.*

**8.1.3** Können beim Öffnen von Gebinden Verätzungen durch den Inhalt auftreten, sind zusätzlich zur Schutzbrille auch Gesichts- und Handschutz zu tragen.

*Verätzungsgefahr besteht z.B. beim Öffnen von aufgewölbten Gebinden oder festsitzenden Verschlüssen – auch von Standflaschen für den Handgebrauch.*

*Siehe GUV-Regel „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (GUV-R 192, bisher GUV 20.13) sowie GUV-Regel „Benutzung von Schutzhandschuhen“ (GUV-R 195, bisher GUV 20.17).*

## 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.

*Gefahren für die Hände können auch bei Reinigungsarbeiten bestehen.*

*Viele Gefahrstoffe können in das Handschuhmaterial hineindiffundieren.*

*Die Schutzhandschuhe sind daher gemäß den Beständigkeitsangaben des Herstellers auszuwählen.*

*Siehe „Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen“ (GUV-R 195, bisher GUV 20.17).*

*Siehe auch § 14 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

## 8.3 Atemschutz

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

*Mit dem unerwarteten Auftreten von Gefahrstoffen in gefährlicher Konzentration ist z.B. beim Verschütten von Gefahrstoffen zu rechnen.*

*Beim Umgang mit sehr giftigen Gasen kann es notwendig sein*

- *Fluchtgeräte (z.B. Filterfluchtgeräte) mitzuführen,*
- *Fluchtgeräte in der Nähe gefährdeter Stellen in ausreichender Anzahl bereitzustellen*
- oder*
- *Atemschutzgeräte zu benutzen.*

*Siehe „Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten“ (GUV-R 190, bisher GUV 20.14).*

## 8.4 Schutzkleidung

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

*Geeignete Schutzkleidung bei erhöhter Brandgefahr besteht z.B. aus schwer entflammbar Geweben oder ausreichend Flammen hemmend ausgerüsteter Baumwolle.*

*Es ist notwendig, dass die unter der Schutzkleidung getragene Kleidung aus nicht schmelzenden Textilien besteht; siehe auch Abschnitt 7.1.*

*Geeignete Schutzkleidung beim Umgang mit größeren Mengen ätzender Flüssigkeiten besteht z.B. aus gummiertem oder PVC-beschichtetem Gewebe.*

*Geeignete Schutzkleidung in medizinischen Laboratorien siehe § 7 UVV „Gesundheitsdienst“ (GUV-V C 8, bisher GUV 8.1).*

*Hinsichtlich Trageverpflichtung siehe § 14 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

# 9 Brandschutz

## 9.1 Feuerlöscheinrichtungen

Der Unternehmer hat zum Löschen von Bränden in Laboratorien Einrichtungen nach Anhang 1 bereitzustellen. Die Stellen, an denen sich Feuerlöscheinrichtungen befinden, sind durch das Brandschutzzeichen Fo4 „Feuerlöschgerät“ zu kennzeichnen. Das Zeichen muss der UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (GUV-V A 8, bisher GUV o.7) entsprechen. Der Zugang zu den Feuerlöscheinrichtungen ist ständig freizuhalten.

*Siehe auch § 43 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1) und GUV-Regel „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (GUV-R 133, bisher GUV 10.10).*

## 9.2 Verhalten bei Bränden

**9.2.1** Der Unternehmer hat für den Brandfall einen Alarmplan aufzustellen.

*Siehe § 55 Arbeitsstättenverordnung und § 43 Abs. 6 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

**9.2.2** Die Versicherten sind im Rahmen wiederholter Belehrungen und praktischer Übungen mit der Handhabung der zur Verfügung stehenden Feuerlöscher vertraut zu machen.

*Siehe § 43 Abs. 6 der UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1) und Abschnitt 4.3.*

**9.2.3** 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.

*Löschmittel für Brände siehe Anhang 1.*

**9.2.4** Kleiderbrände sind mit geeigneten Feuerlöschern oder Notduschen zu löschen. Im Brandfall ist der zuerst erreichbare Feuerlöscher zu benutzen.

*Bewährt haben sich z.B. Pulver- und Kohlendioxidlöcher.*

*Bei allen Löscharbeiten ist zu beachten, dass in Brand geratene Personen zu panikartiger Flucht neigen.*

## 10 Erste Hilfe

**10.1** Erste-Hilfe-Maßnahmen müssen auf die in Laboratorien möglichen Verletzungen und Gesundheitsschädigungen ausgerichtet sein.

*Dies sind z.B. Maßnahmen bei Augenverätzungen, Hautverätzungen, Schnittverletzungen, Verbrennungen und Verbrühungen.*

*Siehe auch UVV „Erste Hilfe“ (GUV-V A 5, bisher GUV o.3).*

**10.2** Der Unternehmer hat die von der Berufsgenossenschaft 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.

*Siehe § 11 Abs. 2 UVV „Erste Hilfe“ (GUV-V A 5, bisher GUV o.3),*

*„Anleitungen zur Ersten Hilfe bei Unfällen“ (GUV-I 510-1, bisher GUV 30.1),*

*„Informationen für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe“ (GUV-I 8504, bisher GUV 20.10)*

*sowie*

*„Erste Hilfe bei erhöhter Einwirkung ionisierender Strahlung“ (GUV-I 668, bisher GUV 20.22).*

**10.3** Der Unternehmer 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.

*Zum Inhalt von Verbandkästen siehe Durchführungsanweisungen zu § 5 UVV „Erste Hilfe“ (GUV-V A 5, bisher GUV o.3)*

*und*

*„Merkblatt für Erste-Hilfe-Material“ (GUV-I 512, bisher GUV 20.6).*

*Siehe auch Merkblätter der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie über gefährliche Arbeitsstoffe.*

**10.4** Mit Gefahrstoffen verunreinigte Kleidungsstücke, auch Unterkleidung, Strümpfe, Schuhe, sind sofort auszuziehen. Verunreinigte Kleidungsstücke sind so zu behandeln, dass keine weiteren Personen gefährdet werden.

*Gegebenenfalls sind die Kleidungsstücke vorzureinigen oder zu entsorgen.*

**10.5** Mit Gefahrstoffen in Berührung gekommene Körperstellen sind sofort gründlich abzuwaschen.

*Siehe Abschnitt 3.5.*

**10.6** 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.

*Es kann zweckmäßig sein, den Betroffenen liegend zu transportieren; nach Einatmen z.B. von Ammoniak, Chlor, nitrosen Gasen, Phosgen ist liegender Transport auch bei scheinbar gefähigen Personen erforderlich. Der Arzt ist über die Art der Einwirkung des Stoffes zu unterrichten, z.B. durch telefonische Auskunft, Begleitzettel oder sachkundige Begleitpersonen.*

*Siehe auch §§ 14 und 15 UVV „Erste Hilfe“ (GUV-V A 5, bisher GUV o.3).*

**10.7** 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

*Siehe auch Abschnitt 2.3.*

## 11.1 Gasarmaturen und -leitungen

Der Unternehmer 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.

*Sachkundiger ist, wer auf Grund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Gasarmaturen und -leitungen hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Regeln und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum) so weit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand der Gasarmaturen und -leitungen beurteilen kann.*

*Siehe DVGW Arbeitsblatt G 621 „Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen; Installation und Betrieb“.*

*Verbrauchseinrichtungen mit Flüssiggas siehe UVV „Verwendung von Flüssiggas“ (GUV-V D 34, bisher GUV 9.7).*

## 11.2 Notduschen

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

*Siehe auch § 39 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV 0.1).*

## 11.3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

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

*Siehe auch § 5 UVV „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (GUV-V A 2, bisher GUV 2.10).*

#### 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.

*Der Sachkundige muss nach § 32 Druckbehälterverordnung insbesondere eine Bescheinigung über die erfolgreiche Teilnahme an einem staatlichen oder staatlich anerkannten Lehrgang vorlegen können.*

*Prüfung von Rohrleitungen siehe Abschnitt 5 Druckbehälterverordnung.*

#### 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.

*Siehe § 53 Abs. 2 Arbeitsstättenverordnung und § 39 Abs. 3 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (GUV-V A 1, bisher GUV o.1).*

*Sachkundiger ist, wer auf Grund seiner fachlichen Ausbildung oder Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Abzugsprüfung hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Regeln und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum) so weit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand von Abzügen beurteilen kann.*

*Eine verwendete technische Einrichtung zur Dauerüberwachung signalisiert z.B. bei Verschmutzung, Korrosion, Belastung durch Chemikalien, Alterung oder bei Fehlern in der Elektronik die Nichtverfügbarkeit der Überwachung durch Störungsmeldung optisch und akustisch.*

Gegebenenfalls kann nach Umbaumaßnahmen der lufttechnischen Anlage (z.B. bei Beeinflussung der Volumenströme) eine erneute Prüfung erforderlich sein.

Die regelmäßige Prüfung umfasst

- die allgemeine Sichtkontrolle des sicherheitstechnischen Zustandes des Abzuges,
- die Kontrolle der Frontschiebermechanik auf Leichtgängigkeit, Verkantungen und Geräusche; gegebenenfalls sind je nach Einsatzbedingungen auch Seile und Gewichte auf Schäden zu überprüfen,
- die Prüfung der lufttechnischen Funktion anhand der Herstellerangaben; für Abzüge, die vor dem 1. Oktober 1993 in Betrieb genommen worden sind, gelten ersatzweise die folgenden Festlegungen:
  - Tischabzüge (Höhe der Arbeitsfläche 900 mm) benötigen 400 m<sup>3</sup>/h Luft-Volumenstrom pro laufendem Meter Frontlänge,
  - Tiefabzüge (Höhe der Arbeitsfläche 500 mm) benötigen 600 m<sup>3</sup>/h Luft-Volumenstrom pro laufendem Meter Frontlänge,
  - Begehbare Abzüge (Höhe der Arbeitsfläche 0 mm) benötigen 700 m<sup>3</sup>/h Luft-Volumenstrom pro laufendem Meter Frontlänge,
  - Aufschlussabzüge (Höhe der Arbeitsfläche 900 mm) benötigen 700 m<sup>3</sup>/h Luft-Volumenstrom pro laufendem Meter Frontlänge.

Die regelmäßige Prüfung der lufttechnischen Funktion kann als Differenzdruck- oder Geschwindigkeitsmessung im Lüftungsstutzen oberhalb des Abzugs oder an der Frontschieberöffnung erfolgen. Die Geschwindigkeitsmessung kann durch Ermittlung der mittleren Einströmgeschwindigkeit bei 100 mm hoch geöffnetem Frontschieber erfolgen. Geeignete Messgeräte sind z.B. thermische oder Flügelradanemometer.

Die Prüfung der lufttechnischen Funktion von Abzügen mit Einbaudatum vor dem 1. Oktober 1993, die nach DIN 12 924-1 vom August 1991 oder DIN 12 924-2 vom Januar 1994 gefertigt wurden, erfolgt anhand der Herstellerangaben.

## 12 Zeitpunkt der Anwendung

**12.1** Diese Regeln sind anzuwenden ab 1. Oktober 1993. Sie ersetzen die „Richtlinien für Laboratorien“ (GUV 16.17) vom April 1983.

**12.2** Abweichend von Abschnitt 12.1 sind die Bestimmungen der Abschnitte 3.2.1.3, 3.2.1.8, 3.3.1, 3.3.2 und 3.4.5.1 für Laboratorien, die vor dem 1. Oktober 1993 eingerichtet worden sind, nicht anzuwenden.

**12.3** Abweichend von Abschnitt 12.1 sind die Bestimmungen der Abschnitte 3.2.2, 3.4.5.2, 3.5.1.1, 3.5.2 und 3.6.3.3 anzuwenden ab 1. Oktober 1996.

**12.4** Abweichend von den Abschnitten 12.1 und 12.3 sind Türen von Laboratorien, die vor dem 1. April 1982 eingerichtet worden sind, auch ohne Sichtfenster zulässig (siehe Abschnitt 3.1.3).

# Anhang 1

## 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 nach DIN 14 155 „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“ (GUV-R 133, bisher GUV 10.10).
2. In den meisten Fällen werden zur Brandbekämpfung im Laboratorium Kohlendioxid-Löschers 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.

# Anhang 2

## Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt; siehe auch Abschnitt 2.2:

### 1. Gesetze/Verordnungen

(Bezugsquelle: Buchhandel  
oder

Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG),

Gesetz zur Neuordnung des Betäubungsmittelrechts,

Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz),

Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG),

Gesetz zur Regelung von Fragen der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG),

Gesetz zum Schutz der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz – JArbSchG),

Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (Mutterschutzgesetz – MuSchG),

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

Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV),

Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV),

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

Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung – DruckbehV) mit zugehörigen Technischen Regeln Druckbehälter TRB 801 „Besondere Druckbehälter nach Anhang II zu § 12 DruckbehV“,

Technische Regeln Druckgase (TRG), insbesondere

TRG 280 „Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter; Betreiben von Druckgasbehältern“,

TRG 402 „Füllanlagen; Betreiben von Füllanlagen“ mit Anlage 1 „Volumetrisches Füllen von Handwerkerflaschen mit Flüssiggas“,

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

TRbF 22 „Lagereinrichtungen in Arbeitsräumen (Sicherheitsschränke)“

TRbF 100 „Allgemeine Sicherheitsanforderungen“,

TRbF 110 „Läger“,

TRbF 143 „Ortsbewegliche Gefäße“,

Verordnung über Acetylenanlagen und Calciumcarbidlager (Acetylenverordnung – AcetV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Acetylen und Calciumcarbidlager TRAC 204 „Acetylenleitungen“,

Verordnung über Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen (Gentechnik-Sicherheitsverordnung – GenTSV),

Berufskrankheiten-Verordnung,

Dritte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Maschinenlärminformations-Verordnung – 3. GSGV),

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) mit zugehörigen Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR); insbesondere

ASR 8/1 „Fußböden“,

ASR 10/1 „Türen und Tore“,

ASR 10/5 „Glastüren; Türen mit Glaseinsatz“,

Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere

TRGS 100 „Auslöseschwelle für gefährliche Stoffe“,

TRGS 200 „Einstufung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen“,

TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“,

TRGS 514 „Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“,

TRGS 515 „Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern“,

TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV“,

TRGS 560 „Luftrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“,

TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz; Luftgrenzwerte“ (TRGS 900, bisher ZH 1/401).

## 2. Unfallverhütungsvorschriften

(Bezugsquelle: Schriften mit GUV-Nummer zu beziehen vom zuständigen Unfallversicherungsträger; Schriften mit BGV- bzw. VBG-Nummer zu beziehen vom Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

Allgemeine Vorschriften (GUV-V A 1, bisher GUV o.1),

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (GUV-V A 2, bisher GUV 2.10),

Erste Hilfe (GUV-V A 5, bisher GUV o.3),

Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (GUV-V A 8, bisher GUV o.7),

Lärm (GUV-V B 3, bisher GUV 9.20),  
 Organische Peroxide (BGV B 4, bisher VBG 58),  
 Explosivstoffe – Allgemeine Vorschrift (BGV B 5, bisher VBG 55a),  
 Gase (GUV-V B 6, bisher GUV 9.9),  
 Sauerstoff (GUV-V B 7, bisher GUV 9.8),  
 Biotechnologie (BGV B 12, bisher VBG 102),  
 Gesundheitsdienst (GUV-V C 8, bisher GUV 8.1),  
 Trockner für Beschichtungsstoffe (BGV D 24, bisher VBG 24),  
 Verwendung von Flüssiggas (GUV-V D 34, bisher GUV 9.7),  
 Leitern und Tritte (GUV-V D 36, bisher GUV 6.4),  
 Zentrifugen (GUV-V 7z, bisher GUV 3.16).

### **3. Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz, Informationen, Grundsätze, Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter**

(Bezugsquelle: Schriften mit GUV-Nummer zu beziehen vom zuständigen Unfallversicherungsträger;  
 Schriften mit BGR-/BGI-/BGG- bzw. ZH 1-Nummer zu beziehen vom  
 Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

Explosionsschutz-Regeln (GUV-R 104, bisher GUV 19.8),  
 Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen  
 (Richtlinien „Statische Elektrizität“) (GUV-R 132, bisher 19.7),  
 GUV-Regel „Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ (GUV-R 133, bisher GUV 10.10),  
 GUV-Regel „Benutzung von Schutzkleidung (GUV-R 189, bisher GUV 20.19),  
 GUV-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (GUV-R 190, bisher GUV 20.14),  
 GUV-Regel „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“ (GUV-R 192, bisher GUV 20.13),  
 GUV-Regel „Benutzung von Schutzhandschuhen“ (GUV-R 195, bisher GUV 20.17),  
 GUV-Regel „Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht“ (GUV-SR 2003, bisher GUV 19.16),  
 GUV-Regel „Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“ (GUV-SR 2005, bisher GUV 19.17),  
 Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen (GUV-I 510, bisher GUV 20.5),  
 Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen (BGI 566, bisher ZH 1/124),  
 Dimethylsulfat (BGI 568, bisher ZH 1/128),  
 Cyanwasserstoff (Blausäure), Cyanide (BGI 569, bisher ZH 1/129.1),  
 Fluorwasserstoff, Flusssäure und anorganische Fluoride (BGI 576, bisher ZH 1/161),

Salpetersäure, Stickstoffoxide, Nitrose Gase (BGI 591, bisher ZH 1/214),  
Reizende Stoffe/Ätzende Stoffe (BGI 595, bisher ZH 1/229),  
Chlor (BGI 596, bisher ZH 1/230),  
Formaldehyd (BGI 614, bisher ZH 1/296),  
Phosgen (BGI 615, bisher ZH 1/298),  
Acrylnitril (BGI 616, bisher ZH 1/302),  
Umgang mit Sauerstoff (BGI 617, bisher ZH 1/307),  
Füllen von Druckbehältern mit Gasen (BGI 618, bisher ZH 1/308),  
Brom (BGI 625, bisher ZH 1/334),  
Sichere Biotechnologie; Laboratorien – Ausstattung und organisatorische Maßnahmen  
(BGI 629, bisher ZH 1/342),  
Erste Hilfe bei erhöhter Einwirkung ionisierender Strahlung (BGI 668, bisher ZH 1/546),  
Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe (GUV-I 8504, bisher GUV 20.10),  
Quecksilber und seine Verbindungen (ZH 1/125),  
Hautschutz (ZH 1/132),  
Arsen und seine Verbindungen (ausgenommen Arsenwasserstoff) (ZH 1/236),  
Phthalsäureanhydrid und Maleinsäureanhydrid (ZH 1/287),  
Organo-Zinnverbindungen (ZH 1/297),  
Phenol, Kresole und Xylenole (ZH 1/314),  
Richtlinien für die Verwendung von Flüssiggas (ZH 1/455).

(Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie,  
Kurfürsten Anlage 62, 69115 Heidelberg)

Merkblatt: Besondere Schutzmaßnahmen in Laboratorien (M 006),

Merkblatt: Betriebsanweisungen (A 010),

Merkblatt: Sicherer Umgang mit Flüssigkeiten; Teil 1: Umfüllen (T 025),

Merkblatt: Beispielsammlung zu den Richtlinien „Statische Elektrizität“ (T 033),

Merkblatt: Fruchtschädigungen – Schutz am Arbeitsplatz (M 039).

(Bezugsquelle: Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst  
und Wohlfahrtspflege, Pappelallee 35/37, 22089 Hamburg)

Merkblatt zur Verhütung von Erkrankungen durch Schwefelwasserstoff,

Merkblätter über Gesundheitsschutz.

#### 4. DIN-Normen

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

DIN EN 2	Brandklassen,
DIN EN 3	Tragbare Feuerlöscher,
DIN EN 294	Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen,
DIN EN 560	Gasschweißgeräte; Schlauchanschlüsse für Geräte und Anlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren,
DIN 1946-7	Raumlufttechnik; Raumlufttechnische Anlagen in Laboratorien (VDI-Lüftungsregeln),
DIN 1988	Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI),
DIN 2403	Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff,
DIN 3017-1	Schlauschellen; Teil 1: Schellen mit Schneckentrieb,
DIN 3537-3	Gasabsperrarmaturen bis PN 4; Anforderungen und Anerkennungsprüfung für Laborarmaturen,
DIN 4815-2	Schläuche für Flüssiggas; Schlauchleitungen,
DIN 4844	Sicherheitskennzeichnung,
DIN 12 001-1	Sicherheitszeichen im Labor; Warnung vor Gasflaschen,
DIN 12 475	Laborgeräte aus Glas; Saugflaschen, zylindrische Form,
DIN 12 476	Laborgeräte aus Glas; Saugflaschen, konische Form,
DIN 12 491	Laborgeräte aus Glas; Vakuum-Exsikkatoren,
DIN 12 596	Laborgeräte aus Glas; Gas-Waschflaschen; Form nach Drechsel,
DIN 12 877	Elektrische Laborgeräte; Heißbäder; Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen,
DIN 12 879-1	Elektrische Laborgeräte; Flüssigkeitsthermostate, Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen,
DIN 12 880-1	Elektrische Laborgeräte; Wärmeschränke, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen, Allgemeine technische Anforderungen,
DIN 12 897	Laborgeräte aus Metall; Hebebühnen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung,
DIN 12 898	Laborarmaturen; Schlauchtüllen,
DIN 12 899-1	Laboreinrichtungen; Notduschen-Einrichtungen; Körperduschen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen,
DIN 12 899-2	Laboreinrichtungen; Notduschen-Einrichtungen; Augenduschen, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen,

- DIN 12 920 Laboreinrichtungen; Farbige Kennzeichnung der Stellteile von Laborarmaturen nach dem Durchflusstoff,
- DIN 12 924-1 Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für allgemeinen Gebrauch, Arten, Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen,
- DIN 12 924-2 Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für offene Aufschlüsse bei hohen Temperaturen, Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen,
- DIN 12 925-1 Laboreinrichtungen und Betriebseinrichtungen; Sicherheitsschränke; Teil 1: Für brennbare Flüssigkeiten; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen,
- DIN 12 925-2 Laboreinrichtungen; Schränke für Druckgasflaschen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung,
- DIN 12 926-1 Laboreinrichtungen; Labortische, Labortische für allgemeinen Gebrauch, Außenmaße, Platzbedarf, Anforderungen und Prüfungen,
- DIN 12 927 Laboreinrichtungen; Absaugboxen mit Lufrückführung; Anforderungen, Prüfungen,
- DIN 14 494 Sprühwasser-Löschanlagen, ortsfest, mit offenen Düsen,
- DIN 18 381 VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gas-, Wasser- und Abwasser-Installationsanlagen innerhalb von Gebäuden,
- DIN 19 541 Geruchsverschlüsse für Entwässerungsanlagen; Funktionsgrundsätze,
- DIN 24 403 Betriebsanleitungen für Zentrifugen; Hinweise für die Erstellung,
- DIN 30 600 Graphische Symbole; Registrierung, Bezeichnung,
- DIN 30 664-1 Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien; ohne Ummantelung und Armierung, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen,
- DIN 30 665-1 Gasverbrauchseinrichtungen; Gasbrenner für Laboratorien (Laborbrenner); Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung,
- DIN 32 620 Schlauchbinder; Spanner und Band,
- DIN ISO 3585 Borosilicatglas 3.3; Eigenschaften, identisch mit ISO 3585:1991.

## 5. VDE-Bestimmungen

(Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin)

- DIN VDE 0100-200 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 000 V,
- DIN EN 61 010-2-020/  
VDE 0411-2-020 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; Teil 2-020: Besondere Anforderungen an Laborzentrifugen (IEC 61010-2-020:1992, modifiziert),

DIN VDE 0789-100	Unterrichtsräume und Laboratorien; Einrichtungsgegenstände, Sicherheitsbestimmungen für energievorsorgte Baueinheiten,
DIN VDE 1000	Allgemeine Leitsätze für das sicherheitsgerechte Gestalten technischer Erzeugnisse.

## 6. DVGW-Arbeitsblätter

(Bezugsquelle: Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Postfach 14 01 51, 53056 Bonn)

GW 3	Technische Regeln für Bau und Prüfung von vorgefertigten Bauteilen mit Gas- und Wasserinstallationen,
G 621	Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen; Installation und Betrieb.

## 7. Andere Schriften

(Bezugsquelle: Buchhandel)

L. Bretherick: „Handbook of Chemicals“,  
National Fire Protection Association: „Manual of Hazardous Chemical Reactions“.

(Bezugsquelle: Ecomed-Verlag, 86899 Landsberg)

L. Roth und U. Weller „Gefährliche chemische Reaktionen“,  
L. Roth „Gefahrstoff-Entsorgung“,  
D. Reichard, W. Ochterbeck „Abfälle aus chemischen Laboratorien und medizinischen Einrichtungen“.

(Bezugsquelle: GIT-Verlag, Rößlerstraße 90, 64293 Darmstadt)

D. Bernabei „Sicherheit – Handbuch für das Labor“.

(Bezugsquelle: Springer-Verlag)

Th. Brock: „Sicherheit und Gesundheitsschutz im Laboratorium“,  
Adelmann, Schulze-Halberg: „Arbeitsschutz in Biotechnologie und Gentechnik“.

# Stichwortverzeichnis

	Abschnitt		Abschnitt
<b>A</b>		<b>A</b>	
Abfälle	6.1; 6.2	Agenzien, infektiöse oder infektionsverdächtige	4.13.1; 4.13.2
– an Arbeitsplätzen	6.2.3	Alarmplan	9.2.1
– elektrostatische Aufladungen beim Einfüllen	6.1.3	Aldehyde	5.3.2.6
– Entsorgung	4.2.2; 6.2.1; 6.2.2	Alkalihydroxide	4.9.8
– Stauräume für Gefahrstoff-Abfälle	3.3.2	Alkalimetalle, Löschmittel für	Anhang 1
– Behälter bzw. Sammelbehälter	6.1	Alkalioxide	4.9.8
– spitze, scharfe oder zerbrechliche – Gegenstände	6.1.2	Alkoholdämpfe	4.9.6
– Transport	6.1.1; 6.1.5; 6.2.3	Alkohole	4.9.8; 5.3.3.1
– Vernichten	6.2.3	Aluminiumgefäße	4.10.2
Abflussleitungen		Ammoniak	10.6
– Geruchsverschlüsse	3.4.4	Ammoniakalische silbersalzhaltige Lösungen	5.3.3.4
Abfüllen		Apparaturen	
– siehe auch Umfüllen		– Aufbau von –	3.2.1.6; 4.12
– gefährlicher Stoffe	5.3.4; 8.1.2	– Zwischengefäße von –	4.9.8
– brennbarer Flüssigkeiten	5.3.4.5	– Arbeiten mit gefährlichen Gasen	5.4.3.19
– Überdruck	5.3.4.4	– Einleiten von Gasen	5.4.3.15; 5.4.3.16
– Augenschutz	8.1.2	– geschlossene –	5.3.1.2
Abluft	3.1.5.1	– Stromausfall	4.9.12
Absaugungen, örtliche (Quellenabsaugung)	3.2.3; 5.3.1.2	Arbeiten, gefährliche	
Absorptionsgefäße	4.9.6	– Alleinarbeit	4.1.3
Absperrarmaturen, -einrichtungen	3.4.2; 3.4.3	– Betriebsanweisungen	4.2.2
Abzüge	3.1.1; 3.1.5.1; 3.2.1; 3.3.1; 3.4.1.1; 3.6.1	– Unterweisung	4.3.4
– Abrauchabzüge	3.2.1.6	– Übertragung	5.1.2
– Abzugsrohre und -kanäle	3.2.1.3	Arbeitsflächen	3.1.1
– Alarmierung	3.2.1.8	Arbeitstische	3.1.1; 3.3.1
– Arbeiten in –n	4.9.2; 5.3.1.1; 5.3.1.2; 5.3.2.1; 5.3.2.4	– Anforderungen	3.3.1
– Druckentlastung	3.2.1.5	– gegenüberliegende Arbeitsflächen	3.3.1
– Eingriffsöffnungen	3.2.1.6	Armaturen	3.4.2
– Fenster	3.2.1.4; 3.2.1.6	– Brenngase	3.4.2
– Frontschieber	3.2.1.1; 3.2.1.6; 3.2.1.7; 3.6.2.1; 4.1.9; 5.3.1.1	– Druckgase	5.4.3
– lufttechnische Funktion	3.2.1.8	– Kennzeichnung	3.4.3
– Rückhaltevermögen	3.2.1.1	Atemschutz	8.1.2
– Steckdosen	3.6.3.2	Atmosphäre, gefährliche explosionsfähige, – siehe Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre	
– Werkstoffe	3.2.1.2	Aufbewahrung	
– Zuführungsleitungen	3.4.1.1	– Abfälle	6.1.3; 6.2.3
Aceton	4.10.13; 5.3.3.1; 5.4.6.1	– Betäubungsmittel	4.10.6
Acetonperoxid	5.4.6.1	– Chemikalien	4.10.2
Acetylen	5.3.3.5	– Personen, sachkundige oder unterwiesene	4.10.5
– Salze und Derivate des –s	5.3.3.1	– selbstentzündliche Stoffe	4.10.8
Acetylenflaschen-Explosionen	Anhang 1	Auffangwannen	
		– mit Wabengittereinsatz	5.3.2.3
		– für Sammelbehälter für Gefahrstoffabfälle	3.3.2

	Abschnitt		Abschnitt
Aufschlussbomben, verschraubbare	5.4.2.1	Brenngase, Entnahmestelle für	3.4.2
Augenduschen	3.5.2	Bunsenbrenner	3.4.5.1; 4.7.2
– Anforderungen	3.5.2	<b>C</b>	
– Kennzeichnung	3.5.2.3	Calciumchlorid	4.9.6
– Prüfungen	11.2	Chemikalien	4.10.14
Augenschutz, Schutzbrillen	8.1.1	– Aufbewahrung	4.13.4; 4.10.2
Augenspülflaschen	3.5	– Behälter	4.10.2
Autoklaven	3.7; 5.4.1	– Entsorgung	4.10.14
– siehe auch Versuchsautoklaven		– Kennzeichnung	4.10.2
– Autoklaven aus Glas	5.4.1.1; 5.4.1.2	– in Kunststoffbehältern	4.10.2
– Autoklavenräume	3.7.1; 5.4.1.1; 5.4.1.2	– Prüfung	4.10.14
– Bedienung	3.7.2	Chlor	10.6
– Kammern siehe Autoklavenräume		Chlorate	5.3.3.1
<b>B</b>		Chlorstickstoff	5.3.3.1
Ballonkipper	5.3.4.1; 5.3.4.2	Chromate	5.3.3.1
Beaufsichtigung von Versuchen nach Ende		Chromschwefelsäure	4.11.2
der Arbeitszeit	4.1.7	Cumol	5.3.2.6
Bedienflächen	3.1.1	<b>D</b>	
Behälter, Entsorgung entleerter	6.2.2	Dämpfe	5.3.1
Behältnisse	4.10.4; 4.10.10; 4.10.11; 4.10.13; 5.3.4.1; 5.3.4.2	Dekalin	5.3.2.6
– für brennbare Flüssigkeiten	4.10.10	Destillat, erstarrendes	4.9.9
– Tragen von –	5.3.4.6; 5.3.4.7	Destillation	
Benzin	5.3.2.8	– Peroxide	5.3.2.6
Beschäftigungsbeschränkungen	4.3.2; 5.1.1	– Rückstände	5.3.2.6; 5.4.4.8
Besondere Schutzmaßnahmen		– Vakuum	5.4.4.5 bis 5.4.4.7
– siehe Schutzmaßnahmen, besondere		– Verstopfen	4.9.9
Betriebsanleitungen	4.3.3; 5.4.7	– Zersetzung	5.3.2.5
Betriebsanweisungen	4.3.1	Destillationsapparaturen	4.9.9
– Abfallentsorgung	6.2	Destillationsvorlagen	4.9.10
– Entsorgung	4.2.2	Dewargefäße	3.9; 5.4.6.4
– gefährliche Arbeiten	4.2.2	Diazotierungen	5.2.1
– Gefahrstoffe	4.2.2	Diazoverbindungen	5.3.3.1
– Zentrifugen	5.4.7	Diene	5.3.2.6
Betriebsfremde	4.1.8	Diethylether	5.3.2.6
Betriebsschluss, Sichern der		Dioxan	5.3.2.6
Arbeitsplätze bei	4.1.6	Distickstoffmonoxid	5.4.3.6
Bewegungsraum, Maße	3.1.1	Druckbehälter	
Biotechnologie	1; 4.13.2; 7.11	– Inbetriebnahme	3.7.1
Bombenrohre	5.4.2	– Prüfungen	11.4
Borosilicatglas	3.3; 3.9; 4.5.5	Druckgase	5.1.2
Brandbekämpfung	Anhang 1	– Druckminderer	5.4.3.17; 5.4.3.18
Brände	4.1.6; 5.4.6.2; 9; Anhang 1	– Flaschenschränke	5.4.3.4
– Brandübertragung durch Abzüge	3.2.1.3	– Manometer	5.4.3.6; 5.4.3.7; 5.4.3.18
– Druckgasflaschen	5.4.3.1; 5.4.3.11	– Nadelventile	5.4.3.15; 5.4.3.17
Brandfall	3.4.5.2; 9.2	Druckgase, stark oxidierende	5.4.3.6; 5.4.3.7
Brandklassen	Anhang 1		

	Abschnitt		Abschnitt
Druckgasflaschen		– Transport	10.6
– Aufstellung	5.4.3.1; 5.4.3.2	– Verbandkästen	10.3
– besondere Schutzmaßnahmen	5.4.3.1	– verunreinigte Kleidungsstücke	10.4
– Brände	Anhang 1	– verunreinigte Körperstellen	10.5
– Brandschutz	5.4.3.1	Erste-Hilfe-Maßnahmen	10.1
– Druckminderer	5.4.3.17; 5.4.3.18	Essen	4.13.1; 4.13.3
– Erwärmung	5.4.3.1; 5.4.3.3; 5.4.3.8	Ether	5.3.2.8; 5.3.3.1
– Flaschenschränke	5.4.3.1	Ethin	
– Flaschentransport	5.4.3.1; 5.4.3.20	– siehe Acetylen	
– giftige Gase	5.4.3.5	Explosionsfähige Atmosphäre	5.3.2.1
– krebserzeugende Gase	5.4.3.5	Explosionschutz-Regeln	4.10.11; 5.3.2.1
– lecture bottles	5.4.3.5	Explosionsgefährliche Stoffe	
– Prüfdatum	5.4.3.21	– siehe Stoffe, explosionsgefährliche	
– Prüffrist	5.4.3.21	Explosionsschutz	5.3.2.1
– Restüberdruck	5.4.3.14	– Geräte, explosionsgeschützte	5.3.2.3
– sehr giftige Gase	5.4.3.5	Explosivstoffe	
– Transport	5.4.3.20	– siehe Stoffe, explosionsgefährliche	
– Umfüllen	5.4.3.9	Exsikkatoren	4.5.1; 5.4.4.4
– Ventilbrände	5.4.3.11		
– Ventile	5.4.3.11 bis 5.4.3.14	<b>F</b>	
– Zustand	5.4.3.21	Fachleute	1; 5.1.2; 5.4.3.18
Druckgasschläuche	5.4.3.10	Fässer	5.3.4.1; 5.3.4.4
Druckreduzierventile		Fasskipper	5.3.4.2
– siehe Druckminderer		Fehlerstromschutzschalter	4.9.12
DVGW-geprüfte Schläuche	4.7.2	Feuerlöscher	9.1; 9.2.2; 9.2.3; 9.2.4; Anhang 1
<b>E</b>		Filterfluchtgeräte	8.3
Einwirkung gesundheitsgefährlicher Stoffe	10.6	Flansche	4.8.1
Elektrische Anlagen	11.3; Anhang 1	Fluchtgeräte	8.3
– Löschmittel für –	Anhang 1	Fluor	5.4.3.11
Elektrische Energieversorgungs- einrichtungen	3.6.1	Flüssige Luft	
– Hauptschalter	3.6.1	– siehe Luft, flüssige	
– Potenzialausgleich	3.6.2	Flüssiger Stickstoff	
Elektrische Leitungen	4.9.4	– siehe Stickstoff, flüssiger	
Elektrostatische Aufladung	5.3.2.1; 5.3.2.8	Flüssiggas	4.7.1
– von Flüssigkeiten	5.3.2.8	Flüssigkeiten	
Emissionsminderung	3.2.3; 5.3.1.1	– Abfüllen von –	8.1.2
Entsorgung		– elektrostatisch aufladbare –	5.3.2.8
– siehe Abfälle		– Peroxide	5.3.2.6; 5.3.2.7
Erdung	5.3.2.8	Flüssigkeiten, brennbare	5.1.2
Erlenmeyerkolben	4.5.4	– Autoklavenversuche	5.4.1.2
Erste Hilfe		– Aufbewahrung und Bereithalten	4.10.10; 4.10.11
– Anleitungen	10.2	– dünnwandige Glasgefäße	5.3.2.3
– Aushänge	10.2	– gefährliche explosionsfähige Atmosphäre	5.3.2.1
– Betriebsanweisungen	4.2.1	– Handgebrauch	4.10.10
– Einwirkung gefährlicher Stoffe	10.6	– Kunststoffbehälter	4.10.12
– Gegenmittel für Vergiftungen	10.3	– Lagerung	4.10.12

	Abschnitt		Abschnitt
– Löschmittel	Anhang 1	– Abluft	3.1.5-1
– offenes Verdampfen	5.3.2.2	– Aufbewahrung	4.10.1
– Technische Regeln	4.10.12	– Auslöseschwelle	5.1.1
– Zündgefahren	5.3.2.8	– Behältnisse in Regalen	4.10.4
Flüssigkeiten, hochentzündliche oder leichtentzündliche	5.3.2.3	– Betriebsanweisungen	4.2.2
Flüssigkeiten, selbstentzündliche	5.3.2.4	– Dämpfe	4.10.7
Flüssigkeitsheizbäder	4.6.1; 4.6.2; 4.6.4	– gefährliche Konzentration	3.1.5-2; 8.3
Flüssigkeitsthermostate	4.6.2	– Handschuhe	8.2
Flußsäure	3.2.1.1	– im Hochschulbereich	1
Fruchtschädigende Arbeitsstoffe	7.1.1; 4.13.2	– krebserzeugende –	3.1
Fußböden	3.1.4	– Lagerung	4.10.1
<b>G</b>		– leicht zerbrechliche Gefäße	4.5.4
Gas-Waschflaschen	4.5.1	– im Schulbereich	1
Gasbrenner		– Technische Regeln	Anhang 2
– siehe auch Bunsenbrenner		– Umgang mit –n	1; 4.1.2; 4.4.2; 4.8.1
– Schläuche	4.7.2	– Verdacht der Einwirkung von –n	10.7
Gase		– Verschütten	8.3
– Ausbruch	5.3.1.3	– verunreinigte Kleidung	10.4
– Autoklavenversuche	5.4.1.2	– in Berührung gekommene Körperteile	10.5
– brennbare –	5.3.2.1	Gefäße	4.13.6
– Einleiten	5.4.3.15; 5.4.3.16	– Abfüllen in enghalsige –	5.3.4.3
– Freiwerden	5.3.1	– Erdung	5.3.2.8
– Brände von verflüssigten –n	Anhang 1	Gefäße, leicht zerbrechliche	4.5.4
– Umfüllen	5.4.3.9	– siehe auch Glasgefäße, dünnwandige	
Gase		Gemische, Handhabung	
– gefährliche –	5.4.3.19	explosionsgefährlicher	5.3.3.2; 5.3.3.3
– giftige –	5.4.3.5	Genussmittel	4.13.2
– krebserzeugende –	5.4.3.4; 5.4.3.5	Geräuschemission	4.15
– nitrose –	10.6	Geruchsverschlüsse	3.4.4
– sehr giftige –	5.4.3.4; 5.4.3.5; 8.3	Gesichtsschutzschirme	8.1.1
– tiefkalte (verflüssigte) –	5.4.3.8; 5.4.3.9; 5.4.6.4; 5.4.6.7	Gesundheitsstörungen	10.7
Gasleitungen, Armaturen und Schläuche	4.7.4	Getränke	
Gaswäscher	5.3.1.2	– Aufbewahrung	4.13.4; 4.13.5
Gefahrgut, Abfälle als	6.1.5	– Aufwärmen	4.13.5
Gefährliche Arbeiten		– Zubereitung	4.13.5
– siehe Arbeiten, gefährliche		Glasapparaturen	4.9.5
Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre	3.8.1; 5.3.2.1	Glasbläserarbeiten	4.5.3
– Abzugsinnenräume	3.2.1.1	Glasgefäße	
– im Inneren von Umluftabsaugungen	3.2.2	– evakuierte	5.4.4.2
– Inneres von Kühlschränken und Kühltruhen	3.8.1	– festigkeitsgefährdende Beschädigungen	5.4.4.3
Gefährlichkeitsmerkmale	1	– Sternchen	5.4.4.3
Gefahrstoffe	5.3	Glasgefäße, dickwandige	5.3.2.3
– Abfälle	6.1.3	Glasgefäße, dünnwandige	4.5.4
		– brennbare Flüssigkeiten	5.3.2.3
		– Evakuieren	5.4.4.1
		Glasgeräte, Temperaturdifferenzen	4.5.5

	Abschnitt		Abschnitt
Glasoliven		– Abfälle	6.1
– siehe Schlauchanschlüsse		– Absperrarmaturen	3.4.3
Glasrohre	4.5.2	– Chemikalien	4.10.2
Glasstäbe	4.5.2	Ketone	5.3.2.6
Glasstopfen, festsitzende	4.12.3	Kleiderbrände	9.2.4
Glasteile, zylindrische	4.5.2	Knallsäure, Salze der	5.3.3.1
– Einführen in Stopfen	4.5.2	Knallsilber	5.3.3.4
Gummistopfen	4.8.2; 4.12.1	Kohlendioxid	5.4.6.1; 5.4.6.2; Anhang 1
<b>H</b>		Kohlendioxidlöscher	9.2.4; Anhang 1
Handgebrauch	4.10.3; 8.1.2	Kohlendisulfid	
Handschutz		– siehe Schwefelkohlenstoff	
– siehe Schutzhandschuhe		Kohlensäurelöscher	
Hauptabsperreinrichtung	3.4.2	– siehe Kohlendioxidlöscher	
Hauptschalter	4.1.6; 3.6.1	Kohlenwasserstoffe, ungesättigte,	
Hautausschlag	10.7	– Peroxidbildung von –n	5.3.2.6
Hautreizungen	10.7	Korbbrillen	8.1.1; 8.1.2
Hebebühnen		Korkbohrmaschinen	4.8.2
– siehe Labor-Hebebühnen		Korkstopfen	4.8.2
Heber		Körperduschen	3.5.1
– Erdung	5.3.2.8	– Prüfungen	11.2
– Sicherheits–	5.3.4.1	– Standort	3.5.1.3
Heizbäder	4.6	– Stellteile	3.5.1.2
– siehe auch Flüssigkeitsbäder		– Wassermengen	3.5.1.1
Heizeinrichtungen	4.6.1	Kugelschliffe	4.8.1
Hinweiszeichen		Kühlbäder	4.9.3; 5.4.6.7
– Augenspüleinrichtung	3.5.2.3	– siehe auch Tiefkühlbäder	
– Feuerlöschgerät	9.1	Kühler	4.5.1; 4.9.9; 5.4.4.1
– Frontschieber geschlossen halten	3.2.1.6	Kühlfallen	5.3.1.2; 5.4.4.6
– Gasflaschen	5.4.3.2	Kühlgeräte	3.8; 5.3.4.6
– Innenraum zündquellenfrei	3.8.2	Kühlmittel	5.4.6.1
– Notdusche	3.5.1.3	Kühlschränke und Kühltruhen	3.8.1; 3.8.2
<b>I</b>		– Abtauautomatik	3.8.1
Implosion	3.9; 5.4.4.4	– Abtauen	3.8.1
Inertgase	5.3.4.5; 5.4.4.8	– eigensichere Stromkreise	3.8.1
Information, schriftliche	4.3.1	– Lebensmittel	4.13.5
Isopropanol	4.10.3	– Umrüstung	3.8.2
<b>J</b>		– Zündquellen	3.8.1
Jugendliche		Kunststoffbehälter	4.10.2
siehe Beschäftigungsbeschränkungen		– Aufladung	5.3.2.8
<b>K</b>		– Brennbare Flüssigkeiten	4.10.11
Kannen, Druck-Entleerung von	5.3.4.4	– Oberflächenwiderstand	4.10.11
Kartuschenbrenner	3.4.5.2	Kupfer, Kontakt von Acetylen mit –	5.3.3.5
Kegelschliffe	4.8.1	Kupferlegierungen, Kontakt von	
Kennzeichnung		Acetylen mit –	5.3.3.5
<b>L</b>		<b>L</b>	
Laborarmaturen		Laborarmaturen	
– Stellteile, Kennzeichnung von –n		– Stellteile, Kennzeichnung von –n	3.4.3

	Abschnitt		Abschnitt
Laboratorien		– Energieversorgung	3.6.1
– Begriff	1	– Luftmenge	3.1.5.1
– Beispiele für Arten	1	– Luftwechsel	3.1.5.1
– besondere Arbeitsbedingungen	3.1.1		
Laboratoriumsapparaturen, Beheizung von	4.6.1	<b>M</b>	
Laboratoriumsleiter		Mängel, Beseitigung und Meldung von –n	4.1.4
– siehe Laborleiter		Materialien, infektiöse oder infektionsverdächtige	4.13.1; 4.13.2
Laborbrenner		Metallalkyle	4.10.8; 5.3.2.4
– siehe auch Bunsen- und Kartuschenbrenner	3.4.5.1	Metallalkyle, Löschmittel für –	Anhang 1
Labor-Hebebühnen	4.6.4	Metallbäder	4.6.2
Laborkittel	7.1.1	Metallbrände, Löschmittel für –	Anhang 1
Laborleiter		Metallbrandpulver	Anhang 1
– Arbeiten an Sicherheitseinrichtungen	4.16.2		
– Unterweisungen	4.3.2	<b>N</b>	
– Verantwortung für Betriebsfremde	4.1.8	Natriumbrände, Löschmittel für –	Anhang 1
Labortische		Natronkalk	4.9.6
– Normen	3.1.1	Nitrate	5.3.3.1
– Schalter und Steckdosen	3.6.3.1	Nitrierungen	5.2.1
– Stromkreise	3.6.1	Nitroverbindungen, organische	5.3.3.1
– Zuführungsleitungen	3.4.1.1	Nitroverbindungen, organische	5.3.3.1
Lagerung		Notausgänge	3.1.2
– brennbare Flüssigkeiten	4.10.2	Notduschen	3.5; 11.2
Laugen	4.9.8	– siehe auch Augenduschen und Körperduschen	
Lebensmittel	4.13.2	– Funktionsprüfung	3.5.1.2
Leicht zerbrechliche Gefäße		– Kleiderbrände	9.2.4
– siehe Gefäße, leicht zerbrechliche		– Spritzbereich	3.6.3.3
Leitern	4.9.11		
Leitungen		<b>O</b>	
– siehe auch Zuführungsleitungen	3.4.1.1	Oleum	
Leitungen, elektrische		Organische Peroxide	
– siehe Elektrische Leitungen		– siehe Peroxide, organische	
Leitungsdurchführungen	3.1.4	Oxidationen	5.2.1
Licht, Bildung organischer Peroxide durch –	5.3.2.7		
Literaturangaben	4.4	<b>P</b>	
Lithiumaluminiumhydrid	4.10.8; 5.3.2.4	Perchlorate	5.3.3.1; 5.3.3.6
Lithiumaluminiumhydrid, Löschmittel für –	Anhang 1	Perchlorsäure	3.2.1.1; 4.10.9; 5.3.3.1; 5.3.3.6
Löschanlagen	5.3.2.3	Peroxide, organische	5.3.2.6; 5.3.2.7; 5.3.3.1
Löschdecken	Anhang 1	Persäuren	5.3.3.1
Löschmittel	5.3.2.4; 9.2.3; Anhang 1	Personen, sachkundige	
Löschpulver	Anhang 1	– siehe Sachkundiger	
Löschsand	Anhang 1	Personen, unterwiesene	1; 5.1.2; 5.4.3.18; 5.4.7
Löschwasser	Anhang 1	Personenbrandbekämpfung	Anhang 1
Lösemittel, Tiefkühlung von –n	5.4.6.1; 5.4.6.2	Phosgen	10.6
Luft, flüssig	5.4.6.6	Phosphor, weißer	5.3.2.4
Lüftung	3.1.5	Phosphorpentoxid	4.9.6
		Pipettieren	4.10.15

	Abschnitt	Abschnitt
Polymerisationen	5.2.1	<b>S</b>
Potenzialausgleich	3.6.2	Sachkundiger
Präparate	4.10.14	– Druckbehälter
Prüfberichte	2	– Gasleitungen
Prüflaboratorien	2	Sachverständiger
Prüfungen	2; 11	– Druckbehälter
– Augenduschen	11.2	Salpetersäure
– Druckgasflaschen	5.4.3.21	4.10.9; 4.11.2; 5.3.3.1
– Druckgasschläuche	5.4.3.10	Salpetersäureester
– Körperduschen	11.2	5.3.3.1
– Leitungen für Brenngas und Wasser	3.4.1.1	Sammelbehälter für Gefahrstoffabfälle
– Rohrleitungen	11.4	3.3.2
– Schutzleiter	3.6.2.2	Sammlung von Abfällen
PTFE-Faltenbälge	4.9.1	6.1
Pulverlöscher	9.2.4; Anhang 1	Sandbäder
Pumpen, Umfüllen mit	5.3.4.1	4.6.7; 4.9.2
		Sauerstoff
		5.3.1.1; 5.4.3.6; 5.4.3.7; 5.4.3.11;
		5.4.4.8; 5.4.6.5; 5.4.6.6
		– Manometer
		5.4.3.7
		– flüssig
		5.4.6.6
		Saugflaschen
		4.5.1; 5.4.4.4
		Säuren
		4.9.8
		Schalleistungspegel
		4.15
		Schalter
		3.6.3
		– spritzwassergeschützte –
		3.6.3.3
		Schaumlöcher
		Anhang 1
		Schießöfen
		5.4.2; 5.4.2.5
		Schlauchanschlüsse
		4.5.1; 5.4.3.10
		Schlauchbinder
		4.7.3; 5.4.3.10
		Schläuche
		4.7; 4.9.4
		– Einführen von Glasteilen
		4.5.2
		– Erdung
		5.3.2.8
		– Gas
		4.7.4
		– Gasbrenner
		4.7.2
		– Verbindungselemente
		4.5.1
		Schlauchsellen
		4.7.3; 5.4.3.10
		Schlauchtüllen
		4.7.3; 5.4.3.10
		Schlauchverbindungen
		4.5.1; 5.4.3.10
		Schlauchzwischenstücke
		– siehe Schlauchverbindungen
		Schmelzpunktbestimmungsapparate
		4.6.8
		Schränke
		– brennbare Flüssigkeiten
		4.10.11
		– Dauerabsaugung
		4.10.7
		– Druckgasflaschen
		5.4.3.1
		Schraubkappenverbindungen
		4.8.1
		Schraubkupplungen
		4.5.1
		Schraubverbindungen
		4.5.2
		Schraubverschlüsse
		4.8.1
		Schuhwerk
		7.2
		Schutzbrillen
		8.1.1; 8.1.3
		Schutzhandschuhe
		8.1.2; 8.1.3; 8.2
		Schutzhauben
		5.4.4.4

	Abschnitt		Abschnitt
Schutzkleidung	7.1.2; 8.1.2; 8.4	Stauräume für Gefahrstoffabfälle	3.3.2
– bei erhöhter Brandgefahr	8.4	Steckdosen	3.6.3
– in medizinischen Laboratorien	8.4	– Spritzwasserschutz	3.6.3.3
– Trageverpflichtung	8.4	Steckkupplungen	4.5.1
Schutzkleidungs-Merkblatt	8.1.2	Stehkolben	4.5.4; 5.4.4.1
Schutzmaßnahmen, besondere	4.4; 7.1.1	Stellteile	3.4.2
– gefährliche chemische Reaktionen	5.2.1	– Augenduschen	3.5.2.1
Schutzscheiben	5.4.4.4	– Körperduschen	3.5.1.2
Schutzschirme	8.1.1; 8.1.2	– Laborarmaturen, Kennzeichnung von	3.4.3
Schutzvorhänge	5.4.4.4	Stickstoff	5.3.4.5
Schwefelkohlenstoff	5.3.2.8	Stickstoff, flüssig	5.4.6.5
Schwefelsäure	3.2.1.1; 4.6.8; 4.11.2	Stickstofftrichlorid	
Schwermetallacetylide	5.3.3.5	– siehe Chlorstickstoff	
Schwermetallperchlorate	5.3.3.1	Stickstoffwasserstoffsäure	5.3.3.1
Sicherheitsabstände	4.10.4	– Ester	5.3.3.1
Sicherheitsbehälter	4.10.11	– Salze	5.3.3.1
Sicherheitseinrichtungen	3.7.2; 4.16; 5.4.4.7	Stoffe	
Sicherheitskennzeichnung	3.5.1.3; 3.5.2.3	– asbesthaltige –	4.9.7
– siehe auch Hinweiszeichen		– brennbare –	5.3.2
Sicherheitstechnische Einrichtungen	4.1.4	– chlorkohlenwasserstoffhaltige –	4.10.2
Sicherheitszeichen		– erbgutverändernde –	4.13.1; 4.13.2
– siehe Hinweiszeichen		– flusssäurehaltige –	4.10.2
Sichtfenster	3.1.3; 12.4	– fruchtschädigende –	4.13.1; 4.13.2
Sichtkontrolle bei zu evakuierenden		Stoffe, explosionsgefährliche	5.3.3
Glasgefäßen	5.4.4.3	– ammoniakalische silbersalzhaltige	
Siedekapillaren	4.9.9	Lösungen	5.3.3.4
Siedesteine	4.9.9	– Handhabung	5.3.3.2
Siedeverzüge	4.9.9; 5.4.4.5	– Vorräte	5.3.3.3
Silane	5.3.2.4	Stoffe, gefährliche	
– Löschmittel	Anhang 1	– Auslöseschwelle	5.1.1
Silikonöle	4.6.8	– Erste Hilfe	10.2
Speisen	4.13; 4.13.3 bis 4.13.6	– Umfüllen	5.3.4.1
Speziallöschmittel	Anhang 1	Stoffe, gesundheitsgefährliche	
Spitzkolben	5.4.4.1	– Einwirkung und Verdacht der Einwirkung	10.6
Spritzbereich, Schalter und		Stoffe, giftige	4.10.5; 4.13.1
Steckdosen im	3.6.3.3	– Aufbewahrung	4.10.5
Spritzflaschen	4.10.13	Stoffe, krebserzeugende	4.13.1; 4.13.2
Spritzschutz		Stoffe mit unbekanntem Eigenschaften	4.4
– beim Abfüllen	8.1.2	Stoffe, neue	5.1.1
– Arbeitstische	3.3.1	Stoffe, organische	
Spülarbeiten	4.11.1	– Tiefkühlung	5.4.6.6
Spülflüssigkeiten	4.10.13	Stoffe, reizende	8.1.2
Standflaschen	4.10.2	Stoffe, sehr giftige	4.10.5; 4.13.1; 4.13.2
– Kennzeichnung	4.10.3	– Aufbewahrung	4.10.5
Stative und Stativgitter	4.9.1	Stoffe, selbstentzündliche	4.10.8; 5.3.2.4
Stäube	5.3.2.1	Stoffexplosion	4.9.5
– gefährliche explosionsfähige		Stopfen	4.12
Atmosphäre	5.3.2.1	– Einführung von Glasteilen	4.5.2

	Abschnitt		Abschnitt
Stopfenbohrmaschinen		Umluft	3.1.5.2
– siehe Korkbohrmaschinen		Umluftabsaugungen mit Filter	3.2.2
Straßenkleidung	7.1.1	Umsetzungen, chemische	
Stromausfall	4.9.12	– Zersetzung	5.3.2.5
Stromkreis	4.9.12; 3.6.1; 3.8.1	Umweltgefahren	4.2.1
<b>T</b>		Unterweisung	4.3
Temperaturdifferenzen, maximale		– Betriebsanweisung	4.3.1; 4.3.2
– bei Glasgeräten	4.5.5	– Einrichtungen	4.3.3
Temperaturen, maximale		– gefährliche Arbeiten	4.3.4
– von Glasgeräten	4.5.5	– Inhalt	4.3.2
Temperaturregler	4.6.3	– Reparatur- und Reinigungspersonal	4.10.5
Terpentinöl	5.3.3.1	– Zeitpunkt der –	4.3.2
Tetrahydrofuran	5.3.2.6	Unterwiesene Personen	
Tetralin	5.3.2.6	– siehe Personen, unterwiesene	
Thermometer	4.5.2	UV-Strahlung, Peroxidbildung durch	5.3.2.7
Tiefkühlbäder	5.4.6.1; 5.4.6.3	<b>V</b>	
Tiefkühlmedium	5.4.6.1	Vakuum	5.4.4
Tiefkühlung	5.4.6	– dünnwandige Glasgefäße	5.4.4.1
– organische Stoffe	5.4.6.5; 5.4.6.6	– Einsaugen von Stopfen	4.12.1
– wasserstoffperoxidhaltige Flüssigkeiten	5.4.6.1	– Glasgefäße	5.4.4.3
Tischbeläge, Potenzialausgleich von –n	3.6.2.1	– Implosion	5.4.4.4
Toluol	5.3.2.8	Vakuumdestillationen	5.4.4.5 bis 5.4.4.7
Tragen nicht bruchsicherer Behältnisse	5.3.4.6	Vakuummexikkatoren	4.5.1
Transport	5.3.4	Vakuummantelgefäße	
Trichter		– siehe Dewargefäße	
– Abfälle	6.1.3	Ventilbrände	Anhang 1
– Abfüllen	5.3.4.3	Ventile von Druckgasflaschen	5.4.3.11 bis 5.4.3.14
– Erdung bei aufladbaren Flüssigkeiten	5.3.2.8	Ventile, selbstschließend	5.3.4.1
Trinken	4.13.1; 4.13.3	Verätzungsgefahr	8.1.3
Trinkwasser	3.5.2.1	Verkehrsflächen	3.1.1
Tritte	4.9.11	Verkehrswege	
Trockeneis		– siehe Verkehrsflächen	
– siehe Kohlendioxid, fest		Versuche	
Trockentürme	4.9.8	– Beaufsichtigung	4.6.3
Trocknen	5.4.5	Versuche mit unbekanntem Verlauf	3.7.2
Türen	3.1.3; 12.4	Versuche nach Ende der Arbeitszeit	4.1.7
<b>U</b>		Versuche, Überwachung von –n	4.1.5
Ultrazentrifugen	5.4.7	Versuchsautoklaven	
Umfüllen	5.3.4	– Aufstellung	3.7.2
– Ballons	5.3.4.1	– Prüfungen	11.4
– unter Druck	5.4.4.4; 5.3.4.5	Versuchsautoklaven aus Glas	5.4.1.1, 5.4.1.2
– Fässer	5.3.4.1	Vorgesetzter	
– gefährlicher Stoffe	5.3.4.1	– Benachrichtigung bei Einwirkung von Stoffen	10.6
– Kanister	5.3.4.1	– Information bei Gesundheitsstörungen	10.7
		Vorratskartuschen	3.4.5.2

	Abschnitt		Abschnitt
<b>W</b>		Zersetzung bei chemischen Umsetzungen	5.3.2.5
Wärmeexplosion	4.9.5	Zubereitungen, flusssäurehaltige	4.10.2
Wärmeisolation	4.9.7	Zubereitungen, chlorkohlenwasser-	
Wärmeschranke	5.4.5	stoffhaltige	4.10.2
– Entlüftung von –n	5.4.5.2	Zubereitungen, giftige	
– gefährliche explosionsfähige		– Aufbewahrung von –n –	4.10.5
Atmosphäre	5.4.5.1	Zuführungsleitungen	
– Temperatur-Sicherheitseinrichtung	5.4.5.3	– Absperrarmaturen	3.4.2
– Trocknen thermisch instabiler Stoffe	5.4.5.3	– Hauptabsperreinrichtungen	3.4.2
Wärmeträger	4.6.2	– Kennzeichnung	3.4.1.2
– Verunreinigung	4.6.6	– Labortische und Abzüge	3.4.1.1
– Wasser	4.6.6	Zuluft	3.1.5.1
Wasserstoff	5.4.3.11	Zündgefahren	5.3.2.8
Wasserstoffperoxidlösungen	5.3.3.1; 5.4.6.1	Zündquellen	3.8.1; 5.3.2.5
Werdende Mütter		Zurücksteigen von Flüssigkeiten	5.4.3.16
– siehe Beschäftigungsbeschränkungen		Zwischenabsperreinrichtungen	3.4.2
<b>Z</b>		Zwischengefäße	5.4.3.16
Zentrifugen	5.4.7	Zylindrische Glasteile	
Zerknall	4.9.5	– siehe Glasteile, zylindrische	

**Hinweis:**

Seit Oktober 2002 ist das BUK-Regelwerk „Sicherheit und Gesundheitsschutz“ neu strukturiert und mit neuen Bezeichnungen und Bestellnummern versehen. In Abstimmung mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften wurden sämtliche Veröffentlichungen den Kategorien „Unfallverhütungsvorschriften“, „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz“, „Informationen“ und „Grundsätze“ zugeordnet.

Bei anstehenden Überarbeitungen oder Nachdrucken werden die Veröffentlichungen auf die neuen Bezeichnungen und Bestellnummern umgestellt. Dabei wird zur Erleichterung für einen Übergangszeitraum von ca. 3 bis 5 Jahren den neuen Bestellnummern die bisherige Bestellnummer angefügt.

Des Weiteren kann die Umstellung auf die neue Bezeichnung und Benummerung einer so genannten Transferliste entnommen werden, die u.a. im Druckschriftenverzeichnis und auf der Homepage des Bundesverbandes der Unfallkassen ([www.unfallkassen.de](http://www.unfallkassen.de)) veröffentlicht ist.

In die bisherige Ausgabe vom Oktober 1993 wurde im Abschnitt 11 „Prüfungen“ ein zusätzlicher Unterabschnitt 11.5 „Abzüge“ eingefügt und die in diesen Regeln in Bezug genommenen Vorschriften und Regeln aktualisiert.