**BETRIEBSANWEISUNG**
**für die Praktika des 1. und 2. Semesters sowie für die**
**Nebenfachpraktika (Biotechnologie, Geoökologie und Physik)**
**(REV. GP-10-2012)**

gemäß Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),
„Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen“
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
(entspricht der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 526 „Laboratorien“
und den
„Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz
beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“
(GUV 19.17)

**FÜR DEN UMGANG MIT**
**GEFAHRSTOFFEN UND LABORGERÄTEN**
**AN DER**
**TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BRAUNSCHWEIG**

Stand 10.02.2011

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

**1 Geltungsbereich**

**2 Definitionen**
2.1 Arbeitgeber
2.2 Beschäftigte
2.3 Fachkundiges Laborpersonal
2.4 Laboratorium
2.5 Labortätigkeit
2.6 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
2.7 Inverkehrbringen von Gefahrstoffen
2.8 Fachkunde
2.9 Sachkunde
2.10 Stand der Technik

**3 Gefährdungsbeurteilung**
3.1 Ermittlungspflicht
3.2 Informationsermittlung
3.3 Gefahrstoffverzeichnis
3.4 Gefährdungsbeurteilung
3.4.1 Expositionsermittlung
3.4.2 Arbeitsplatzgrenzwert
3.4.3 Biologischer Grenzwert
3.4.4 Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwert und Biologischem Grenzwert
3.5 Betriebsanweisung
3.6 Sicherheitsunterweisung
3.7 Beschäftigungsbeschränkungen für bestimmte Personengruppen
3.7.1 Jugendliche
3.7.2 Werdende oder stillende Mütter
3.7.3 Frauen im gebärfähigen Alter
3.8 Unterrichtung und Anhörung der Beschäftigten
3.9 Unterrichtung zuständiger Behörden

**4 Persönliche Schutzausrüstung**
4.1 Augen- und Gesichtsschutz
4.2 Handschutz
4.3 Fußschutz
4.4 Schutz des Körpers, Laborkittel
4.5 Atemschutz

**5 Laboratorien**
5.1 Bau und Ausrüstung
5.1.1 Abzug
5.1.2 Absaugboxen mit Luftrückführung, Sicherheitswerkbank
5.1.3 Labortisch
5.1.4 Fußboden
5.1.5 Bodenablauf, Waschbecken, Abwasserleitungen
5.1.6 Verkehrsflächen
5.1.7 Türen

5.1.8 Lüftung
5.1.8.1 Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluft
5.1.8.2 Lüftungsanlagen mit Umluft
5.1.9 Zuführungsleitungen und Absperrarmaturen
5.1.9.1 Zuführungsleitungen
5.1.9.2 Absperrarmaturen
5.1.10 Stauräume für Gefahrstoffabfälle
5.2 Ergonomie
5.2.1 Allgemeine Anforderungen
5.2.2 Stühle
5.2.3 Lärmschutz
5.2.4 Beleuchtung
5.2.5 Raumklima
5.2.6 Arbeitsplätze mit Bildschirmen
5.2.7 Einseitig belastende lang andauernde Tätigkeiten
5.3 Schutzausrüstung im Labor
5.3.1 Notdusche und Augennotdusche
5.3.2 Augenspülflasche
5.3.3 Feuerlöscher
5.3.4 Feuerlöschdecke
5.3.5 Erste-Hilfe-Kasten
5.3.6 Atemschutzmaske und Filter
5.3.7 Adsorbentien

**6 Ordnung und Sauberkeit, Nahrungsaufnahme, Rauchen, Hygiene**
6.1 Ordnung und Sauberkeit
6.2 Nahrungsaufnahme, Rauchen
6.3 Alkohol und Drogen
6.4 Hygiene und Hautschutz

**7 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen**
7.1 Allgemeine Schutzmaßnahmen
7.2 Gefahrstoffe
7.3 Einstufung
7.4 Etikettierung von Gefahrstoffgebinden
7.4.1 Größe von Etiketten
7.4.2 Vollständige Kennzeichnung
7.4.3 GHS-Kennzeichnung
7.4.3.1 Unterschiede zwischen alter Kennzeichnung und neuer GHS-Kennzeichnung
7.4.3.2 H-Sätze: Gefahrenhinweise
7.4.3.3 P-Sätze: Sicherheitsratschläge
7.4.3.4 Gefahrensymbole
7.4.4 Nicht notwendige Kennzeichnung
7.4.5 Kenzeichnung von Stoffgemischen
7.4.6 Kennzeichnung noch nicht geprüfter Chemikalien
7.5 Aufbewahrung von Gefahrstoffen
7.5.1 Aufbewahrung
7.5.2 Sich im Arbeitsgang befinden
7.5.3 Bereitstellen
7.5.4 Lagern
7.5.4.1 Lagern von Chemikalien in Etagenlagern
7.6 Transport von Gefahrstoffen

7.7 Umfüllen von Gefahrstoffen
7.8 Herstellungs- und Verwendungsverbote
7.9 Schutz vor Chemikalienaufnahme in den Körper
7.9.1 Rangfolge von Schutzmaßnahmen
7.9.2 Schutz vor oraler Chemikalienaufnahme
7.9.3 Schutz vor dermaler Chemikalienaufnahme
7.9.4 Schutz vor inhalativer Chemikalienaufnahme
7.10 Hinweise zum Umgang mit besonderen Gefahrstoffgruppen, Gefahrstoffgruppenspezifische Betriebsanweisungen
7.10.1 Explosive (explosionsgefährliche) Stoffe
7.10.2 Selbstentzündliche Gefahrstoffe
7.10.3 Oxidierende (brandfördernde) Gefahrstoffe
7.10.4 Entzündbare (hochentzündliche, leichtentzündliche und entzündliche Gefahrstoffe)
7.10.4.1 Tätigkeiten mit brennbaren Stoffen
7.10.4.2 Explosionsschutzmaßnahmen
7.10.4.3 Zündgefahren durch elektrostatische Aufladung
7.10.5 Mit Säuren gefährlich reagierende Gefahrstoffe
7.10.6 Ätzende und reizende Gefahrstoffe
7.10.7 Gefahrstoffe mit besonderer Gefährdung der Augen
7.10.8 Sensibilisierende Gefahrstoffe
7.10.9 Gefahrstoffe mit der Gefahr kumulativer Wirkungen
7.10.10 Umweltgefährdende (Umweltgefährliche) Gefahrstoffe

**8 Allgemeine Labortätigkeiten**
8.1 Arbeiten im Abzug
8.2 Labor- und Ultrazentrifugen
8.3 Apparate zur Schmelzpunktbestimmung
8.4 Umgang mit Glasgeräten
8.5 Glasbläserarbeiten
8.6 Arbeiten bei erhöhter Temperatur, Erwärmen
8.6.1 Temperaturregelung
8.6.2 Heizgeräte
8.6.3 Gasbrenner (Bunsenbrenner, Kartuschenbrenner)
8.7 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
8.7.1 Ortsveränderliche Elektrogeräte
8.7.2 Elektrische Energieversorgungseinrichtungen
8.7.3 Erdungsmaßnahmen
8.7.4 Elektrostatische Ableitmaßnahmen
8.7.5 Schalter und Steckdosen
8.7.6 Spritzwasserschutz
8.7.7 Umgang mit speziellen Laborgeräten
8.8 Spritzen und Kanüle, Glasbruch
8.9 Reinigung von Laborgeräten

**9 Abfälle und Abwasser**
9.1 Abfallkonzept: Abfallvermeidung – Abfallverminderung – Abfallentsorgung
9.2 Abfallarten
9.2.1 Restmüll
9.2.2 Wertstoffe
9.2.3 Sonderabfälle
9.3 Liste der von der TU entsorgbaren Sonderabfälle
9.4 Abwasser

**10 Verhalten im Gefahrfall**
10.1 Vorsorgemaßnahmen
10.1.1 Flucht- und Rettungswege
10.1.2 Betriebsstörungen, Unfälle und Notfälle
12.1.3 Stromunfälle
12.1.4 Tätigkeiten fremder Personen im Labor, Zusammenarbeit verschiedener Firmen
10.2 Verhalten bei Bränden
10.3 Erste-Hilfe-Maßnahmen
10.3.1 Allgemeines
10.3.2 Grundsätze der Ersten Hilfe
10.3.3 Körperkontakt mit Gefahrstoffen
10.3.4 Reizungen und Verätzungen der Haut
10.3.5 Reizungen und Verätzungen der Augen
10.3.6 Vergiftungen
10.3.7 Verbrennungen und Verbrühungen
10.3.8 Schnittwunden
10.3.9 Prellungen, Verstauchungen, Verdacht auf Knochenbrüche
10.3.10 Unfälle durch elektrischen Strom

**11 Besondere Vorschriften für Praktika**

**13 Literaturverzeichnis**

**Vorwort**

In sehr vielen Arbeitsbereichen der TU Braunschweig werden Gefahrstoffe verwendet. Gefahrstoffe sind Stoffe, die beispielsweise leicht entzündlich, giftig, ätzend, krebserzeugend, brandfördernd oder explosionsgefährlich sind. Gefahrstoffe sind an rotumrandeten weißen Symbolen wie z. B. einem Totenkopf bzw. auch an den veralteten orangefarbenen Gefahrensymbolen erkennbar, die sich auf den Etiketten von Flaschen, Kanistern, Druckgasflaschen oder sonstigen Gebinden befinden. Gefahrstoffe werden nicht nur in den üblichen chemischen, pharmazeutischen, biologischen oder physikalischen Laboratorien sondern auch in Werkstätten (z. B. Reinigungsbenzin, Schweißgase) verwendet oder als Kraftstoffe genutzt. Die Zahl der gegenüber Gefahrstoffen exponierten Personen ist auf das notwendige Maß zu begrenzen.

Verantwortlich für die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften ist grundsätzlich die Leiterin bzw. der Leiter des Institutes, der Zentralen Einrichtung oder der Verwaltungsabteilung, in denen mit Gefahrstoffen gearbeitet wird. Sie / er wird in dieser allgemeinen Betriebsanweisung in Übereinstimmung mit der Gefahrstoffverordnung allgemein als „Arbeitgeber“ bezeichnet. Der Arbeitgeber hat die Arbeitsorganisation so zu gestalten, dass Gefährdungen vermieden oder auf ein Minimum reduziert werden.

Der Arbeitgeber hat Betriebsanweisungen unter Berücksichtigung der eingesetzten Gefahrstoffe und Arbeitsmittel zu erstellen, in denen die im Laboratorium auftretenden Gefahren für Mensch und Umwelt beschrieben sowie die allgemein erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt sind. Betriebsanweisungen sind in einer für die Beschäftigten verständlichen Sprache und Form abzufassen und zu dokumentieren. Die Zugriffsmöglichkeit auf die Betriebsanweisungen im Laboratorium ist jederzeit sicherzustellen. In den Betriebsanweisungen sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über Erste-Hilfe-Maßnahmen zu treffen. Die hier vorliegende allgemeine Betriebsanweisung enthält die wesenlichen, grundlegenden und einzuhaltende Vorschriften für den Umgang mit Gefahrstoffen und für die üblichen Tätigkeiten im Labor.

Für besonders gefährliche Tätigkeiten mit Gefahrstoffen oder Apparaturen hat der Arbeitgeber gesonderte Betriebsanweisungen zu erstellen. Dies können beispielsweise Betriebsanweisungen für Zentrifugen oder Versuchsautoklaven sein, deren Fehlbedienung zu einer Gefährdung führen kann, Arbeiten mit neuen Stoffen und solchen mit noch unbekannten Eigenschaften (nicht vollständig geprüft), Arbeiten mit Druckgasflaschen, Druckgasen, Vakuum, tiefkalt verflüssigten Gasen, brennbaren Flüssigkeiten sowie mit explosionsgefährlichen und gesundheitsgefährlichen Stoffen.

Es hat sich bewährt, für Gefahrstoffe in Laboratorien Gruppenbetriebsanweisungen aufzustellen, die in dieser Betriebsanweisung enthalten sind. Für besonders gefährliche Stoffe oder solche, deren Kombination von Gefahrenmerkmalen keine sinnvolle Zuordnung zu einer Gruppe zulässt, sind Einzelanweisungen erforderlich.

Betriebsanweisungen und Sicherheitsdatenblätter stellen eine wichtige Informationsquelle dar und haben im staatsanwaltlichen Ermittlungsverfahren wichtige Beweisfunktionen. Eine demgemäße Sorgfalt der Dokumentation muss daher walten. Betriebsanweisungen können in Ergänzung zu einem vom Arbeitgeber unterschriebenen Belegexemplar auch in elektronischer Form verfügbar gemacht werden, wenn sichergestellt ist dass die Beschäftigten unmittelbaren Zugriff haben. Sicherheitsdatenblätter können in schriftlicher oder elektronischer Form bereitgehalten werden. Im Fall der elektronischen Form muss der Zugriff aller Mitarbeiter im Bedarfsfall darauf sichergestellt sein. Ist ein elektronisches Medium - temporär - nicht verfügbar, so muss eine andere Quelle herangezogen oder die Arbeit für diese Zeit aufgeschoben werden.

Die Betriebsanweisung enthält alle wesentlichen rechtlichen Vorgaben für das sichere Arbeiten und den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen im Labor. Sie enthält jedoch nicht alle Vorschriften aller vorhandenen anzuwendenden Rechtsvorschriften, die es beispielsweise für Gefahrstoffe gibt. Wenn z. B.

1. Gefahrstoffe verkauft,
2. Laboratorien umgebaut oder neugebaut
3. größere Mengen an Gefahrstoffen, flüssigem Stickstoff oder Druckgasflaschen gelagert

werden sollen, sind weitere Vorschriften zu beachten, die in dieser Betriebsanweisung nicht enthalten sind. Bitte informieren Sie sich dann und bei allen anderen offenen Fragen bei der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge (Herr Dr. Bollmeier, Tel. 4406, Frau Pieper, Tel. 4696).

Jeder Arbeitgeber muss eine schriftliche Betriebsanweisung erstellen und den Beschäftigten in verständlicher Form und Sprache zugänglich machen. Die Betriebsanweisung muss mindestens folgendes enthalten:

- Informationen über die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahrstoffe, wie z. B. Bezeichnung der Gefahrstoffe, ihre Kennzeichnung sowie Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit,
- Informationen über angemessene Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen, die der Beschäftigte zu seinem eigenen Schutz und zum Schutz der anderen Beschäftigten am Arbeitsplatz durchzuführen hat (z. B. Hygienevorschriften, Informationen über Maßnahmen zur Verhinderung einer Exposition, Informationen zum Tragen und Benutzen von Schutzausrüstungen und Schutzkleidung),
- Informationen über Maßnahmen, die von den Beschäftigten, insbesondere von Rettungsmannschaften, bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen und zur Verhütung von diesen durchzuführen sind.

Damit nicht jeder Arbeitgeber der TU sich die Arbeit machen muss, unter Berücksichtig zahlreicher Gesetze, Verordnungen, Unfallverhütungsvorschriften, Technischer Regeln, Informationsschriften usw. eine eigene Betriebserweisung für seinen Verantwortungsbereich zu erstellen, ist von der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge diese umfassende allgemeine Betriebsanweisung erstellt worden. Sinn der Betriebsanweisung ist es, die Gefährdung von Menschen und Umwelt zu minimieren. Die Betriebsanweisung enthält deshalb zahlreiche Vorschriften, die eingehalten werden müssen, z. B. das Tragen einer Schutzbrille, oder das Verbot, in Laboratorien zu essen oder zu trinken. Daneben enthält sie aber auch Anleitungen, die es allen im Labor Beschäftigten ermöglichen sollen, selbständig Probleme zu lösen, z. B. Ersatzstoffe für besonders gefährliche Gefahrstoffe zu finden. Die Betriebsanweisung ist ein Ratgeber für die täglich anfallenden Aufgaben und Probleme im Labor und enthält die Umsetzung zahlreicher Rechtsvorschriften in den Laboralltag. Sie basiert auf Vorschriften, die speziell den Umgang mit Gefahrstoffen regeln (z. B. Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich), berücksichtigt aber auch allgemeingültige Vorschriften (z. B. Unfallverhütungsvorschriften, Technische Regeln). Sie ist für alle Beschäftigten (Bedienstete, Studierende und sonstige Angehörige) und Gäste (z. B. Gastwissenschaftler) der Universität erstellt worden, die in Laboratorien und sonstigen Bereichen der Universität mit Gefahrstoffen arbeiten. Die Betriebsanweisung gilt auch für das Arbeiten mit Geräten und Apparaturen, die für den Umgang mit Gefahrstoffen notwendig sind.

Die allgemeine Betriebsanweisung kann bei der Vielzahl der unterschiedlichen Arbeitsplätze an der TU Braunschweig nicht genau auf jeden Arbeitsplatz bezogen sein. Alle Arbeitgeber müssen diese Betriebsanweisung deshalb ggf. an die Arbeitsbedingungen, die Arbeitsvorgänge, die verwendeten Gefahrstoffe und sonstige mögliche Gefahrenquellen sowie an die räumliche Ausstattung (Flucht-

und Rettungswege, Standorte von Feuerlöschern oder Erste-Hilfe-Kästen usw.) in ihrem Verantwortungsbereich anpassen.

Die Betriebsanweisung gilt verbindlich; bei Nichtbeachtung der Betriebsanweisung gehen Arbeitgeber und Beschäftigte das Risiko ein, ihren Versicherungsschutz zu verlieren und für Schäden haftbar gemacht zu werden. Von der Betriebsanweisung darf in Ausnahmefällen nur dann abgewichen werden, wenn durch die abweichende Maßnahme mindestens der gleiche Schutz von Menschen und Umwelt erreicht wird. Abweichende Maßnahmen und ihre Begründung sind zu dokumentieren.

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die Beschäftigten so mit persönlicher Schutzausrüstung und allen notwendigen Geräten auszustatten, sodass ihnen die Einhaltung der Betriebsanweisung möglich ist.

Der Arbeitgeber darf Arbeiten nur unterwiesenen Personen übertragen, die befähigt sind, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz zu beachtenden Bestimmungen und Maßnahmen einzuhalten. Beschäftigte dürfen Tätigkeiten nur mit den Gefahrstoffen und Einrichtungen ausführen, die zur Durchführung ihrer Aufgaben erforderlich sind. Befähigt in diesem Sinne sind Personen, die aufgrund 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 angelernt sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.

**1 Geltungsbereich**

Diese Betriebsanweisung gilt für alle Personen, die sich in Laboratorien aufhalten, in allen Laboratorien der Technischen Universität Braunschweig.

**2 Definitionen**

**2.1 Arbeitgeber**

„Arbeitgeber“ ist, wer Arbeiten und Aufgaben vergibt und über nötige finanzielle Mittel verfügt, um notwendige Sicherheitsmaßnahmen bezahlen zu können. Arbeiten, für die die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen nicht gewährleistet sind, dürfen vom Arbeitgeber nicht beauftragt und von den Beschäftigten nicht ausgeführt werden.

Arbeitgeber des Hochschulpersonals ist das Land Niedersachsen. Innerhalb der Hochschulen richtet sich die Verantwortlichkeit für Einhaltung und Erfüllung der maßgeblichen Vorschriften nach der jeweiligen Leitungsfunktion, die im Wesentlichen durch Weisungsbefugnis gegenüber zugeordnetem Personal und Verfügungsbefugnis über Ressourcen bestimmt ist. Dabei handelt es sich insbesondere um die Befugnis, die Aufgaben der Beschäftigten zu bestimmen, die zu erzielenden Arbeitsergebnisse, Arbeitsumfang und Arbeitsweise festzulegen und Prioritäten für den Mitteleinsatz zu setzen. Mit der Leitungsbefugnis ist die Arbeitgeberverantwortung für den Bereich verbunden, auf den sich die Leitungsbefugnisse jeweils beziehen. Unbeschadet der Gesamtverantwortung der Hochschulleitung ergeben sich wegen der differenzierten Struktur der Hochschulen besondere Verantwortungsbereiche aus der Leitung der Fakultäten, der wissenschaftlichen Einrichtungen und Betriebseinheiten und aus der selbständigen Wahrnehmung von Aufgaben in Forschung und Lehre.

Aus der unmittelbar durch Rechtsvorschrift oder durch besondere Übertragung begründeten Leitungsfunktion über einen Teilbereich der Universität ergibt sich eine bereichsspezifische Verantwortung, die sich auf den gesamten jeweiligen Leitungsbereich erstreckt und insbesondere umfasst:

1. das Vertrautmachen mit den maßgebenden Vorschriften, das Anhalten der Beschäftigten zu deren Beachtung und das Sorgetragen für die Einhaltung,
2. die vorschriftsgemäße Organisation der Betriebsabläufe in Forschung und Lehre (u. a. das Erstellen und Bekanntmachen von Gefährdungsbeurteilungen und Betriebsanweisungen sowie regelmäßige mündliche Unterweisungen der Beschäftigten),
3. den vorschriftsgemäßen Zustand der betrieblichen Einrichtungen (Geräte, Experimentaleinrichtungen) und die vorschriftsgemäße Anwendung der Materialien (z. B. Gefahrstoffe),
4. die vorschriftsgemäße Nutzung überlassener Gebäude, Gebäudeteile, Räume, Einrichtungen und Geräte,
5. die erforderliche Erforschung des Sachverhaltes, falls Anhaltspunkte für eine Gefahrenlage gegeben sind,
6. die Beseitigung erkannter Gefahren und, soweit diese mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht dauerhaft möglich ist, das Treffen vorläufiger Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen und die Meldung solcher Gefahren an die zuständige Stelle der Hochschule.

Innerhalb der Hochschule trifft diese Verantwortung als Arbeitgeber im Einzelnen:

1. die Mitglieder des Hochschulpräsidiums
2. die Dekane der Fakultäten,
3. die geschäftsführenden Leiter der wissenschaftlichen Einrichtungen,
4. die Leiter der Zentralen Einrichtungen,
5. die Leiter von Geschäftsbereichen und Verwaltungsabteilungen,

6. Professoren, Hochschuldozenten, Gastdozenten, Gastwissenschaftler, Honorarprofessoren, Privatdozenten, emeritierte und pensionierte Professoren, Lehrbeauftragte und alle, die sonst in der Hochschule selbständig, d. h. frei von Weisungen, forschen und lehren,
7. Personen, die bestimmte Aufgaben im Rahmen ihres Dienst-, Arbeits- bzw. Werkdienstvertrages zu erfüllen haben. Zu diesem Personenkreis zählen z. B. Lehrbeauftragte, Leiter von Institutswerkstätten, Chemikalienausgaben und Servicelabors sowie Beamte und Angestellte des akademischen Mittelbaus.

Die Hochschulleitung trägt die Organisations- und Kontrollverantwortung für den Vollzug dieser Betriebsanweisung in allen Fachbereichen und Einrichtungen der Hochschule. Die Dekane der Fakultäten haben darauf hinzuwirken, dass diese Betriebsanweisung in der Fakultät wahrgenommen und Anhaltspunkten für Gefahrenlagen nachgegangen wird.

Die Arbeitgeber müssen in ihrem jeweiligen Verantwortungsbereich durch geeignete Maßnahmen dafür sorgen, dass diese Betriebsanweisung eingehalten wird. Neben technischen Maßnahmen sind hier insbesondere innerbetriebliche organisatorische Maßnahmen zu nennen. Hierunter fallen beispielsweise das Verbot des Umgangs mit einem bestimmten Gefahrstoff oder die Schließung eines Arbeitsbereiches, wenn z. B. durch Ausfall der Lüftung eine Gefährdung der Beschäftigten besteht. Falls die Befugnisse dieser Personen nicht ausreichen, haben sie die zuständigen Stellen der Hochschule, ggf. auch die Hochschulleitung, zu unterrichten.

Damit auch in größeren Einrichtungen und Arbeitsbereichen die Einhaltung der Betriebsanweisung gewährleistet ist, kann der Arbeitgeber ihm obliegende Aufgaben auf einen oder mehrere geeignete Mitarbeiter übertragen, die mit der verantwortlichen Betreuung oder Leitung eines bestimmten Arbeitsbereiches (z. B. Werkstatt, Labor) oder der verantwortlichen Durchführung einer bestimmten Veranstaltung (z. B. Praktikum) betraut sind. Die Übertragung muss in schriftlicher Form erfolgen und den Umfang der Pflichten des Mitarbeiters klar bezeichnen sowie die mit der Übertragung verbundenen Befugnisse zur Durchführung von Abhilfemaßnahmen (Verfügung über Ressourcen, Entscheidungsbereich) enthalten. Bei der Übertragung von Aufgaben hat der Arbeitgeber zu berücksichtigen, dass die mit den Aufgaben Betrauten in der Lage sind, die Bestimmungen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz einzuhalten und notwendige Maßnahmen durchzuführen. Unabhängig davon verbleiben die Organisations-, Auswahl- und Kontrollverantwortung bei dem Arbeitgeber.

Kein Arbeitgeber darf den Umgang mit gefährlichen Arbeiten zulassen oder anordnen, wenn der in dieser Betriebsanweisung vorgeschriebene Schutz nicht gewährleistet ist. Maßnahmen zur Abwehr unmittelbarer Gefahren sind unverzüglich zu treffen. Bei den zu treffenden Schutzmaßnahmen im Umgang mit Gefahrstoffen sind insbesondere die Gefahrensymbole, die Hinweise auf besondere Gefahren (H-Sätze), die Sicherheitsratschläge (P-Sätze) und die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern zu beachten.

**2.2 Beschäftigte**

Beschäftigte (d.h. Beschäftigte bzw. Beschäftigten gleichgestellte Personen) sind

1. alle mit Arbeits- und Ausbildungsverträgen Beschäftigte der TU,
2. Studierende, die an der TU oder einer anderen Hochschule immatrikuliert sind,
3. Hochschulangehörige (Doktoranden, Gastwissenschaftler, Forschungsstipendiaten usw.), auch wenn sie ohne Arbeitsvertrag, aber im Auftrag der TU tätig sind,
4. bei beauftragten Firmen beschäftigte Personen, die an der TU Arbeiten durchführen (z. B. Reinigungspersonal, Handwerker),
5. sonstige Personen, die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausüben.

Die Beschäftigten sind verpflichtet, diese Betriebsanweisung und sonstige Anweisungen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz zu befolgen. Ausgenommen hiervon sind offensichtlich unbegründete oder sicherheitswidrige Anweisungen. Sie haben Sicherheitsmängel und Notfälle dem Arbeitgeber mitzuteilen oder, soweit es zu ihren Aufgaben gehört, die Mängel zu beseitigen. Sie haben Arbeitsstoffe, Maschinen, Geräte, Werkzeuge, Transport- und sonstige Arbeitsmittel bestimmungsgemäß zu verwenden und einzusetzen.

**2.3 Fachkundiges Laborpersonal**

Der Arbeitgeber darf Arbeiten mit Gefahrstoffen nur Fachkundigen oder unterwiesenen Personen übertragen, denen die damit verbundenen Gefahren und Schutzmaßnahmen bekannt sind. Als Fachkundige gelten Personen, die aufgrund ihrer einschlägigen fachlichen Ausbildung, ihrer Kenntnisse der einschlägigen Bestimmungen und ihre Erfahrung in den durchzuführenden Tätigkeiten 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. Die Anforderungen an die Fachkunde sind abhängig von

1. den verwendeten Gefahrstoffen,
2. den Gefahrstoffmengen,
3. den Stoffeigenschaften,
4. Art und Anzahl der Tätigkeiten,
5. Art und Anzahl der Arbeitsmittel (zum Beispiel Apparaturen, Geräte und Anlagen) sowie
6. der Reaktionsführung (zum Beispiel Möglichkeit durchgehender Reaktionen, Druckaufbau).

Als Fachkundig anzusehen sind in der Regel folgende Personen mit abgeschlossener Ausbildung: Chemiker (Diplom-, Bachelor- oder Master-Abschluss), Chemieingenieur (Diplom-, Bachelor- oder Master-Abschluss), Chemisch-technischer Assistent, Chemielaborant, Biologe (Diplom-, Bachelor- oder Master-Abschluss), Biologielaborant, Biologisch-technischer Assistent, Apotheker, Pharmazieingenieur, Pharmazeutisch-technische Assistentin und vergleichgbare Berufsabschlüsse.

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

**2.4 Laboratorium**

Als Laboratorien werden in dieser Betriebsanweisung alle Räume bezeichnet,

1. in denen Beschäftigte Tätigkeiten mit Gefahrstoffen ausüben (Laboratorien im eigentlichen Sinne, Chemikalienlager, Druckgasflaschenlager, ggf. auch Werkstätten, Hörsäle, Seminarräume usw.),
2. in denen Geräte und Apparaturen betrieben werden, von denen Gefahren für die Beschäftigten ausgehen, z. B. durch Strahlung aller Art, starke Magnetfelder, Explosions- oder Implosionsgefahr, Biogefährdung.

Grundsätzlich kann ein Laboratorium nicht in einen gefährdeten Arbeitsbereich und einen nicht gefährdeten Bereich (z. B. Fenstertischreihen) unterteilt werden. Ein Raum, der auch nur teilweise die o. g. Bedingungen eines Laboratoriums erfüllt, ist ein Laboratorium.

**2.5 Labortätigkeit**

Labortätigkeiten sind alle Tätigkeiten in Laboratorien.

**2.6 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen**

Beschäftigte dürfen nur mit Gefahrstoffen und an Einrichtungen tätig werden, die zur Durchführung ihrer Aufgaben erforderlich sind. Eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen ist jede Arbeit, bei der Gefahrstoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse im Rahmen eines Prozesses einschließlich Produktion,

Handhabung, Lagerung, Beförderung, Entsorgung und Behandlung verwendet werden oder bei der Gefahrstoffe oder Zubereitungen entstehen. Tätigkeit schließt das Herstellen oder Verwenden, Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- und Verarbeiten, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Entfernen, innerbetriebliche Befördern, Entsorgen und Vernichten ein. Unter Vernichten ist die chemische Umwandlung eines Gefahrstoffes (z. B. durch Oxidation mit Kaliumpermanganat) mit dem Ziel zu verstehen, einen weniger gefährlichen Stoff zu erhalten. Eingeschlossen ist auch das Reinigen von Geräten, die mit Gefahrstoffen behaftet sind, sowie Tätigkeiten im Gefahrenbereich von Gefahrstoffen (der Besuch solcher Experimentalvorlesungen, in denen sich Studierende im Gefahrenbereich von Gefahrstoffen befinden), Bedien- und Überwachungstätigkeiten oder Arbeiten von Handwerkern in einem Gefahrenbereich (z. B. bei Reparaturarbeiten in einem Labor oder an einer Gasleitung). **Keine Tätigkeit** mit Gefahrstoffen liegt vor, wenn Art, Menge und Arbeitsweise zu keiner Gefährdung von Personen oder Umwelt führen können (z. B. Verwendung sehr stark verdünnter Lösungen, Arbeiten mit Kleinstmengen, Arbeiten in bruchsicheren, geschlossenen Apparaturen).

### 2.7 Inverkehrbringen von Gefahrstoffen

Ein Inverkehrbringen liegt vor, wenn Gefahrstoffe gewerbsmäßig oder selbständig im Rahmen einer wirtschaftlichen Unternehmung an Dritte abgegeben werden. Diese Betriebsanweisung gilt nicht für das Inverkehrbringen von Gefahrstoffen. Das gewerbliche Inverkehrbringen ist an Hochschulen in der Regel nicht gegeben. Im Zweifelsfall muss die Hochschulleitung den Sachverhalt prüfen und entsprechende Regelungen treffen. Sofern ein gewerbliches Inverkehrbringen gegeben sein könnte, muss der Präsident darüber schriftlich informiert werden. Die hochschulinterne Weitergabe von Gefahrstoffen (z. B. Auslieferung von Gefahrstoffen durch das Zentrale Lager für Chemikalien) sowie die nichtgewerbliche Weitergabe von Substanzproben an andere wissenschaftliche Einrichtungen oder Analyselaboratorien zum Zwecke der Forschung ist kein Inverkehrbringen im Sinne des Chemikalienrechtes.

Es wird jedoch darauf hingewiesen,

1. dass der Versand von Gefahrstoffen, zu denen grundsätzlich auch alle noch nicht vollständig geprüften Stoffe, insbesondere neu synthetisierte Chemikalien, gehören, gemäß der Gefahrgutverordnung Straße (GGVS) durchgeführt werden muss,
2. dass alle verschickten Gefahrstoffe gemäß Chemikalienrecht etikettiert sein müssen. Alle Chemikalien, die Gefahrstoffe sein könnten (z. B. Forschungspräparate), müssen mindestens mit dem Hinweis „Achtung - noch nicht vollständig geprüfter Stoff“ versehen werden.
3. dass vor dem Versand durch die Post oder Paketdienste geklärt werden muss, ob diese überhaupt Gefahrstoffe befördern und, falls ja, welche Sicherheits- und Verpackungsvorschriften eingehalten werden müssen.

### 2.8 Fachkunde

Fachkundig ist, wer zur Ausübung einer in dieser Betreibsanweisung bestimmten Aufgabe befähigt ist. Die Anforderungen an die Fachkudne sind abhängig von der jeweiligen Art der Aufgabe. Zu den Anforderungen zählen eine entsprechende Berufsausbildung, Berufserfahrung oder eine zeitnah ausgeübte entprechende berufliche Tätigkeit sowie die Teilnahme an spezifischen Fortbildungsmaßnahmen.

### 2.9 Sachkunde

Sachkundig ist, wer seine bestehende Fachkunde durch Teilnahme an einem behördlich anerkannten Sachkundelehrgang erweitert hat. In Abhängigkeit vom Aufgabengebiet kann es zum Erwerb der Sachkunde auch erforderlich sein, den Lehrgang mit einer erfolgreichen Prüfung abzuschließen. Sachkundig ist ferner, wer über eine von der zuständigen Behörde als gleichwertig anerkannte oder nach der Gefahrstoffverordnung als gleichwertig bestimmte Qualifikation verfügt.

**2.10 Stand der Technik**

Stand der Technik im Sinne dieser Betriebsanweisung ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung der Maßnahme zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind. Gleiches gilt für die Anforderungen an die Arbeitsmedizin und die Arbeitsplatzhygiene.

**3 Gefährdungsbeurteilung**

Um die Gefährdung der Beschäftigten in den Laboratorien zu beurteilen, muss der Arbeitgeber

1. ermitteln, ob in seinem Verantwortungsbereich Gefahrstoffe vorhanden sind,
2. ermitteln, ob in seinem Verantwortungsbereich gefährliche Laborversuche ausgeführt werden,
3. sich informieren, welche Gefahren von den Gefahrstoffen und von den Laborversuchen ausgehen,
4. alle vorhandenen Gefahrstoffe in einem Verzeichnis aufführen
5. prüfen, ob die vorhandenen Gefahrstoffe nicht durch weniger gefährliche ersetzt werden können,
6. an Hand der unter 1. – 4. genannten Punkte Gefährdungen ermitteln und beurteilen,
7. eine Betriebsanweisung mit den notwendigen Sicherheitsmaßnahmen erstellen,
8. die Sicherheitsmaßnahmen durchführen (lassen) und ihre Einhaltung überprüfen,
9. alle Personen, die in den Laboratorien arbeiten, an Hand der Betriebsanweisung mündlich unterweisen.

Wegen der unterschiedlichen Arten von Laboratorien (analytische Laboratorien mit Standarduntersuchungen, Forschungslaboratorien) sowie der in Laboratorien im Allgemeinen großen Vielzahl an Tätigkeiten mit unterschiedlichen Gefahrstoffen kann die übliche Herangehensweise einer Gefährdungsbeurteilung, anhand der Stoffeigenschaften und der Tätigkeiten die Schutzmaßnahmen fallbezogen festzulegen, oft nicht angewendet werden. Die Sicherheit in Laboratorien wird durch den Bau, die Einrichtung, die Verfahren, den Betrieb, die Geräte und die Qualifikation des Laborpersonals bestimmt. Durch die Kombination von Maßnahmen technischer, organisatorischer und persönlicher Art wird die Gefährdung bei Tätigkeiten in Laboratorien minimiert. Bau und Ausrüstung von Laboratorien bestimmen daher wesentlich die Tätigkeiten, die darin ausgeführt werden können, wobei dem Arbeiten im Abzug eine besondere Bedeutung zukommt, da der Abzug sowohl vor den Auswirkungen aufgrund von physikalisch-chemischen Eigenschaften, zum Beispiel Bildung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre oder Auswirkungen umhergeschleuderter Splitter, als auch vor den toxischen Gefährdungen einen wesentlichen Schutz bietet. Tätigkeiten mit neuen oder noch nicht ausreichend untersuchten Stoffen dürfen grundsätzlich nur in Abzügen oder in Einrichtungen mit vergleichbar hohem Schutzniveau durchgeführt werden.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind alle Aspekte zu berücksichtigen, die mittelbar oder auch unmittelbar Auswirkungen auf die Sicherheit haben können. So beeinflusst beispielsweise der ergonomische Aspekt der Beleuchtung ganz erheblich die Sicherheit bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. Denn mangelhafte Sichtverhältnisse - etwa in einem Abzug - stellen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eine Risikoerhöhung dar.

Maßnahmen zum Schutz vor Gefahrstoffen sind so festzulegen, dass dadurch keine zusätzlichen Gefährdungen und Belastungen für die Beschäftigten entstehen.

**Die für ein sicheres Arbeiten beim üblichen Laborbetrieb notwendigen Sicherheitsmaßnahmen können beim Vorliegen der folgenden Rahmenbedingungen grundsätzlich als gegeben angesehen werden:**

1. **Einsatz von fachkundigem Laborpersonal,**
2. **Bau und Ausrüstung gemäß dieser Betriebsanweisung und den einschlägigen Vorschriften,**
3. **Einhalten der Arbeitsplatzgrenzwerte,**
4. **Arbeiten nach den einschlägigen Sicherheitsvorschriften und –regeln, nach dem Stand der Technik und gemäß dieser Betriebsanweisung.**

Mit diesen Rahmenbedingungen ist ein Sicherheitskonzept für die üblichen Laborarbeiten erstellt, bei dessen Einhaltung weitere ständige Gefährdungsbeurteilungen für einzelne Versuche nicht mehr explizit durchgeführt werden müssen. Die Einhaltung dieser Punkte, insbesondere dieser Betriebsanweisung, stellt damit eine wesentliche Arbeitserleichterung dar. Wird jedoch auch nur eine dieser Rahmenbedingungen nicht eingehalten, ist in jedem Fall eine zusätzliche Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Notwendige zusätzliche Maßnahmen sind festzulegen. Gefährdungen, die nicht im Rahmen dieser Betriebsanweisung behandelt werden, erfordern eine zusätzliche Gefährdungsbeurteilung.

**3.1 Ermittlungspflicht**

Bevor Beschäftigte Arbeiten ausführen, hat der Arbeitgeber die mit diesen Arbeiten verbundenen Gefahren zu ermitteln, zu beurteilen und anschließend die zum Schutz des menschlichen Lebens, der menschlichen Gesundheit und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen nach den Vorschriften des Chemikalien- und Arbeitsschutzrechtes sowie der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) zu treffen.

Für Labortätigkeiten bedeutet das, dass der Arbeitgeber die in den Laboratorien auszuführenden Arbeiten und die von diesen Arbeiten einschließlich der dazu verwendeten Geräte, Materialien und Gefahrstoffe ausgehenden Gefahren ermitteln muss. Der Arbeitgeber hat insbesondere zu ermitteln, ob es sich bei den benutzten Chemikalien um Gefahrstoffe handelt.

**3.2 Informationsermittlung**

Dazu muss sich der Arbeitgeber über die die in den Laboratorien auszuführenden Arbeiten und die von diesen Arbeiten einschließlich der dazu verwendeten Geräte, Materialien und Gefahrstoffe ausgehenden Gefahren informieren. Als Informationsquellen dienen u. a. Fachexperten, einschlägige Sicherheitsliteratur, Praktikumsbücher, Unfallverhütungsvorschriften, Sicherheitsregeln und Informationsschriften der Unfallversicherungsträger. Es ist zu berücksichtigen, dass solche Informationsquellen auch fehlerhafte Informationen übermitteln können. Bei einer Recherche sind daher Quellen zu bevorzugen, die erfahrungsgemäß gesicherte Daten enthalten. Wird die Fachliteratur herangezogen, so sind neuere Befunde und solche aus renommierten, vorzugsweise qualitätsgesicherten Journalen und Büchern zu bevorzugen. Informationen aus Internetquellen sollten nur von vertrauenswürdigen Anbietern genutzt werden. Eine Plausibilitätsprüfung der Daten mittels des eigenen Sachverstandes bleibt für den Verwender der Daten verpflichtend. Die Nutzung von Stoffdatenbanken mit validen Daten wird empfohlen, beispielsweise die GESTIS-Stoffdatenbank des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz (BGIA) oder das Gefahrstoffinformationssystem GisChem.

Diese „Allgemeine Betriebsanweisung für den Umgang mit Gefahrstoffen und Laborgeräten an der Technischen Universität Braunschweig“ enthält die wesentlichen Hinweise auf mögliche Gefahren für die meisten Labortätigkeiten und stellt eine weitere Quelle für die Informationsermittlung dar.

Wenn der Arbeitgeber nicht über andere Erkenntnisse verfügt, kann er davon ausgehen, dass eine Kennzeichnung (Etikett) zutreffend ist, die sich auf der Verpackung oder in einer beigefügten Mitteilung, insbesondere dem Sicherheitsdatenblatt, befindet. Sicherheitsdatenblätter sind in der Regel im Internet verfügbar oder können vom Hersteller einer Chemikalie kostenlos bezogen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass Chemikalien,

1. die vor dem Inkrafttreten der Gefahrstoffverordnung (1986) beschafft wurden,
2. die aus Forschungslaboratorien stammen,
3. die aus Nicht-EG-Staaten stammen,

4. nicht nach den geltenden Vorschriften gekennzeichnet sein könnten. Ist dieses der Fall, muss nachträglich eine Kennzeichnung nach den Vorschriften dieser Betriebsanweisung durchgeführt werden.

Verbleiben bei der Ermittlung Ungewissheiten über die Gefährdung, hat der Hersteller der Chemikalie auf Verlangen die von den Gefahrstoffen ausgehenden Gefahren und die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen mitzuteilen. Dabei können mindestens die Angaben verlangt werden, die im Sicherheitsdatenblatt vorgeschrieben sind. Für Altbestände oder selbst hergestellte Gefahrstoffe sind als weitere Informationsquellen Chemikalienkataloge, verschiedene Loseblattsammlungen, Monographien und Gefahrstoffdatenbanken heranzuziehen, da in der Regel hierfür keine Sicherheitsdatenblätter zur Verfügung stehen. Werden Gefahrstoffe in der Hochschule intern weitergegeben, ist der Zugriff auf die erforderlichen Gefahrstoffinformationen (z. B. Sicherheitsdatenblätter) zu gewährleisten.

Stoffe und Zubereitungen, die nicht eingestuft und gekennzeichnet worden sind, beispielsweise innerbetrieblich hergestellte Stoffe oder Zubereitungen, hat der Arbeitgeber selbst einzustufen und zu kennzeichnen. Dazu ist es oft nötig, zusätzliche Informationen zu gewinnen, z. B. über Gefahrstoffe gleicher Verbindungsklassen. Wenn für Stoffe oder Zubereitungen keine Prüfdaten oder entsprechende aussagekräftige Informationen zur akut toxischen, reizenden, hautsensibilisierenden oder erbgutverändernden Wirkung oder zur Wirkung bei wiederholter Exposition vorliegen, sind die Stoffe oder Zubereitungen wie Gefahrstoffe mit entsprechenden Wirkungen zu behandeln.

Das Ergebnis der Ermittlung ist, soweit dabei Gefahrstoffe festgestellt worden sind, der zuständigen Behörde auf Verlangen darzulegen.

**3.3 Gefahrstoffverzeichnis**

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, ein Gefahrstoffverzeichnis zu führen, das alle in seinem Verantwortungsbereich vorhandenen Gefahrstoffe enthält.

Das Gefahrstoffverzeichnis muss von jedem Gefahrstoff mindestens folgende Angaben beinhalten:

1. den Stoffnamen nach der IUPAC- oder einer anderen anerkannten Nomenklatur,
2. Einstufung des Gefahrstoffs oder Angaben zu den gefährlichen Eigenschaften
3. bei Gefahrstoffen die besonderen Gefahrenhinweise (H-Sätze, nur die Zahlen),
4. die Menge des vorhandenen Gefahrstoffes (kg oder Liter, vorzugsweise die tatsächlich vorhandenen Mengen),
5. Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird (z. B. Raumnummern),
6. Hinweise auf die entsprechenden Sicherheitsdatenblätter.

Unabhängig davon wird empfohlen, in das Gefahrstoffverzeichnis neben den Gefahrstoffen auch alle anderen Chemikalien aufzunehmen, weil dann leicht festgestellt werden kann, welche Chemikalien im Institut in welchem Raum vorhanden sind. Dadurch können Doppelbeschaffungen vermieden werden.

Bei der Führung eines Gefahrstoffverzeichnisses wird empfohlen, diejenigen Gefahrstoffe, deren Verwendung - momentan - nur zu einer geringen Gefährdung führt, nicht auszunehmen, da sonst bei Änderungen oder neuen Verwendungen das Verzeichnis gegebenenfalls ebenfalls unverzüglich anzupassen wäre. Zudem ermöglicht ein Gefahrstoffverzeichnis, das vorteilhaft die wenigen Laborchemikalien berücksichtigt, die keine Gefahrstoffe sind, einen raschen Überblick über die Bestände sowie Beschaffungs- und Entsorgungsnotwendigkeiten.

Es ist ausreichend, in einem Institut ein gemeinsames Gefahrstoffverzeichnis aller Arbeitsgruppen zu führen. Dieses Verzeichnis muss dann zusätzlich den Namen der Arbeitsgruppe enthalten, in der die Chemikalie vorhanden ist.

Es muss für jedes Praktikum eine Auflistung aller in dem Praktikum verwendeten Gefahrstoffe erstellt werden. Diese Auflistung ist Bestandteil der Praktikums-Betriebsanweisung.

Das Gefahrstoffverzeichnis ist auf dem aktuellen Stand zu halten. Es wird dringend empfohlen, mit der Führung des Gefahrstoffverzeichnisses nur eine Person und einen Stellvertreter zu beauftragen. Um das Gefahrstoffverzeichnis richtig zu pflegen, ist es notwendig, demjenigen, der das Gefahrstoffverzeichnis führt, alle eingekauften Chemikalien für die Aufnahme in das Verzeichnis und alle verbrauchten Chemikalien für die Entnahme aus dem Verzeichnis anzuzeigen.

Die Angaben können schriftlich festgehalten (z. B. Karteikarten) oder elektronisch auf Datenträgern gespeichert werden. Das Verzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und mindestens einmal jährlich zu überprüfen. Es ist kurzfristig verfügbar aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzuzeigen.

**3.4 Gefährdungsbeurteilung**

In Laboratorien ist typischerweise mit folgenden Gefährdungen durch Gefahrstoffe sowie sonstigen Gefährdungen oder Belastungen zu rechnen:

1. Brand- und Explosionsgefahr durch brennbare feste, flüssige und gasförmige Stoffe,
2. Gefahr von Gesundheitsschäden durch feste, flüssige und gasförmige Stoffe,
3. Gefahr durch unbekannte, heftige oder durchgehende Reaktionen sowie
4. Augen- und Hautgefährdung durch ätzende und reizende Stoffe.
5. mangelhafte oder der Sehaufgabe nicht angemessene Beleuchtung,
6. ungünstige raumklimatische Bedingungen,
7. Gefahr durch Behälter mit Überdruck oder Unterdruck,
8. Gefahr durch heiße oder kalte Oberflächen und Medien,
9. Lärm von Geräten und Anlagen,
10. mechanische Gefährdungen durch Geräte und Anlagen,
11. Hautgefährdung durch Feuchtarbeit, insbesondere durch das Tragen von Handschuhen,
12. Rutschgefahr durch Nässe, Stolpergefahr,
13. Belastungen des Bewegungsapparates durch sich wiederholende Tätigkeiten oder Zwangshaltungen,
14. psychische Belastung durch sich wiederholende Tätigkeiten, Zeitdruck, Isolation, hohe Anforderung an die Konzentration,
15. Belastungen der Arbeitnehmer durch das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung,
16. sonstige spezielle Einwirkungen (z. B. ionisierende Strahlung, elektromagnetische Felder, optische Strahlung, biologische Arbeitsstoffe)
17. sowie gegenseitige Wechselwirkungen der unter 1. – 16. Faktoren.

An Hand der vorhandenen Gefahrstoffe und der auszuführenden Labortätigkeiten muss der Arbeitgeber eine Gefährdungsbeurteilung vor Aufnahme der Tätigkeit durchführen, in der er alle von der Tätigkeit mit Gefahrstoffen und Labortätigkeiten ausgehenden Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten und den Schutz der Umwelt unter folgenden Gesichtspunkten ermitteln, beurteilen und dokumentieren muss:

1. Arbeitsbedingungen und Verfahren, einschließlich der Arbeitsmittel und der Gefahrstoffmenge,
2. gefährliche Eigenschaften der Stoffe oder Zubereitungen, einschließlich ihrer physikalisch-chemischen Wirkungen,

3. Informationen des Herstellers der Chemikalie zum Gesundheitsschutz und zur Sicherheit insbesondere im Sicherheitsdatenblatt,
4. Art und Ausmaß der Exposition mit Gefahrstoffen unter Berücksichtigung aller Expositionswege; dabei sind, soweit durchgeführt, die Ergebnisse von Messungen zu berücksichtigen,
5. das Ergebnis der Prüfung auf Möglichkeiten einer Substitution und ggf. eine Begründung für einen Verzicht auf eine technisch mögliche Substitution. Der Arbeitgeber hat auf der Grundlage des Ergebnisses der Substitutionsprüfung vorrangig eine Substitution durchzuführen. Er hat Gefahrstoffe oder Verfahren durch Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse oder Verfahren zu ersetzen, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind.
6. die durchzuführenden Schutzmaßnahmen, einschließlich der zusätzlich bei Überschreitung eines Arbeitsplatzgrenzwerts ergriffenen Schutzmaßnahmen sowie geplanter weiterer Schutzmaßnahmen, die zukünftig zur Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwerts ergriffen werden sollen,
7. eine Begründung, wenn von dieser Betriebsanweisung oder sonstigen Rechtsvorgaben abgewichen wird und
8. die Ermittlungsergebnisse, die belegen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten wird oder - bei Stoffen ohne Arbeitsplatzgrenzwert - die ergriffenen technischen Schutzmaßnahmen wirksam sind.
9. Wirksamkeit der ergriffenen oder zu ergreifenden Schutzmaßnahmen,
10. Erkenntnisse aus arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen.

Der Arbeitgeber darf eine Tätigkeit mit Gefahrstoffen erst aufnehmen lassen, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und die erforderlichen Schutzmaßnahmen ergriffen worden sind.

Der Arbeitgeber hat weiterhin festzustellen, ob die verwendeten Chemikalien bei Tätigkeiten, auch unter Berücksichtigung verwendeter Arbeitsmittel, Verfahren und der Arbeitsumgebung sowie ihrer möglichen Wechselwirkungen, zu Brand- oder Explosionsgefährdungen führen können. Insbesondere hat er zu ermitteln, ob die Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse auf Grund ihrer Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz vorhanden sind oder verwendet werden, explosionsfähige Gemische bilden können. Im Fall von nicht atmosphärischen Bedingungen sind auch die möglichen Veränderungen der für den Explosionsschutz relevanten sicherheitstechnischen Kenngrößen zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Bei der Gefährdungsbeurteilung sind ferner Tätigkeiten zu berücksichtigen, bei denen auch nach Ausschöpfung sämtlicher technischer Schutzmaßnahmen die Möglichkeit einer Gefährdung besteht. Dies gilt insbesondere für Instandhaltungsarbeiten und Wartungsarbeiten. Darüber hinaus sind auch andere Tätigkeiten wie Bedien- und Überwachungsarbeiten zu berücksichtigen, wenn diese zu einer Gefährdung von Beschäftigten durch Gefahrstoffe führen können.

Die mit den Tätigkeiten verbundenen inhalativen, dermalen und physikalisch-chemischen Gefährdungen sind unabhängig voneinander zu beurteilen und in der Gefährdungsbeurteilung zusammenzuführen. Treten bei einer Tätigkeit mehrere Gefahrstoffe gleichzeitig auf, sind Wechsel- oder Kombinationswirkungen der Gefahrstoffe, die Einfluss auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten haben, bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen, soweit solche Wirkungen bekannt sind.

Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, so hat er sich fachkundig beraten zu lassen. Fachkundig können insbesondere die Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Frau Pieper, Herr Dr. Bollmeier) und die Betriebsärztin oder der Betriebsarzt sein.

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung für bestimmte Tätigkeiten auf Grund

1. der dem Gefahrstoff zugeordneten Gefährlichkeitsmerkmale,
2. einer geringen verwendeten Stoffmenge,
3. einer nach Höhe und Dauer niedrigen Exposition und
4. der Arbeitsbedingungen

insgesamt eine nur geringe Gefährdung der Beschäftigten, kann auf eine detaillierte Dokumentation verzichtet werden. Falls in anderen Fällen auf eine detaillierte Dokumentation verzichtet wird, ist dies nachvollziehbar zu begründen. Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf zu aktualisieren. Sie ist umgehend zu aktualisieren, wenn maßgebliche Veränderungen oder neue Informationen dies erfordern oder wenn sich eine Aktualisierung auf Grund der Ergebnisse arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen als notwendig erweist.

Um die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten bei allen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu gewährleisten, hat der Arbeitgeber die erforderlichen Maßnahmen gemäß dieser Betriebsanweisung zu ergreifen und diese Betriebsanweisung zu beachten. Bei Einhaltung dieser Betriebsanweisung ist in der Regel davon auszugehen, dass die Anforderungen zum Schutz der Beschäftigten erfüllt sind. Von dieser Betriebsanweisung kann abgewichen werden, wenn durch andere Maßnahmen zumindest in vergleichbarer Weise der Schutz der Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gewährleistet wird.

Der Arbeitgeber hat Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat er sie auf ein Minimum zu reduzieren. Diesen Geboten hat der Arbeitgeber durch die Festlegung und Anwendung geeigneter Schutzmaßnahmen Rechnung zu tragen. Dabei hat er folgende Rangfolge zu beachten:

1. Gestaltung geeigneter Verfahren und technischer Steuerungseinrichtungen von Verfahren, den Einsatz emissionsfreier oder emissionsarmer Verwendungsformen sowie Verwendung geeigneter Arbeitsmittel und Materialien nach dem Stand der Technik (z. B. Arbeiten in geschlossenen Systemen),
2. Anwendung kollektiver Schutzmaßnahmen technischer Art an der Gefahrenquelle (ausreichende Be- und Entlüftung) und Anwendung geeigneter organisatorischer Maßnahmen (z. B. Arbeiten im Abzug oder unter Punktabsaugungen, Ableiten von gefährlichen Dämpfen, Gasen usw. über einen Schlauch direkt in einen Abluftkanal),
3. sofern eine Gefährdung nicht durch Maßnahmen nach den Nummern 1 und 2 verhütet werden kann, Anwendung von individuellen Schutzmaßnahmen, die auch die Bereitstellung und Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung umfassen.

### 3.4.1 Expositionsermittlung

Im Laboratorium wird durch Bau und technische Ausstattung sowie organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen eine Sicherheitsgrundlage geschaffen, um auch bei Tätigkeiten mit neuen oder noch nicht ausreichend untersuchten Stoffen die Gefährdung zu minimieren. Dauer und Ausmaß von Expositionen gegenüber Gefahrstoffen sind zu begrenzen, Arbeitsplatzgrenzwerte sind einzuhalten, Hautkontakt ist zu vermeiden.

### 3.4.2 Arbeitsplatzgrenzwert

Der Arbeitsplatzgrenzwert ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit von Beschäftigten im Allgemeinen nicht zu erwarten sind. Es ist also die Konzentration des Stoffes in der Luft, bei dessen dauerhafter Unterschreitung für eine erwachsene,

gesunde Person keine gesundheitliche Gefährdung selbst dann zu erwarten ist, wenn die Person ein ganzes Arbeitsleben lang 40 Stunden pro Woche mit dem Stoff arbeitet.

### 3.4.3 Biologischer Grenzwert

Der biologische Grenzwert ist der Grenzwert für die toxikologisch-arbeitsmedizinisch abgeleitete Konzentration eines Stoffes, seines Metaboliten oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material (z. B. im Urin, in der Ausatemluft oder im Blut), bei dem im Allgemeinen die Gesundheit eines Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird. Es ist also die Konzentration des Stoffes oder seines Umwandlungsproduktes (gemessen z. B. im Urin, in der Ausatemluft oder im Blut), bei dessen dauerhafter Unterschreitung für eine erwachsene, gesunde Person keine gesundheitliche Gefährdung selbst dann zu erwarten ist, wenn die Person ein ganzes Arbeitslebenlang 40 Stunden pro Woche mit dem Stoff arbeitet.

### 3.4.4 Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwert und Biologischem Grenzwert

Der Arbeitgeber muss sicherstellen, dass Arbeitsplatz- und Biologischer Grenzwert eingehalten werden. Er hat die Einhaltung durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Methoden zur Ermittlung der Exposition zu überprüfen. Ermittlungen sind auch durchzuführen, wenn sich die Bedingungen ändern, welche die Exposition der Beschäftigten beeinflussen können. Die Ermittlungsergebnisse sind aufzuzeichnen, aufzubewahren und den Beschäftigten und ihrer Vertretung zugänglich zu machen. Wer Arbeitsplatzmessungen von Gefahrstoffen durchführt, muss fachkundig sein und über die erforderlichen Einrichtungen verfügen. Wenn ein Arbeitgeber eine für Messungen von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen akkreditierte Messstelle beauftragt, kann der Arbeitgeber in der Regel davon ausgehen, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend sind. Die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge kann um orientierende Messungen gebeten werden.

Ist nicht sicher auszuschließen, dass eine erhöhte Exposition vorliegt, so ist dies durch geeignete Beurteilungsverfahren, wie beispielsweise Berechnungsverfahren und insbesondere durch Analogieschlüsse zu vergleichbaren Laborarbeitsplätzen zu ermitteln. Solche Beurteilungsverfahren müssen einer Messung gleichwertig sein. Ist eine Beurteilung der Exposition damit nicht möglich, so muss die Einhaltung von Grenzwerten durch Messung nachgewiesen werden. Ebenfalls kann bei Einhaltung dieser Betriebsanweisung davon ausgegangen werden, dass Brand- und Explosionsgefahren wirksam reduziert werden. Werden die Grenzwerte überschritten, müssen zusätzliche Maßnahmen durchgeführt werden:

1. Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (z. B. Atemschutz),
2. arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen,
3. Beschäftigungsbeschränkungen.

**Der Arbeitgeber kann davon ausgehen, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten werden bzw. für Stoffe ohne festgelegte Arbeitsplatzgrenzwerte ein sicheres Arbeiten erfolgt, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:**

1. **Die Beschäftigten sind über die Gefährdungen durch die verwendeten Gefahrstoffe und Arbeitsweisen informiert und halten sich an die daraus resultierenden Sicherheitsvorschriften dieser Betriebsanweisung.**
2. **Soweit möglich, wird in geschlossenen Anlagen gearbeitet. Die hier entstehenden Gase, Dämpfe, Aerosole oder Stäube werden über einen Schlauch direkt in einen Abluftkanal eingeleitet.**
3. **Kann nicht in geschlossenen Anlagen gearbeitet werden, werden die Arbeiten mit Gefahrstoffen, die gefährliche Gase, Dämpfe, Stäube oder Aerosole abgeben, in funktionstüchtigen Abzügen durchgeführt, wobei die Abzüge geschlossen gehalten werden, wenn nicht an den Apparaturen hantiert wird. Entnahmebehälter für sehr**

**giftige und giftige Gase sind im Abzug oder in einem dauerabgesaugten Sicherheitsschrankt aufgestellt.**

4. **Gefahrstoffe werden nicht mehr als notwendig freigesetzt werden. Das bedeutet, dass bei Reaktionen freiwerdende giftige, sehr giftige, krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Gase in Absorptionslösungen aufgefangen werden.**
5. **Die Beschäftigten tragen die geeignete, vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung.**
6. **Die Gefahrstoffmengen, mit denen gearbeitet wird, überschreiten den „laborüblichen Rahmen“ nicht. Das bedeutet, dass folgende Mengen nicht überschritten werden:**
   a. **feste Gefahrstoffe 1000 g flüssige Gefahrstoffe 2500 ml**
   b. **sehr giftige Feststoffe 100 g sehr giftige Flüssigkeiten 100 ml**
   c. **giftige Feststoffe 500 g giftige Flüssigkeiten 500 ml**
   d. **CMR-Feststoffe 500 g CMR-Flüssigkeiten 500 ml**
   e. **Ist für Gase, zum Beispiel Stickstoff, Argon, Wasserstoff oder Propan, keine zentrale Gasversorgung vorhanden, wird die kleinste mögliche Gebindegröße (maximal 50 l-Druckgasflasche) benutzt. Bei sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Gasen werden lecture bottles oder Kleinstahlflaschen eingesetzt. Ist dies nicht möglich, so werden keine größeren als 10 l-Druckgasflaschen verwendet. Ersatzflaschen werden außerhalb des Labors bereitgehalten.**

**(CMR: cancerogene, mutagene oder reproduktionstoxische Gefahrstoffe)**

Die Erfahrung zeigt, dass in typischen Laborapparaturen Ansatzgrößen in den oben genannten Mengen sicher verarbeitet werden können. Eine allgemeine Begrenzung der Flüssigkeitsmengen auf 2,5 l und 1 kg für Feststoffe pro Apparatur dient deshalb der Beherrschbarkeit von Stoffen auch unterhalb des Gefahrenniveaus der giftigen Stoffe. Es hat sich daher bewährt, die in diesem Abschnitt genannten Grenzen auf alle Gefahrstoffe anzuwenden, also auch solche, die die oben genannten Gefahrenmerkmale nicht tragen. Auch wenn Tätigkeiten mit besonders gefährlichen Gefahrstoffen innerhalb der hier angegebenen Mengengrenzen durchgeführt werden, können Zusatzmaßnahmen erforderlich sein. Dieses kann beispielsweise eine Tätigkeit mit einem sehr instabilen oder explosionsgefährlichen Gefahrstoff oder der Einsatz einer großen Menge eines krebserzeugenden Alkylierungsmittels wie Dimethylsulfat in einer Glasapparatur sein.

Werden in Laboratorien Tätigkeiten mit größeren Mengen an Gefahrstoffen als den oben genannten durchgeführt, ist dieses in der Gefährdungsbeurteilung gesondert zu berücksichtigen, da hier eine Beherrschbarkeit von Ereignissen oder Expositionen durch die in dieser Betriebsanweisung beschriebenen Maßnahmen nicht ohne weitergehende Beurteilung angenommen werden kann. Häufig werden hierdurch Zusatzmaßnahmen erforderlich, die über die in dieser Betriebsanweisung enthaltenen hinausgehen. Die Gefährdungsbeurteilung muss ergeben, ob und mit welchen Zusatzmaßnahmen die Tätigkeiten im Labor ausgeführt werden können oder ob eine Durchführung im Labor nicht möglich ist und beispielsweise aus Explosionsschutzgründen in einem entsprechend ausgestatteten Technikum gearbeitet werden muss.

Gefährliche chemische Reaktionen müssen unter besonderen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Bei durchzuführenden Reaktionen sind neben den eingesetzten Stoffen auch die Stoffe einzubeziehen, die bei normalem Reaktionsablauf entstehen oder bei unerwartetem Reaktionsverlauf entstehen könnten.

Werden Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologische Grenzwerte nicht sicher eingehalten, ist eine Konzentrationsmessung (Kontrollmessung) formlos bei der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge anzufordern. Messungen sollen von anerkannten Prüfstellen durchgeführt wer-

den, der Personalrat ist zu beteiligen. Die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge prüft zunächst, ob die Gefahr nicht durch geeignete Maßnahmen (z. B. Änderung des Arbeitsverfahrens, Errichtung einer zusätzlichen Lüftung) unverzüglich beseitigt werden kann. Werden nach Durchführung aller technisch möglichen Schutzmaßnahmen (z. B. Lüftungsmaßnahmen) die Grenzwerte nicht sicher unterschritten,

1. muss der Arbeitgeber wirksame, hinsichtlich ihrer Trageeigenschaften geeignete zusätzliche persönliche Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzgeräte) bereitstellen, die die Beschäftigten benutzen müssen. Diese persönliche Schutzausrüstung ist in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten,
2. dürfen die Beschäftigten nur so lange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist,
3. müssen die Beschäftigten vor einer Beschäftigung arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen unterzogen werden.

Vor dem erstmaligen Tragen von Atemschutzgeräten müssen die Beschäftigten einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 26 unterzogen werden. Die Beschäftigten dürfen nur so lange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert. Das Tragen von Atemschutz und von Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein. Unabhängig davon ist unverzüglich eine Konzentrationsmessung durchzuführen. Die Beschäftigten werden von der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge über das Ergebnis unverzüglich informiert.

Werden Messungen nicht durchgeführt oder besteht durch eine offensichtliche Überschreitung der Grenzwerte eine Gefahr für Leben und Gesundheit, hat der Beschäftigte das Recht, die Arbeit zu verweigern. Aus der Verweigerung dürfen dem Beschäftigten keine Nachteile entstehen.

**3.5 Betriebsanweisung**

Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten eine schriftliche Betriebsanweisung, die der Gefährdungsbeurteilung Rechnung trägt, in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache zugänglich zu machen. Die Betriebsanweisung muss mindestens Folgendes enthalten:

1. Informationen über die am Arbeitsplatz vorhandenen oder entstehenden Gefahrstoffe, wie beispielsweise die Bezeichnung der Gefahrstoffe, ihre Kennzeichnung sowie mögliche Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit,
2. Informationen über angemessene Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen, die die Beschäftigten zu ihrem eigenen Schutz und zum Schutz der anderen Beschäftigten am Arbeitsplatz durchzuführen haben; dazu gehören insbesondere
   a) Hygienevorschriften,
   b) Informationen über Maßnahmen, die zur Verhütung einer Exposition zu ergreifen sind,
   c) Informationen zum Tragen und Verwenden von persönlicher Schutzausrüstung und Schutzkleidung,
3. Informationen über Maßnahmen, die bei Betriebsstörungen, Unfällen und Notfällen und zur Verhütung dieser von den Beschäftigten, insbesondere von Rettungsmannschaften, durchzuführen sind.

Die Betriebsanweisung muss bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen aktualisiert werden. Der Arbeitgeber hat ferner sicherzustellen, dass die Beschäftigten

1. Zugang haben zu allen Informationen über die Stoffe und Zubereitungen, mit denen sie Tätigkeiten ausüben, insbesondere zu Sicherheitsdatenblättern, und
2. über Methoden und Verfahren unterrichtet werden, die bei der Verwendung von Gefahrstoffen zum Schutz der Beschäftigten angewendet werden müssen.

**3.6 Sicherheitsunterweisung**

Der Arbeitgeber hat die Beschäftigten anhand dieser Betriebsanweisung über alle auftretenden Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen mündlich zu unterweisen oder von einer geeigneten Person unterweisen zu lassen.

Teil dieser Unterweisung ist eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung. Diese dient auch zur Information der Beschäftigten über die Voraussetzungen, unter denen sie Anspruch auf arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen haben, und über den Zweck dieser Vorsorgeuntersuchungen. Die Beratung ist unter Beteiligung der Ärztin oder des Arztes nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge durchzuführen, falls dies erforderlich sein sollte.

Die Sicherheitsunterweisung muss mindestens folgende Informationen enthalten:

1. das Erkennen von Gefahrstoffen
2. das Informieren über die von den Gefahrstoffen ausgehenden Gefährdungen
3. Führen eines Gefahrstoffverzeichnisses,
4. Hinweis auf stoff- und stoffgruppenspezifische Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen,
5. Das Kennzeichnen (Etikettieren) von Gefahrstoffgebinden
6. Informationen über die zu tragende persönliche Schutzausrüstung und Schutz vor der Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper
7. Angaben zu Nahrungsaufnahme, Rauchen, Hygiene
8. das richtige Verhalten bei einem Brand
9. das richtige Verhalten bei einem Unfall
10. Informationen zur sachgerechten Abfallentsorgung
11. Informationen über arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
12. Informationen über Umgangsbeschränkungen für Jugendliche, Frauen im gebärfähigen Alter, Schwangere, stillende Mütter

Die Unterweisung muss mündlich vor Aufnahme der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich arbeitsplatz- und arbeitsstoffbezogen durchgeführt werden. Sie muss in für die Beschäftigten verständlicher Form und Sprache erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Alle Beschäftigten sind im Rahmen der mündlichen Unterweisung zu verpflichten, vor der ersten Aufnahme einer Labortätigkeit die Betriebsanweisung soweit durchzulesen und zu beachten, dass ein gefahrloses Arbeiten möglich ist. Ist die Betriebsanweisung nicht ausreichend, ist der Arbeitgeber verpflichtet, in der Literatur oder durch ein Gespräch mit Vorgesetzten oder Personen mit Spezialausbildung weitere Informationen für ein gefahrloses Arbeiten zu sammeln.

Diese Betriebsanweisung muss allen Beschäftigten zugänglich sein. Geeignet sind das Auslegen im Labor, das Aushändigen an jeden Beschäftigten oder die Bereithaltung im PC, wenn allen Beschäftigten ein ungehinderter Zugriff möglich ist.

Unterweisungen können anstelle von Blockveranstaltungen auch vorteilhaft an der konkreten Arbeit orientiert vorgenommen werden. Es ist wichtig, dass keine Mitarbeiter bei der Unterweisung, beispielsweise urlaubs- oder krankheitsbedingt, ausgelassen werden. In solchen Fällen ist die Unterweisung für diese zu wiederholen. Schriftliche Anweisungen können die Unterweisung nur unterstützen, nicht ersetzen. Wichtig ist ferner, die Inhalte der Unterweisung, deren Zeitpunkt und den Kreis der Unterwiesenen zu dokumentieren und unterschreiben zu lassen. Zudem ist es erforderlich, sich davon zu überzeugen, dass die Inhalte der Unterweisung verstanden und befolgt werden. Die Unterweisung findet eine höhere Akzeptanz, wenn sie sich an der Gefährdungsbeurteilung, an aktuellen Vorkommnissen und Unfällen sowie den Erfahrungen der Mitarbeiter orientiert.

Auch die Verwendung von Geräten und Einrichtungen, wie etwa Abzügen, Autoklaven, Zentrifugen oder Spritzen, kann mit Gefährdungen verbunden sein und erfordert Unterweisungen. Hilfreich sind entsprechende Betriebsanweisungen.

Übungen, wie beispielsweise die Rettung von Personen, das Räumen der Arbeitsplätze im Gefahrenfall, der Umgang mit Feuerlöscheinrichtungen, die Benutzung von Notduschen sowie die Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung, können die Unterweisung sinnvoll und abwechslungsreich ergänzen.

### 3.7 Beschäftigungsbeschränkungen für bestimmte Personengruppen

Auf Grund der folgenden Beschäftigungsbeschränkungen ist es ratsam, durch organisatorische Maßnahmen wie zeitweilige und örtlich begrenzte Verwendungsverbote bestimmte Räume vom Umgang mit krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden oder erbgutverändernden sowie infektiösen Arbeitsmaterialien freizuhalten, um Jugendlichen, werdenden und stillenden Müttern und Frauen im gebärfähigen Alter unter den Beschäftigten die Fortsetzung ihrer Arbeit zu ermöglichen. Ohne solche Möglichkeiten dürfen die betroffenen Personen nicht beschäftigt werden, auch nicht auf eigenen Wunsch.

#### 3.7.1 Jugendliche

Jugendliche dürfen nicht mit leichtentzündlichen, entzündlichen oder brandfördernden Gefahrstoffen beschäftigt werden. Das gilt nicht, wenn sie durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden.

Jugendliche dürfen nicht mit explosionsgefährlichen oder hochentzündlichen Gefahrstoffen beschäftigt werden. Das gilt nicht, wenn

1. der Umgang mit diesen Gefahrstoffen zur Erreichung des Ausbildungszieles erforderlich ist,
2. die Jugendlichen mindestens 16 Jahre alt sind und
3. die Jugendlichen durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden.

Jugendliche dürfen nur mit gesundheitsschädlichen, ätzenden oder reizenden Gefahrstoffen beschäftigt werden, wenn

1. der Umgang mit diesen Gefahrstoffen zur Erreichung der Ausbildungsziele erforderlich ist,
2. die Jugendlichen mindestens 16 Jahre alt sind,
3. die Jugendlichen durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden und
4. wenn die Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologischen Grenzwerte eingehalten werden.

Jugendliche dürfen nicht mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden oder in sonstiger Weise den Menschen chronisch schädigenden Gefahrstoffen beschäftigt werden. Das gilt nicht, wenn

1. die Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologischen Grenzwerte eingehalten werden,
2. der Umgang mit diesen Gefahrstoffen zur Erreichung des Ausbildungszieles erforderlich ist,
3. die Jugendlichen mindestens 16 Jahre alt sind,
4. die Jugendlichen durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden und
5. die Jugendlichen von der Betriebsärztin oder dem Betriebsarzt vor Beginn der Beschäftigung untersucht worden sind und dem Arbeitgeber eine vom Arzt ausgestellte Bescheinigung darüber vorliegt, dass keine gesundheitlichen Bedenken gegen die Beschäftigung bestehen.

### 3.7.2 Werdende oder stillende Mütter

Der Arbeitgeber, in dessen Verantwortungsbereich werdende oder stillende Mütter durch Verfahren oder Arbeitsbedingungen nach dem Mutterschutzgesetz und der Mutterschutzrichtlinienverordnung gefährdet werden können, muss für diese Tätigkeiten innerhalb von 14 Tagen nach Bekanntgabe der Schwangerschaft Art, Ausmaß und Dauer der Gefährdung beurteilen. Diese Beurteilung ist Grundlage für Maßnahmen, die der Arbeitgeber möglicherweise zu treffen hat, damit werdende oder stillende Mütter einer Gefährdung nicht ausgesetzt sind. Über die Beurteilung und notwendige Schutzmaßnahmen werden die Schwangere und die Personalabteilung unterrichtet. Die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge prüft Beurteilung und Schutzmaßnahmen.

Die schwangere Frau soll dem Arbeitgeber (Personalabteilung der TU, Abt. 12) und dem Leiter der Hochschuleinrichtung (geschäftsführender Institutsleiter, Hochschullehrer usw.) ihre Schwangerschaft und den mutmaßlichen Tag der Entbindung mitteilen, sobald ihr die Schwangerschaft bekannt ist, damit die gesetzlichen Schutzmaßnahmen ergriffen werden können. Für Auskünfte steht die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge zur Verfügung.

Werdende oder stillende Mütter dürfen nicht mit sehr giftigen, giftigen, gesundheitsschädlichen oder in sonstiger Weise den Menschen schädigenden Gefahrstoffen beschäftigt werden, wenn der Grenzwert überschritten wird.

Werdende Mütter dürfen nicht mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen der Kategorien 1 und 2 beschäftigt werden. Das gilt nicht, wenn die werdenden Mütter bei bestimmungsgemäßem Umgang den Gefahrstoffen nicht ausgesetzt sind. Stillende Mütter dürfen nicht mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen der Kategorien 1 und 2 beschäftigt werden, wenn der Grenzwert überschritten wird.

Werdende Mütter dürfen nicht mit schweren körperlichen Arbeiten und nicht mit Arbeiten beschäftigt werden, bei denen sie schädlichen Einwirkungen von gesundheitsgefährdenden Stoffen oder Strahlen, von Staub, Gasen oder Dämpfen, von Hitze, Kälte oder Nässe, von Erschütterungen oder Lärm ausgesetzt sind.

Erforderlichenfalls sind durch organisatorische Maßnahmen wie zeitweilige und örtlich begrenzte Verwendungsverbote bestimmte Räume vom Umgang mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen der Kategorien 1 und 2 freizuhalten, um werdenden oder stillenden Müttern unter den Studentinnen die Fortsetzung ihrer Ausbildung zu ermöglichen.

### 3.7.3 Frauen im gebärfähigen Alter

Der Arbeitgeber darf Frauen im gebärfähigen Alter beim Umgang mit Gefahrstoffen, die

1. Blei oder
2. Quecksilberalkyle

enthalten, nicht beschäftigen, wenn der Grenzwert überschritten wird.

Unter Blei sind alle bleihaltigen Gefahrstoffe zu verstehen. Die Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologischen Grenzwerte können als unterschritten vorausgesetzt werden, wenn der Stoff aufgrund seiner Eigenschaften und der Art des Umganges weder gasförmig, staubförmig noch in Form von Aerosolen in die Atemluft gelangen oder über die Haut aufgenommen werden kann.

### 3.8 Unterrichtung und Anhörung der Beschäftigten

In besonderen Fällen sind die Beschäftigten oder der Personalrat anzuhören und zu unterrichten. Die Anhörung und Unterrichtung bezieht sich auf z. B.

1. Ermittlung und Beurteilung nach der Ermittlungspflicht,

2. Durchführung von Messungen bzgl. Gefahrstoffkonzentrationen einschließlich der Mitteilung der Messergebnisse und Messberichte,
3. Auswahl der persönlichen Schutzausrüstung und ihre Benutzung,
4. Gründe und Maßnahmen beim Überschreiten von Arbeitsplatzgrenzwerten oder biologischen Grenzwerten.

Werden Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologische Grenzwerte überschritten und hilft der Arbeitgeber der dagegen erhobenen oder veranlassten Beschwerde nicht unverzüglich ab, so kann sich der einzelne Beschäftigte nach Ausschöpfung der innerbetrieblichen Möglichkeiten an die für die Überwachung zuständigen Stellen wenden. Besteht durch die Überschreitungen der Grenzwerte eine unmittelbare Gefahr für Leben oder Gesundheit, hat der einzelne Beschäftigte das Recht, die Arbeit zu verweigern. Aus der Ausübung der in diesem Abschnitt genannten Rechte dürfen dem Beschäftigten keine Nachteile entstehen.

**3.9 Unterrichtung zuständiger Behörden**

Für den Arbeitgeber bestehen nach der Gefahrstoffverordnung verschiedene Mitteilungspflichten an die zuständigen Behörden. Der Arbeitgeber hat den zuständigen Behörden unverzüglich anzuzeigen

1. jeden Unfall und jede Betriebsstörung, die bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu einer ernsten Gesundheitsschädigung der Beschäftigte geführt haben,
2. Krankheits- und Todesfälle, bei denen konkrete Anhaltspunkte dafür bestehen, dass sie durch die Tätigkeit mit Gefahrstoffen verursacht worden sind, mit der genauen Angabe der Tätigkeit und der Gefährdungsbeurteilung.

Lassen sich die für die Anzeige erforderlichen Angaben gleichwertig aus Anzeigen nach anderen Rechtsvorschriften entnehmen, kann die Anzeigepflicht auch durch Übermittlung von Kopien dieser Anzeigen an die zuständige Behörde erfüllt werden. Der Arbeitgeber hat den betroffenen Beschäftigten oder ihrer Vertretung Kopien der Anzeigen zur Kenntnis zu geben.

Der zuständigen Behörde ist auf ihr Verlangen Folgendes mitzuteilen:

1. das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung und die der Beurteilung zugrunde liegenden Informationen einschließlich der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung,
2. die Tätigkeiten, bei denen Beschäftigte tatsächlich oder möglicherweise gegenüber Gefahrstoffen exponiert worden sind, und die Anzahl dieser Beschäftigte,
3. die nach § 13 des Arbeitsschutzgesetzes verantwortlichen Personen,
4. die durchgeführten Schutz- und Vorsorgemaßnahmen einschließlich der Betriebsanweisungen.

Der Arbeitgeber hat der zuständigen Behörde bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Gefahrstoffen der Kategorie 1 oder 2 zusätzlich auf ihr Verlangen Folgendes mitzuteilen:

1. das Ergebnis einer Substitutionsprüfung,
2. sachdienliche Informationen über
3. durchgeführte Tätigkeiten und angewandte industrielle Verfahren und die Gründe für die Verwendung dieser Gefahrstoffe,
4. die Menge der hergestellten oder verwendeten Gefahrstoffe,
5. die Art der zu verwendenden Schutzausrüstung,
6. die Art und das Ausmaß der Exposition,
7. durchgeführte Substitutionen.

## 4 Persönliche Schutzausrüstung

Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten entsprechend der jeweiligen Tätigkeit geeignete persönliche Schutzausrüstungen in ausreichender Zahl zur Verfügung zu stellen. Er hat die Beschäftigten zur Auswahl der geeigneten Schutzausrüstungen und zu den Bedingungen, unter denen sie zu benutzen sind, vor der Beschaffung anzuhören. Hinsichtlich der Auswahl der geeigneten persönlichen Schutzausrüstung sind bei Bedarf die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge und der Betriebsarzt beratend zu beteiligen. Arbeits- und Schutzkleidung von Beschäftigten, die bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen getragen wird, ist vom Arbeitgeber reinigen zu lassen. Erforderlichenfalls ist sie vorschriftsgemäß zu entsorgen und vom Arbeitgeber zu ersetzen. Studierende haben selbst für Beschaffung, Ersatz und Reinigung ihres Laborkittels zu sorgen. Sonstige persönliche Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Schutzhandschuhe) wird vom Arbeitgeber gestellt und ggf. ersetzt.

Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass

1. die persönliche Schutzausrüstung an einem dafür vorgesehenen Ort sachgerecht aufbewahrt wird,
2. die persönliche Schutzausrüstung vor Gebrauch geprüft und nach Gebrauch gereinigt wird,
3. schadhafte persönliche Schutzausrüstung vor erneutem Gebrauch ausgebessert oder ausgetauscht wird,
4. fehlende persönliche Schutzausrüstung beschafft wird.

Bei Tätigkeiten im Labor besteht die Schutzausrüstung in der Regel aus Laborkittel, Schutzbrille, geeigneten Handschuhen, einer langen Hose und festem, geschlossenen Schuhwerk. Für Beschäftigte, die mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Stoffen umgehen, muss der Arbeitgeber den Beschäftigten einen Laborkittel zur Verfügung stellen, reinigen und ggf. ersetzen. Die zu verwendende persönliche Schutzausrüstung muss ein CE-Zeichen tragen.

Werden trotz der Durchführung von Schutzmaßnahmen (z. B. Arbeiten mit Gefahrstoffen im Abzug) stoffbezogene Arbeitsplatzgrenzwerte nicht unterschritten oder bestehen andere Gefährdungen, so hat der Arbeitgeber

1. zusätzliche wirksame und hinsichtlich ihrer Trageeigenschaften geeignete persönliche Schutzausrüstungen (z. B. Atemschutzmaske, Vollschutzanzug) zur Verfügung zu stellen und diese in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten und
2. dafür zu sorgen, dass die Beschäftigten nur so lange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist. Diese Anforderung gilt insbesondere beim Umgang mit sensibilisierenden, d. h. Allergien auslösenden Stoffen.

Die Beschäftigten müssen die bereitgestellte persönliche Schutzausrüstung benutzen, solange eine Gefährdung besteht. Die Verwendung von belastender persönlicher Schutzausrüstung (z. B. das Tragen von Atemschutz oder von Vollschutzanzügen) darf keine ständige Maßnahme sein. Sie ist für jeden Beschäftigten auf das unbedingt erforderliche Minimum zu beschränken.

### 4.1 Augen- und Gesichtsschutz

In einem Laboratorium ist ständig eine Schutzbrille mit ausreichendem Seitenschutz und zusätzlicher oberer Augenraumabdeckung zu tragen. Können aufgrund der Arbeitsprozesse und Tätigkeiten dauerhaft sicher Augengefährdungen ausgeschlossen werden, kann auf den Augenschutz ausnahmsweise verzichtet werden. Dies ist in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

Schädlich für das Auge ist im Prinzip alles außer Wasser! Die beste Schutzbrille und der beste Gesichtsschutz helfen nur, wenn sie auch getragen werden! Eine Gefährdung der Augen ist z. B.

gegeben beim Umgang mit Gefahrstoffen, bei Arbeiten unter Vakuum oder Druck, beim Umgang mit zerbrechlichen Gegenständen oder durch wegfliegende Teile. Können augenschädigende Gase, Dämpfe oder Aerosole auftreten, ist der Schutz der Augen durch das Tragen einer Atemschutz-Vollmaske mit geeignetem Filter sicherzustellen.

**Schutzbrille**
Eine Schutzbrille ist eine Brille, deren Sichtscheiben aus einem splittersicheren Material bestehen und die einen ausreichenden Seitenschutz und eine zusätzlichen obere Augenraumabdeckung bietet.

Brillenträger müssen

1. entweder eine Schutzbrille mit Korrekturgläsern oder
2. zusätzlich zu ihrer Korrekturbrille eine Überbrille mit ausreichendem Seitenschutz und zusätzlicher oberer Augenraumabdeckung oder einen Schutzschirm tragen. Übliche Korrekturbrillen sind keine Schutzbrillen.

Es ist mit sehr großen Risiken verbunden, im Labor Kontaktlinsen zu tragen, weil bei Augenverletzungen reflexartig die Augen geschlossen werden und dadurch das Entfernen der Kontaktlinsen erheblich erschwert ist. In das Auge gekommene Gefahrstoffe können zwischen Kontaktlinse und Hornhaut gelangen. Die Gefahrstoffe können von hier nicht mit der Augennotdusche entfernt werden und zu sehr schweren Augenverletzungen führen! Kontaktlinsen sollen deshalb in Laboratorien nicht getragen werden!

Bei Tätigkeiten, die mit besonderen Gefahren für die Augen verbunden sind, müssen darüber hinaus andere oder zusätzliche geeignete Augenschutzgeräte getragen werden.

**Korbbrille**
Ist beim Abfüllen von Flüssigkeiten mit einer Gefährdung zu rechnen (z. B. beim Abfüllen größerer Mengen Säuren oder Laugen der dem Handling größerer Gebinde), ist eine Korbbrille zu tragen. Eine Korbbrille ist eine Schutzbrille, die mit ihrem gesamten Rand dicht an der Gesichtshaut anliegt.

**Gesichtsschutzschirm**
Besteht beim Öffnen von Gebinden (auch Standflaschen im Labor!) die Gefahr, dass Verätzungen durch den Inhalt auftreten, sind zusätzlich zur Schutzbrille auch Gesichtsschutzschirm und Handschutz zu tragen. Ein Schutzschirm ist ein aus unzerbrechlichem Material gefertigter Schirm, der das gesamte Gesicht vor verspritzenden Flüssigkeiten schützt. Ein Schutzschirm muss z. B. beim Öffnen von aufgewölbten Gebinden oder festsitzenden Verschlüssen, beim Umgang mit Gefahrstoffen über Augenhöhe oder beim Umfüllen tiefkalter verflüssigter Gase (z. B. flüssiger Stickstoff) getragen werden. Beim Tragen von Schutzschirmen muss zusätzlich die Schutzbrille getragen werden.

### 4.2 Handschutz

Bei Tätigkeiten, 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 vom Arbeitgeber unverzüglich zu ersetzen.

Beachten Sie: Das häufige und längere Tragen von Schutzhandschuhen stellt eine Belastung für die Haut dar und kann zu Hauterkrankungen führen! Beim Tragen von Schutzhandschuhen beginnt die Haut zu schwitzen. Die oberste und recht feste Hornhautschicht der Haut weicht auf und kann leicht von Mikroorganismen angegriffen werden, was zu Entzündungen und Ekzemen führen kann,

die schmerzhaft, blutig und ausdauernd sein können. Außerdem wird die aufgeweichte Hornhaut besonders chemikaliendurchlässig. Es wird deshalb empfohlen, Handschuhe nur dann und solange zu tragen, wie es notwendig ist. Um das Tragen von Schutzhandschuhen möglichst angenehm zu machen, werden das Tragen von Baumwollunterhandschuhen und die Verwendung von speziellen Hautpflegemitteln (Hautcremes) empfohlen.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass durch das Tragen von verschmutzten Handschuhen keine Gegenstände mit Chemikalien benetzt werden dürfen, die in der Regel nicht mit Chemikalien behaftet sind. Das gilt z. B. für Lichtschalter, Türklinken, Wasserhähne an Waschbecken, Telefonhörer, PC-Tastaturen, Schreibgeräte usw.. Grundsätzlich gilt, dass Büroräume nicht mit verschmutzten Handschuhen betreten werden dürfen.

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind Schutzhandschuhe zu tragen, die die Haut der Hände mindestens dann zuverlässig vor den Gefahrstoffen schützen, wenn die Gefahrstoffe nur kurzfristig und in geringen Mengen auf die Handschuhe einwirken, z. B. bei Spritzern oder wenigen Tropfen. Es ist zu beachten, dass es kein Handschuhmaterial gibt, das sicher gegen alle bekannten Gefahrstoffe schützt. Es besteht also grundsätzlich die Gefahr, dass der Kontakt der Hände mit Gefahrstoffen auch dann zu erheblichen gesundheitlichen Schäden führen kann, wenn Schutzhandschuhe getragen werden, die für den jeweiligen Gefahrstoff nicht geeignet sind.

Hinweise auf geeignete Handschuhe für den Umgang mit einem Gefahrstoff enthält das Sicherheitsdatenblatt des Herstellers. Weitere Hinweise auf die Beständigkeit von Handschuhen gegen Gefahrstoffe enthalten finden sich im Handschuhmerkblatt („Sicheres Arbeiten in Chemischen Laboratorien“, GDCh et al.), in Übersichten in Katalogen von Laborgerätehändlern oder auf den Internetseiten der Handschuhhersteller.

Schutzhandschuhe sind vor jeder Benutzung auf Beschädigungen zu kontrollieren. Beschädigte Schutzhandschuhe dürfen nicht benutzt werden und sind vom Arbeitgeber zu ersetzen. Schutzhandschuhe können sich mit Gefahrstoffen voll saugen und müssen deshalb regelmäßig ersetzt werden. Bei Einmalhandschuhen wird dringend empfohlen, keine Handschuhe aus Latex zu tragen, da bei Tragen von Handschuhen mit einem Gehalt von mehr als 30 µg Protein/g Handschuhmaterial eine erhebliche Gefahr allergischer Reaktionen besteht und arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen notwendig werden!

Bei Öffnungsversuchen von Gefäßen mit festsitzenden Verschlüssen müssen immer Schutzhandschuhe getragen werden, die sicher vor den zu erwartenden Gefahren schützen (z. B. Schnittverletzungen durch Glasbruch, Verspritzen von Chemikalien). Das können z. B. Einmalhandschuhe mit darübergezogenen festen Lederhandschuhen oder spezielle Schnittschutzhandschuhe aus Kevlar sein.

Leder- und Stoffhandschuhe schützen in aller Regel nicht vor Gefahrstoffen und sind deshalb für das Arbeiten mit Gefahrstoffen völlig ungeeignet, da sie sich mit Gefahrstoffen vollsaugen und die Gefahrstoffe beim Tragen über einen längeren Zeitraum wieder abgeben können.

Lederhandschuhe sind geeignet zum Schutz vor mechanischen Gefahren (z. B. bei der Glasbearbeitung) und für die kurzzeitige Handhabung von Geräten mit Temperaturen von -100 bis +150 °C. Zum Schutz der Handgelenke sollten die Lederhandschuhe mindestens 10 cm lange Lederstulpen besitzen.

Spezielle Hitze- und Kälteschutzhandschuhe sind immer bei Arbeiten mit Geräten mit Temperaturen unter -10 °C oder über +100 °C zu tragen, z. B. beim Umgang mit flüssigem Stickstoff. Es ist aber unbedingt zu beachten, dass niemals – auch nicht mit speziellen Kälteschutzhandschuhen –

in flüssigen Stickstoff hineingefasst werden darf, da trotz der Handschuhe schwerste Erfrierungen innerhalb kürzester Zeit drohen.

**4.3 Fußschutz**

Zum Schutz der Füße vor Gefahrstoffen ist in Laboratorien festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk zu tragen. Darunter ist in der Regel ein geschlossener Straßenschuh oder Laborschuh zu verstehen. Diese bieten neben dem festen Halt am Fuß und einem Schutz gegen das Ausgleiten auch einen Schutz gegen herabtropfende Gefahrstoffe oder herabfallende Laborgeräte.

Beim Transport und der Handhabung von schweren Lasten (z. B. 200 Liter-Fässer) müssen Sicherheitsschuhe mit Stahlkappe getragen werden.

**4.4 Schutz des Körpers, Laborkittel**

Bei Tätigkeiten im Labor ist geeignete Arbeitskleidung zu tragen, die den gesamten Körper mit Ausnahme des Kopfes bedeckt. Arbeitskleidung ist in der Regel ein üblicher (langer) Laborkittel mit langen, eng anliegenden Ärmeln mit einem Baumwollanteil im Gewebe von mindestens 35 %. Außerdem ist eine lange Hose oder ein langer Rock ebenfalls mit einem Baumwollanteil im Gewebe von mindestens 35 % zu tragen (z. B. Jeans-Hose aus reiner Baumwolle). Es ist notwendig, dass die unter der Schutzkleidung getragene Kleidung ebenfalls aus nicht schmelzenden Textilien besteht. Textilien aus reinem Synthetikmaterial zeigen in der Regel ein gefährliches Brenn- und Schmelzverhalten. Frauen werden ausdrücklich vor dem Tragen von Nylonstrumpfhosen gewarnt.

Das ausschließliche Tragen von Straßenkleidung ist nicht ausreichend und deshalb unzulässig.

Der Laborkittel gewährleistet, dass Gefahrstoffe so lange vom Kittelstoff aufgehalten werden, dass eine Berührung mit der Haut durch sofortiges Ausziehen des Kittels vermieden oder stark reduziert werden kann. Ferner wird eine Verschleppung von Kontaminationen durch den Verbleib des Kittels im Labor vermieden. Bei Personenbränden kann durch unverzügliches Ablegen des Kittels (Herunterreißen) häufig ein Übergreifen der Flammen auf die Kleidung vermieden werden.

Der Laborkittel sowie Hose bzw. Rock sind stets sauber zu halten, um eine Kontamination z. B. der Hände am verschmutzten Laborkittel zu vermeiden. Sie dürfen keine Löcher aufweisen, durch die eine Kontamination der Unterbekleidung erfolgen könnte. Der Laborkittel muss schnell auszuziehen sein. Es werden deshalb Laborkittel mit Druckknopfverschlüssen empfohlen. Der Laborkittel ist immer geschlossen zu tragen. Das Aufkrempeln der Ärmel ist unzulässig. Laborkittel dürfen nur an den Arbeitsplätzen getragen werden, nicht aber in sauberen Bereichen wie z. B. Büros, Bibliotheken, Seminarräumen, Sozialräumen oder Sozialbereichen, um eine Kontamination dieser Bereiche zu vermeiden. Es wird dringend empfohlen, an Laborkitteln modische Accessoires zu entfernen, die zu Unfällen führen können. Dazu gehören auch Schlaufen im Rücken, mit denen man leicht an Gegenständen (z. B. Türklinken) hängenbleiben kann.

Beim Umgang mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen ist die Arbeitskleidung als Schutzkleidung zu bewerten. Schutzkleidung ist vom Arbeitgeber zu stellen, zu reinigen, erforderlichenfalls geordnet zu entsorgen und vom Arbeitgeber zu ersetzen. Studierende haben ihre Schutzkleidung selbst zu bezahlen, zu reinigen, ggf. geordnet zu entsorgen und neu zu beschaffen.

Schmuckgegenstände (z. B. Ringe, Armbänder, Halsketten) oder ähnliche Gegenstände dürfen beim Arbeiten nicht getragen werden, wenn sie zu einer Gefährdung führen können.

Laborkittel und Straßenkleidung müssen voneinander getrennt aufbewahrt werden, z. B. in getrennten Schränken.

**4.5 Atemschutz**

In Laboratorien sind die Arbeitsverfahren grundsätzlich so zu gestalten, dass der Einsatz von Atemschutz nicht erforderlich ist.

Können Gefahrstoffe in gefährlicher Konzentration auftreten, sind geeignete Atemschutzgeräte bereitzuhalten. Mit dem unerwarteten Auftreten von Gefahrstoffen in gefährlicher Konzentration ist beispielsweise beim Verschütten von Gefahrstoffen zu rechnen. Bei Tätigkeiten mit sehr giftigen Gasen kann es notwendig sein
Fluchtgeräte (beispielsweise Filtergeräte) mitzuführen,
Fluchtgeräte in der Nähe gefährdeter Stellen in ausreichender Anzahl bereitzustellen oder
Atemschutzgeräte zu benutzen.

Besteht die Gefahr des Einatmens von Gefahrstoffen in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen, z. B. bei Reparaturarbeiten oder Unfällen, sind geeignete Atemschutzgeräte zu tragen. Kann im Einzelfall auf Atemschutz nicht verzichtet werden, ist nicht nur die Exposition der unmittelbar betroffenen Beschäftigte zu berücksichtigen, sondern auch eine mögliche Exposition anderer Beschäftigte, z. B. an benachbarten Arbeitsplätzen. Das Tragen von Atemschutzgeräten darf keine ständige Maßnahme sein und technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nicht ersetzen.

Filtergeräte dürfen nicht bei Bränden in geschlossenen Räumen eingesetzt werden, da hier wahrscheinlich nicht genügend Sauerstoff vorhanden ist! Außerdem schützen sie üblicherweise nicht gegen Kohlenmonoxid.

In Laboratorien werden, wenn überhaupt, fast nur Filtergeräte eingesetzt, die aus einer Atemschutzvollmaske und einem Atemschutzfilter bestehen. Diese „umluftabhängigen Atemschutzgeräte“ schützen nicht bei Überschreiten einer bestimmten, stoffabhängigen Konzentration oder nach dem Verbrauch der Filtermasse. Außerdem schützen sie nicht bei Sauerstoffmangel in der Luft oder gegen Stoffe, für die der Filter nicht vorgesehen ist. Vor dem Aufschrauben der Filter ist die aufgesetzte Maske auf Dichtigkeit zu prüfen. Das Tragen von Atemschutzgeräten darf keine ständige Maßnahme sein! Das Auftreten von Gefahrstoffen in der Raumluft muss grundsätzlich zunächst durch technische Maßnahmen (z. B. Arbeiten im Abzug, Arbeiten in geschlossenen Apparaturen) verhindert werden.

Beschäftigte, die Atemschutzgeräte regelmäßig benutzen müssen, müssen arbeitsmedizinisch nach dem Grundsatz G 26 „Atemschutzgeräte“ untersucht werden. Ohne die Vorsorgeuntersuchungen dürfen im Routinebetrieb keine Atemschutzgeräte getragen werden. Atemschutzträger müssen vor der ersten Benutzung der Geräte über den richtigen Umgang mit dem Atemschutzgerät eingewiesen werden. Brillenträger sollten vor dem ersten Tragen einer Atemschutzmaske unbedingt überprüfen, ob sie unter der Atemschutzmaske ihre Brille tragen können. Ist das nicht der Fall, müssen spezielle Brillen für die Atemschutzmaske beschafft werden.

Die Atemschutzfilter besitzen schadstoffklassenspezifische Filterwirkungen. Sie sind wie folgt gekennzeichnet (Atemschutzmerkblatt):

| Filtertyp | Kennfarbe | Anwendungsbereich |
|---|---|---|
| A | braun | organische Gase und Dämpfe, z. B. von Lösungsmitteln mit einem Siedepunkt über 65°C. Benutzte Filter dürfen bis maximal 1/2 Jahr nach Öffnungsdatum verwendet werden. |
| AX | braun | organische Gase und Dämpfe, z. B. von Lösungsmitteln mit einem Siedepunkt unter 65 °C. Benutzte Filter dürfen nur am Öffnungstag verwendet werden. |

| | | |
|---|---|---|
| B | grau | anorganische Gase und Dämpfe, z. B. Chlor, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff |
| E | gelb | Schwefeldioxid, Chlorwasserstoff |
| K | grün | Ammoniak |
| CO | schwarz | Kohlenmonoxid |
| Hg | rot | Quecksilber-Dämpfe |
| NO | blau | nitrose Gase einschl. Stickstoffmonoxid |
| Reaktor | orange | Radioaktives Iod und radioaktives Iodmethan |

Bei Flüssigkeiten mit einem Siedepunkt unter 66 °C (z. B. Diethylether, Aceton, Dichlormethan) dürfen nur Filter des Typs „AX“ verwendet werden. Ihre Einsatzzeit ist auf maximal 20 Minuten begrenzt. Es dürfen nur AX-Filter im fabrikneuen, d. h. bisher ungeöffneten Zustand verwendet werden. Innerhalb einer Arbeitsschicht (max. 8 Stunden) ist die wiederholte Benutzung im Rahmen der maximalen Einsatzzeit zulässig. Die Verwendung von AX-Filtern gegen Gemische aus Niedrigsiedern und anderen organischen Lösungsmitteln ist unzulässig, da mit Desorptionsvorgängen am Filter zu rechnen ist.

In Räumen, in denen mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Gasen (z. B. Schwefelwasserstoff, Phosphorwasserstoff, Phosgen und Fluor) gearbeitet wird und die bei Gasausbrüchen nicht ohne Gefahr des Einatmens der freigesetzten Gase verlassen werden können, müssen Atemschutzgeräte dauernd mitgeführt werden, um den Beschäftigten die Flucht aus dem Gefahrenbereich zu ermöglichen. Das Aufsetzen der Atemschutzmaske und das Anschrauben des Atemschutzfilters müssen sicher beherrscht werden und innerhalb weniger Sekunden erfolgen können. Als Atemschutzmasken können auch spezielle Fluchtmasken zum Einsatz bereitgehalten werden.

Können Gefahrstoffe in gefährlicher Konzentration in der Atemluft unerwartet auftreten, sind geeignete Atemschutzgeräte bereitzuhalten. Mit dem Auftreten von Gefahrstoffen in gefährlicher Konzentration in der Atemluft ist z. B. beim Verschütten von Gefahrstoffen zu rechnen. Atemschutzgeräte sind außerhalb gefährdeter Bereiche aufzubewahren, d. h. in der Regel in Fluren. Sie müssen für die Beschäftigten schnell erreichbar sein. Atemschutzfilter sind stets geschlossen zu lagern. Sie dürfen nicht an die Atemschutzmaske angeschraubt aufbewahrt werden, da sie dann binnen kürzester Zeit ihre Wirksamkeit verlieren. Atemschutzmasken sind nach der Benutzung zu desinfizieren. Bereits geöffnete, aber noch verwendungsfähige Atemfilter können auch von Personen genutzt werden, die diese Filter zuvor noch nicht benutzt haben. Gegen die Nutzung durch verschiedene Personen sprechen keine hygienischen Gründe.

Der Arbeitgeber hat durch geeignete Maßnahmen ein einwandfreies Funktionieren der Atemschutzgeräte und gute hygienische Bedingungen zu gewährleisten. Im Gebrauch befindliche Atemschutzmaske sind regelmäßig zu reinigen, zu desinfizieren und auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Die Wartungsintervalle sind dabei in Abhängigkeit von den Arbeitsbedingungen, den Vorgaben aus der Gebrauchsanleitung des Herstellers oder der BG-/GUV-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten" (BGR 190/GUV R 190) festzulegen. Erfordern die Umstände, dass Atemschutzgeräte von mehreren Geräteträgern nacheinander benutzt werden, hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass die Geräte vor jedem Wechsel gereinigt, desinfiziert und geprüft werden.

## 5 Laboratorien

Die sicherheitstechnische Überprüfung fest eingebauter Laboreinrichtungen wird grundsätzlich vom Geschäftsbereich 3 durchgeführt. Ausnahmen sind gesondert genannt. Bauliche Änderungen der fest eingebauten Laboreinrichtung (z. B. Lüftungstechnik, Wassertechnik, Versorgungsleitungen für Entnahmestellen flüssiger oder gasförmiger Stoffe, etc.) werden grundsätzlich mit dem Geschäftsbereich 3 abgestimmt und von Fachfirmen ausgeführt.

### 5.1 Bau und Ausrüstung

#### 5.1.1 Abzug

Abzüge müssen so beschaffen sein, dass durch ihre Bauweise und Luftführung im Betriebszustand

1. Gase, Dämpfe oder Stäube in gefährlicher Konzentration oder Menge aus dem Abzugsinneren nicht in den Laborraum gelangen können,
2. sich im Abzugsinneren keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden kann und
3. Beschäftigte gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt sind.

**Werkstoffe**

Abzüge müssen aus Werkstoffen bestehen, die den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch standhalten. Abzugsrohre und -kanäle müssen so beschaffen und ausgelegt sein, dass sie nicht zur Brandübertragung beitragen können. Innerhalb der Zuluft- und Abluftkanäle können zusätzlich Brandschutzklappen erforderlich sein. Neben der Brandübertragung ist auch die Korrosionsbeständigkeit zu beachten.

Fenster von Abzügen müssen mit Sicherheitsglas, vorzugsweise Verbund-Sicherheitsglas, oder geeignetem Kunststoff ausgerüstet sein. Bei Explosionen im Abzug werden oft Splitter und Apparateteile umhergeschleudert, die ungeeignete Scheiben durchschlagen können. Auch Seitenfenster und -wände dürfen kein Fensterglas enthalten, da dieses leicht bersten und zudem in Form scharfer Splitter zu schweren Verletzungen führen kann.

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

Abgesaugte Umhausungen und abgesaugte Arbeitsplätze sind keine Abzüge, da einige der oben genannten Schutzziele hiermit nicht erreicht werden. Für bestimmte Arbeiten kann die Gefährdungsbeurteilung jedoch ergeben, dass hierdurch ein ausreichendes Schutzniveau erreicht wird.

Es ist zu empfehlen, an volumenstromgeregelten Abzügen einen Schalter vorzusehen, mit dem im Havariefall bei abgesenktem Frontschieber ein erhöhter Volumenstrom eingestellt werden kann.

**Druckentlastung**

Abzüge müssen mit Einrichtungen ausgerüstet sein, die eine Druckentlastung ermöglichen. Die Druckentlastungseinrichtung darf nicht zu einer Gefährdung von Personen führen. Geeignete Druckentlastungseinrichtungen sind beispielsweise lose eingelegte Platten geringen Gewichtes, die gegen Fortfliegen gesichert sind. Abzüge nach DIN EN 14175-1 bis -4 „Abzüge" sind in der Regel als geeignet anzusehen, wenn sie eine solche Druckentlastungseinrichtung besitzen.

**Frontschieber**

Vertikal verschiebbare Abzugsfenster, insbesondere Frontschieber, müssen gegen Herunterfallen gesichert sein. Am Frontschieber muss an gut sichtbarer Stelle ein Hinweiszeichen mit der Aufschrift „Frontschieber geschlossen halten" angebracht sein. Auch bei geschlossenem Frontschie-

ber muss eine ausreichende Luftzufuhr erhalten bleiben. Das Schließen des Frontschiebers darf keine Verletzungsgefahr z. B. durch Quetschen einer Hand mit sich bringen. Bei geschlossenem Frontschieber kann der Volumenstrom bei geregelten Abzügen (variable air volume flow-VAV) geringer sein, damit kann sich durch die geringere Durchspülung die Explosionsgefahr erhöhen. Verletzungsgefahren entstehen beispielsweise durch Quetschstellen.

Der Abzug muss mit Eingriffsöffnungen ausgerüstet und schließbar sein. Horizontal verschiebbare Teile des Frontschiebers oder Eingriffsöffnungen ermöglichen auch bei geschlossenem Frontschieber, dass im Abzug gearbeitet werden kann. Für den Aufbau und die Bedienung hoher Apparaturen werden verschiebbare Teile oder Eingriffsöffnungen auch im oberen Teil der Abzugsfront empfohlen. Vorteilhaft ist eine zusätzliche Sperre bei halber Öffnungshöhe.

Für Frontschieber von Abrauchabzügen nach DIN 12924-2 „Laboreinrichtungen – Abzüge -Teil 2: Abrauchabzüge" sind Eingriffsöffnungen nicht vorgeschrieben. Dies kann ihre Anwendung für andere Zwecke unter Umständen einschränken.

**Überwachung der lufttechnischen Funktion**

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. Es ist zu empfehlen, die optische Anzeige mittels großer, auffälliger Leuchten, vorzugsweise Blinkleuchten, vorzunehmen, damit diese nicht übersehen wird. Eine Meldeleuchte für den Einschaltzustand des Lüftermotors oder den Unterdruck des Abluftsystems 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 Beschäftigten bekannt ist. Überwachungseinrichtungen dürfen nicht mit einfachen Mitteln manipuliert oder außer Kraft gesetzt werden können.

Bei älteren Abzügen ohne selbsttätig wirkende Überwachungseinrichtung ist die ordnungsgemäße Funktion der Absaugeinrichtungen durch organisatorische Maßnahmen sicher zu stellen. Zusätzlich sind vor den Abluftöffnungen Anzeigeeinrichtungen für die Luftströmung anzubringen und funktionsfähig zu halten. Dies können z. B. Windrädchen, Wollfäden oder Papierstreifen sein. Erfahrungen haben gezeigt, dass es sehr zu empfehlen ist, auch moderne Abzüge mit Windrädchen, Wollfäden oder Papierstreifen nachzurüsten.

**Entnahmestellen**

In Abzügen fest installierte Entnahmestellen für flüssige oder gasförmige Stoffe müssen von außen betätigt werden. Die Zuordnung der Griffe von Armaturen und Entnahmestellen zu den Medien muss eindeutig erkennbar sein. Die Art des Stoffes, für den die Entnahmestelle verwendet wird, muss eindeutig festgestellt werden können. Es empfiehlt sich, um Verwechslungen zu vermeiden, den Namen des Mediums anzugeben.

### 5.1.2 Absaugboxen mit Luftrückführung, Sicherheitswerkbank

Absaugboxen mit Luftrückführung müssen so beschaffen sein und betrieben werden, dass keine Gefährdungen auftreten. Die Absaugboxen besitzen geeignete Filter, die Schadstoffe in der Luft sicher absorbieren. Um das Rückhaltevermögen der Filter sicherzustellen, bedürfen diese einer besonders sorgfältigen Wartung und Sachkenntnis der Benutzer. Da die Aufnahmekapazität der Filter begrenzt ist, dürfen nur so geringe Mengen an Stoffen gehandhabt werden, dass jederzeit eine vollständige Aufnahme möglich ist. An den Filtern adsorbierte Stoffe können bei Beaufschlagung mit einem anderen Stoff in kurzer Zeit desorbiert und freigesetzt werden. Eine regelmäßige Wartung und ein rechtzeitiger Filterwechsel sind unverzichtbar. Zusätzliche Gefährdungen können durch Filterwechsel und Brand im Filter möglich sein.

Absaugboxen sind in der Regel nur für Tätigkeiten mit kleinen Mengen und nicht für Tätigkeiten mit sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder reproduktionstoxischen Stoffen sowie nicht für Tätigkeiten mit Niedrigsiedern (Siedepunkt < 65 °C) geeignet.

Für die Anforderungen an den Betrieb von Sicherheitswerkbänken mit Luftrückführung für Arbeiten mit krebserzeugenden oder erbgutverändernden Zytostatika müssen Sie sich über behördlich und berufsgenossenschaftlich anerkannte Verfahren im Merkblatt M 620 „Sichere Handhabung von Zytostatika“ der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege / GUV-Information „Zytostatika im Gesundheitsdienst - Informationen zur sicheren Handhabung von Zytostatika“ (GUV-I 8533) sowie DIN 12980 „Laboreinrichtungen Sicherheitswerkbänke für Zytostatika“ informieren.

### 5.1.3 Labortisch

Labortische 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 einer Höhe von mindestens 175 cm ein Spritzschutz erforderlich.

In der Regel werden Tischoberflächen für chemische Anwendungen mit großflächigen Keramikplatten, seltener mit säurefesten Fliesen ausgestattet. Für andere Zwecke ist eine Reihe anderer Oberflächenmaterialien verfügbar.

Die Arbeitshöhen von Labortischen richten sich nach der Art der Tätigkeit (sitzend oder stehend) und betragen zwischen 720 mm (sitzende Tätigkeit) und 900 mm (stehende Tätigkeit). Höhenverstellbare Tische bieten eine verbesserte Ergonomie bei der Anpassung an verschiedene Körpergrößen.

### 5.1.4 Fußboden

Fußböden oder deren Beläge sowie hindurchgehende Leitungsdurchführungen müssen wasserdicht sein. Damit wird in der Regel verhindert, dass verschüttete Substanzen vor der Beseitigung unbemerkt versickern. Die beste Beständigkeit gegen herabtropfende verflüssigte tiefkalte Gase sowie gegen Chemikalien haben keramische Fliesenböden. Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind Holz- oder Parkettfußböden in der Regel nicht geeignet. In Einzelfällen sind Laborböden ableitfähig auszuführen.

### 5.1.5 Bodenablauf, Waschbecken, Abwasserleitungen

Fußböden oder deren Beläge sowie hindurchgehende Leitungsdurchführungen müssen wasserdicht sein. Laboratorien sollten keine Bodenabläufe besitzen. Solange Bodenabläufe nicht geschlossen sind, müssen sie regelmäßig mit Wasser durchgespült werden, um den Geruchsverschluss dicht zu halten. Waschbecken-Syphons sind mit Wasser gefüllt zu halten, um die Abwasserleitungen gegen den im Labor herrschenden Unterdruck zu verschließen. Durch die Füllung wird das Einsaugen von Dämpfen und Gasen aus der Abwasserkanalisation in die Laboratorien verhindert, die gesundheitsschädlich sein können und gefährliche Gefahrstoffgerüche im Labor überdecken können.

Abwasserleitungen in Laboratorien müssen mit Geruchsverschlüssen und leicht zugänglichen Reinigungsöffnungen ausgerüstet sein. Wenn Abwasserleitungen längere Zeit nicht benutzt werden, können die Geruchsverschlüsse austrocknen. Dann wird bedingt durch den Unterdruck im Labor ständig (meist stark riechende und ggf. sogar giftige) Luft aus dem Abwassersystem bzw. aus der Kanalisation in das Labor hineingesaugt. Diese Gerüche können Gerüche mit Warnwirkung aus

dem Labor überdecken. Deshalb ist das Austrocknen der Geruchsverschlüsse zu verhindern, indem regelmäßig etwa einmal pro Monat etwa 1 Liter Wasser in die Abwasserleitungen der Labortische oder Gullys im Labor hineinzufüllen ist.

### 5.1.6 Verkehrsflächen

Bedien- und Verkehrsflächen müssen ausreichend bemessen sein. Die Mindestbreite an allen Stellen im Labor darf 1,00 Meter nicht unterschreiten. Als Mindestmaß werden für die Breite der Bedienfläche vor dem Arbeitsplatz 45 cm und für die Verkehrsfläche, d. h. die Breite des Verkehrsweges z. B. zwischen einem Labortisch auf der einen und einem Abzug auf der anderen Seite, 55 cm angegeben. Hierbei handelt es sich um Mindestmaße.

Die Verkehrsfläche ist zu verbreitern, wenn z. B.

1. der Raum zwischen zwei Arbeitsflächen bzw. Abzügen nicht nur als Bewegungsraum der dort unmittelbar tätigen Beschäftigte, sondern auch als Verkehrsweg für andere Personen dient,
2. besondere Arbeitsbedingungen vorliegen, z. B. erhöhte Brand- und Explosionsgefahr,
3. die Arbeitsflächen länger als 6 m sind,
4. zwischen den Arbeitsflächen mehr als 4 Personen arbeiten.
5. sie durch Hocker, herausziehbare Schreibplatten, Gerätewagen oder Unterbauten dauerhaft eingeengt wird,
6. sich zwei Abzüge gegenüberstehen.

Die Bedienfläche braucht nur einmal vorgesehen zu werden, wenn zwischen zwei gegenüberliegenden Arbeitstischen bestimmungsgemäß nur eine Person arbeitet.

Wartungsgänge, beispielsweise zwischen zwei Reihen von sich mit den Rückseiten gegenüberstehender Gaschromatographen, dürfen auch eine geringere Breite als 1,00 Meter haben. Reine Verkehrswege ohne Bedienflächen müssen mindestens 1,00 Meter breit sein. Innerbetriebliche Transportwege sind möglichst frei von Hindernissen wie z. B. Treppen zu halten.

### 5.1.7 Türen

Türen von Laboratorien müssen in Fluchtrichtung aufschlagen und mit einem Sichtfenster ausgerüstet sein. Das Sichtfenster soll eine ungehinderte Sicht von innen nach außen und umgekehrt ermöglichen. und darf deshalb aus Sicherheitsgründen nicht beklebt werden.

Schiebetüren sind für Laboratorien nicht zulässig. Im Einzelfall können manuell betätigte Schiebetüren zu lässig sein, wenn diese sich nicht im Verlauf von Flucht- und Rettungswegen befinden.

Labortüren sind geschlossen zu halten, um das Austreten von Gefahrstoffen aus dem Labor in den Flur zu verhindern.

Die erforderliche Laufbreite vorbeiführender Verkehrswege darf durch geöffnete Türen nicht eingeengt werden. Dies kann beispielsweise durch das Zurücksetzen der Labortür in den Raum erreicht werden.

Brandschutz- und Rauchabschlusstüren dürfen nicht festgestellt werden, da sich im Brandfall der giftige Rauch mit hoher Geschwindigkeit im Gebäude und den Fluchtwegen verteilt. Müssen solche Türen dennoch offen stehen, so darf dieses nur durch eine mittels Rauchmelder überwachte Feststelleinrichtung erfolgen.

### 5.1.8 Lüftung

#### 5.1.8.1 Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluft

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. Ein Luftwechsel von 25 m³h pro m² Nutzfläche des Labors ist in Forschungslaboratorien als notwendiges Minimum anzusehen. Dieser Luftwechsel entspricht bei 3 Meter lichter Raumhöhe einem etwa achtfachen stündlichen Luftwechsel. Eine Reduktion des Luftwechsels kann nur dann erfolgen, wenn die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass diese Maßnahme für die vorgesehenen Tätigkeiten dauerhaft ausreichend und wirksam ist. In Laboratorien, die mit einem geringeren Luftwechsel als den geforderten 25 m³/m² in der Stunde betrieben werden, sind Tätigkeiten beispielsweise mit brennbaren Flüssigkeiten oder sonstigen leicht flüchtigen, staubenden oder Aerosole bildenden Gefahrstoffen nur in kleinstem Maßstab möglich, wenn nicht andersartige zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Solche Nutzungseinschränkungen für Laboratorien sind zu dokumentieren und vom Arbeitgeber jedem Beschäftigten bekannt zu geben. Solche Laboratorien mit während der Arbeitszeit nach unten abweichendem Luftwechsel müssen am Eingang mit „Achtung: Reduzierter Luftwechsel!“ gekennzeichnet werden. Im Einzelfall kann die Gefährdungsbeurteilung auch einen höheren Luftwechsel erfordern. Es muss sichergestellt sein, dass Abluft mit gefährlicher Menge oder Konzentration von Gefahrstoffen nicht wieder in Arbeitsbereiche gelangen kann.

Zur Aufrechterhaltung einer funktionsfähigen Lüftung ist es erforderlich, die Labortüren ständig geschlossen zu halten.

Die Zu- und die Abluft müssen so geführt werden, dass der Laborraum vollständig gespült wird. Die falsche Auslegung oder Installation der Anlage kann zu strömungstechnischen Kurzschlüssen führen, die Bereiche des Laborraumes ungespült lässt. Es ist darauf zu achten, dass die Zuluft zugfrei zugeführt wird. Bewährt haben sich Luftauslassöffnungen mit großer Oberfläche oder Diffusern.

Die regelmäßige Wartung und Reinigung der lüftungstechnischen Anlage verhindert Hygieneprobleme durch Verkeimung. Wartung und Reinigung sind Aufgabe des Geschäftsbereichs 3 (Gebäudemanagement).

Zur Emissionsminderung an der Quelle werden örtliche Absaugungen empfohlen. Örtliche Absaugungen können verhindern, dass Emissionen in die Laborluft gelangen. Diese funktionieren jedoch nur in unmittelbarer Nähe der Eintrittstelle der Luft. Unter „unmittelbare Nähe“ ist ein Bereich von etwa 5 cm um die Absaugöffnung zu verstehen. Solche örtlichen Absaugungen sind kein Ersatz für Abzüge, können jedoch unter bestimmten Bedingungen sinnvoll eingesetzt werden. Absaugöffnungen, beispielsweise über Atomabsorptionsspektrometern, müssen daher sehr genau dimensioniert und ausgerichtet werden, um eine möglichst vollständige Erfassung des durch die Thermik gerichteten Abgasstromes zu erreichen. Querströmungen im Raum müssen hier vermieden werden.

#### 5.1.8.2 Lüftungsanlagen mit Umluft

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 wieder in Arbeitsbereiche zurück gelangen können, sich im Inneren keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden kann und Beschäftigte durch den geschlossenen Frontschieber oder die geschlossene Klappe gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt sind.

Umluft ist zur Raumlüftung nur zulässig, wenn keine gefährliche Konzentration von Gefahrstoffen auftreten kann. In Arbeitsbereiche, in denen Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Stoffen der Kategorie 1 oder 2 durchgeführt werden, darf abgesaugte Luft nur zurückgeführt werden, wenn sie unter Anwendung behördlicher oder berufsgenossenschaftlich anerkannter Verfahren oder Geräte ausreichend von solchen Stoffen gereinigt ist. Die Luft muss außerdem so geführt oder gereinigt werden, dass krebserzeugende, erbgutverändernde oder fruchtbarkeitsgefährdende Stoffe nicht in die Atemluft anderer Beschäftigter gelangen.

### 5.1.9 Zuführungsleitungen und Absperrarmaturen

#### 5.1.9.1 Zuführungsleitungen

Für die ständige Zuführung flüssiger und gasförmiger Stoffe zu den Labortischen und Abzügen müssen fest verlegte, auf Dichtheit geprüfte Leitungen vorhanden sein. Fest verlegte Zuführungsleitungen müssen eindeutig und dauerhaft nach DIN 2403 „Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff“ gekennzeichnet sein, um die enthaltenen Gefahrstoffe sowie die davon ausgehenden Gefahren eindeutig identifizieren zu können. Diese Leitungen müssen auf Dauer technisch dicht sein. Eine Ausrichtung muss an den Korrosions- und Schwingungsanforderungen erfolgen.

Farben für die Kennzeichnung von Zuführungsleitungen sind:

| | |
|---|---|
| grün | Wasser |
| rot | Wasserdampf |
| grau | Luft |
| gelb oder gelb mit Zusatzfarbe rot | brennbare Gase |
| schwarz oder gelb mit Zusatzfarbe schwarz | nicht brennbare Gase |
| orange | Säuren |
| violett | Laugen |
| blau | Sauerstoff |
| braun oder braun mit Zusatzfarbe rot | brennbare Flüssigkeiten |
| schwarz oder braun mit Zusatzfarbe schwarz | nicht brennbare Flüssigkeiten |

#### 5.1.9.2 Absperrarmaturen

Jede Gasleitung, die zu einer oder mehreren nebeneinander liegenden Entnahmestellen führt, muss gesondert absperrbar sein („Tischabsperrung“). Zusätzlich muss ein Hauptabsperrventil für das Laboratorium vorhanden sein. Dieses Ventil wird in der Regel über einen Not-Aus-Taster geschaltet. Die Absperrarmaturen müssen leicht erreichbar, eindeutig gekennzeichnet und jederzeit zugänglich sein. Als Entnahmestelle für brennbare Gase sind nur Armaturen zulässig, die gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert sind. Stellteile von Laborarmaturen müssen nach dem Durchflussstoff gekennzeichnet sein.

Als Entnahmestelle für Brenngase sind nur Armaturen zulässig, die gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert sind, also zum Öffnen beispielsweise erst hinuntergedrückt werden müssen.

Es wird empfohlen, für alle Medien die Hauptabsperreinrichtungen über NOT-AUS-Schalter schließen zu können. Bei großen Laboratorien kann es erforderlich sein, diese Notabsperrung von mehreren Stellen aus betätigen zu können. Zwischenabsperrungen sind, sofern sie verwechselt werden können, beispielsweise durch einen Farbanstrich oder durch Beschriftung zu kennzeichnen.

Für die Charakterisierung des Mediums ist die Stirnfläche des Stellteiles bei modernen Armaturen in drei Zonen unterteilt. Die Farbe der äußersten Zone des Stellteiles, häufig die Farbe des gesamten Stellteiles ohne die Stirnflächen, bestimmt im Wesentlichen die Art des Mediums:

Farbkennzeichnung (äußere Zone der Stellteile) von Laborarmaturen und Medium

| | |
|---|---|
| grün | Wasser |
| gelb | brennbare gasförmige Kohlenwasserstoffe |
| rot | sonstige brennbare Gase |
| blau | unbrennbare (auch verbrennungsfördernde) Gase |
| schwarz | giftige Gase |
| grau | Vakuum |
| weiß | sonstige Medien |

Auf den Stirnflächen können bei modernen Armaturen zwei zusätzliche Farben oder ein Kurzzeichen (Abkürzung oder Summenformel) das Medium präzisieren, beispielsweise eine Farbcodierung „Gelb-Weiß-Grün“ mit der Formel $C_2H_2$ oder „Schwarz-Rot-Gelb“ mit der Formel $H_2S$.

Achtung: Die Kennfarben der Laborarmaturen sind zum Teil verschieden zu denen der Rohrleitungen und denen der Druckgasflaschen! Es gibt hier keine einheitliche Kennzeichnung!

### 5.1.10 Stauräume für Gefahrstoffabfälle

Gefahrstoffabfälle sind unter einem Abzug in die entsprechenden Sammelbehälter zu füllen. Die Sammelbehälter – sowohl ganz gefüllte als auch nur teilweise gefüllte - sind grundsätzlich in abgesaugten Schränken, möglichst Sicherheitsschränken, aufzubewahren.

Behälter mit flüssigen Gefahrstoffabfällen müssen unterhalb der Sammelbehälter oder auf dem Schrankboden eine ausreichend dimensionierte Auffangwanne besitzen. Es ist zu empfehlen, eine Erdungsmöglichkeit für die Ableitung elektrostatischer Aufladungen während des Befüllvorganges vorzusehen.

Die Behälter sind nach dem Befüllen zu verschließen, sie dürfen nicht mit aufgesetzem Trichter abgestellt werden. Da nicht auszuschließen ist, dass sich nach dem Befüllen ein Überdruck im Sammelbehälter aufbaut, sollen die Verschlüsse nur so fest aufgeschraubt werden, dass ein Überdruck entweichen kann.

## 5.2 Ergonomie

### 5.2.1 Allgemeine Anforderungen

Bei der Planung oder Beschaffung ist die ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen, Arbeitsabläufen oder Geräten zu berücksichtigen.

Monotone Tätigkeiten sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Monotone Tätigkeiten können Konzentrationsschwächen und Ermüdungserscheinungen verursachen, die zu Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen führen.

### 5.2.2 Stühle

Bei lang anhaltenden Tätigkeiten im Sitzen haben sich ergonomisch geformte Stühle, unter Umständen mit Fußstützen, bewährt. Für längere stehende Tätigkeiten sind Stehhilfen zu empfehlen. Für Laboratorien sind Stühle notwendig, die eine glatte und leicht zu reinigende Oberfläche haben. Stoffe sind in der Regel ungeeignet, da Gefahrstoffkontaminationen in der Regel nicht aus dem Stoff entfernt werden können.

### 5.2.3 Lärmschutz

Vor der Beschaffung neuer Arbeitsmittel hat sich der Arbeitgeber über die zu erwartende Geräuschemission des Arbeitsmittels zu informieren. Werden Geräte betrieben, die einen Schallpegel von mehr als 80 dB(A) erzeugen, sind Lärmschutzmaßnahmen erforderlich wie z. B. das Tragen von Gehörschutz durch die Beschäftigten.

### 5.2.4 Beleuchtung

Die Beleuchtung von Laborarbeitsplätzen muss so bemessen sein, dass ein sicheres Arbeiten und ein rechtzeitiges Erkennen von Gefahren jederzeit möglich sind. Als Mindestbeleuchtungsstärke im Labor sind 300 lux, für die Arbeitplätze 500 lux vorzusehen. In jedem Fall ist auf eine gleichmäßige, schlagschattenfreie Beleuchtung zu achten. Sind Bildschirmarbeiten auszuführen, so muss die Beleuchtung den Anforderungen der Bildschirmarbeitsverordnung, insbesondere bezüglich Blend- und Reflexfreiheit, genügen. Es empfiehlt sich, Arbeitstische je nach Art der Arbeiten mit mehr als 500 lux zu beleuchten. Abhängig von der Größe und der Gefährdung kann in Laboratorien eine Fluchtweg- oder auch eine Sicherheitsbeleuchtung erforderlich sein.

### 5.2.5 Raumklima

In Laboratorien müssen größere Wärmeströme von Geräten möglichst an der Freisetzungsstelle erfasst und abgeführt werden, wenn diese zu einer Gefährdung durch die Erhöhung der Raumtemperatur führen können. Eine Gefährdung kann durch die steigenden Dampfdrücke und damit eine ansteigende Freisetzung von Gefahrstoffen bei höheren Raumtemperaturen verursacht werden.

### 5.2.6 Arbeitsplätze mit Bildschirmen

Bildschirmarbeitsplätze sind bezüglich des Arbeitsplatzes und der Software ergonomisch zu gestalten. Auch bei Computerbildschirmen als Bestandteil von Gerätesystemen sind ergonomische Prinzipien in angemessener Weise zu berücksichtigen. Computer sind in das Labor als Bestandteile von Gerätesystemen integriert oder an Schreibplätzen im Labor vorhanden. Als Bestandteile von Gerätesystemen stellen sie keine Bildschirmarbeitsplätze dar, dennoch sollten auch hier ergonomische Prinzipien in angemessener Weise berücksichtigt werden.

Bei der Gefährdungsbeurteilung ist zu beachten, dass an solchen Arbeitsplätzen tätige Personen durch benachbarte Tätigkeiten gefährdet werden können, beispielsweise durch Spritzer oder Splitter. Solche Gefährdungen können beispielsweise durch den Einbau durchsichtiger Zwischenwände als Splitter- und Spritzschutz vermieden werden.

### 5.2.7 Einseitig belastende lang andauernde Tätigkeiten

Einseitig belastende lang andauernde Tätigkeiten, wie das Pipettieren mit mechanischen Pipetten, können zu Gesundheitsschäden wie Sehnenscheidenentzündungen führen. Bei Pipetten verhindert eine möglichst den Bewegungsmustern der Finger angepasste und leichtgängige Betätigung, dass bei häufiger Benutzung Beschwerden auftreten. Für häufige Pipettiervorgänge können auch motorgetriebene Pipetten eingesetzt werden.

## 5.3 Schutzausrüstung im Labor

### 5.3.1 Notdusche und Augennotdusche

Im Laboratorium muss eine mit Trinkwasser gespeiste Notdusche installiert sein. Sie soll alle Körperzonen sofort mit ausreichenden Wassermengen überfluten können. Dazu sind mindestens 30 Liter/min erforderlich. An Notduschen muss das Ventil 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. An den Betätigungshebel dürfen keine Kittel oder ähnliches angehängt werden.

Im Laboratorium muss möglichst im Bereich der Notdusche oder eines Waschbeckens eine mit Trinkwasser gespeiste Augennotdusche installiert sein. Sie soll beide Augen 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. Als Augennotduschen sind auch bewegliche Augennotduschen mit am Griff angebrachten selbsttätig schließenden Ventilen zulässig. Der Wasserstrahl muss eine Höhe von wenigstens 15 cm und nicht mehr als 20 cm oberhalb der Wasseraustritte erreichen. Das Spülen der Augen muss mit weit bespreizten Lidern erfolgen, um alle Chemikalienrest zu erfassen. Das Spülen muss lang durchgeführt werden, Richtwert sind mindestens 10 Minuten, eine ärztliche Kontrolle des Auges ist unverzüglich durchzuführen.

Der Standort von Notduschen und Augennotduschen muss durch das Hinweiszeichen „Notdusche“ bzw. „Augenspüleinrichtung“ gekennzeichnet sein. Die Zugänge sind ständig freizuhalten. Es kann dazu hilfreich sein, den Boden unter der Notdusche durch eine auffällige Markierung (schwarz-gelb-schraffierte Fläche) gegen Zustellen zu sperren.

Von jedem Ort des Labors sollte eine Notdusche oder eine Augennotdusche innerhalb von höchstens 5 Sekunden erreichbar sein – auch von kleinen Personen. Eine Temperierung des Wassers auf Temperaturen oberhalb der Raumtemperatur ist wegen der Gefahr der Verkeimung nicht geeignet. Bei der Installation ist darauf zu achten, dass Wasser nach Möglichkeit nicht längere Zeit in den Zuführungsleitungen stagniert und nicht durch Wärmeeinwirkung von außen über Raumtemperatur gebracht wird.

Notdusche und Augennotdusche sind einmal monatlich zu kontrollieren, häufigere Betätigungen der Augennotdusche werden empfohlen. Die Kontrolle ist durch Unterschrift zu protokollieren. Bei Störungen ist der Geschäftsbereich 3 „Gebäudemanagement“ unter der Telefonnummer „11“ zu benachrichtigen.

### 5.3.2 Augenspülflasche

Grundsätzlich muss in jedem Labor eine Augennotdusche installiert sein. Augenspülflaschen dürfen in Laboratorien, in denen eine Augennotdusche installiert ist, wegen der Verkeimungsgefahr des Spülwassers nicht bereitgestellt werden. Nur in Laboratorien, in denen keine Augennotdusche und kein Wasserhahn mit Trinkwasseranschluss vorhanden sind, muss mindestens eine Augenspülflasche mit steriler Spülflüssigkeit bereitgehalten werden.

### 5.3.3 Feuerlöscher

Die regelmäßige Kontrolle der vorhandenen Feuerlöscher ist Aufgabe der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge. Benutzte Feuerlöscher sind umgehend der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge zu melden, damit sie wieder in gebrauchsfähigen Zustand versetzt werden.

Nach dem Einsatz von Kohlensäure-Feuerlöschern muss wegen der Erstickungsgefahr der Brandraum sofort verlassen werden. In Laboratorien, in denen ein Umgang mit Alkalimetallen stattfindet, muss Löschsand in mindestens einer Löschsandschütte oder ein Feuerlöscher vorhanden sein, der für die Brandklassen ABCD zugelassen ist.

Brennende Personen sind mit dem am schnellsten erreichbaren Löschmittel abzulöschen. Das können Notduschen, Feuerlöscher, Löschdecken, Kittel oder ähnliches sein. Feuerlöscher dürfen wegen des hohen Löschmitteldruckes aber nicht aus unmittelbarer Nähe eingesetzt werden, es ist ein Sicherheitsabstand von ca. 2 Metern einzuhalten.

### 5.3.4 Feuerlöschdecke

Feuerlöschdecken müssen frei zugänglich sein. Sie sind in einsatzfähigem Zustand in den vorgesehenen Behältern aufzubewahren. Die Benutzung einer Löschdecke sollte mindestens einmal jährlich geübt werden.

### 5.3.5 Erste-Hilfe-Kasten

Der Erste-Hilfe-Kasten ist mindestens einmal jährlich auf Vollständigkeit zu kontrollieren. Die Kontrolle ist zu protokollieren. Alle kleineren Verletzungen, bei denen kein Arztbesuch erfolgt ist, müssen im Verbandbuch eingetragen werden. Bei Verletzungen mit anschließendem Arztbesuch muss eine Unfallanzeige ausgefüllt werden. Informationen erhalten Sie bei Bedarf bei der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge. Der Erste-Hilfe-Kasten ist vor Gefahrstoffen geschützt so aufzuhängen, dass er jederzeit ohne Schlüssel erreichbar ist, z. B. im Flur oder Sozialraum.

### 5.3.6 Atemschutzmaske und Filter

Atemschutzmasken sind außerhalb gefährdeter Bereiche aufzubewahren, z. B. im Flur. Sie müssen für die Beschäftigten schnell und ohne Schlüssel erreichbar sein. Atemschutzmasken und Atemschutzfilter sind einmal jährlich zu überprüfen. Die Kontrolle ist zu protokollieren. Atemschutzfilter sind nach Ablauf der zulässigen Lagerzeit in den Restmüll zu geben.

### 5.3.7 Adsorbentien

Es müssen in den Laboratorien Adsorbentien von solcher Art und in so großer Menge bereitgehalten werden, dass bei Bruch des größten im Labor aufbewahrten Gefahrstoffgebindes der ausgeflossene Gefahrstoff gebunden werden kann. Adsorbentien können für mehrere Laboratorien gemeinsam an einer genau festgelegten Stelle (z. B. dem Flur) aufbewahrt werden, wenn der Zugriff rasch und ohne Schwierigkeiten möglich ist.

Es ist zu beachten, dass für oxidierende Stoffe (z. B. Salpetersäure, Brom) spezielle Chemikalienbinder bereitgehalten werden, die nicht mit diesen Stoffen reagieren können. Für bestimmte Stoffe wie Quecksilber gibt es im Chemikalienhandel sehr wirksame Bindemittel.

## 6 Ordnung und Sauberkeit, Nahrungsaufnahme, Rauchen, Hygiene

Die Bestimmungen dieses Kapitels dienen dem Schutz aller Beschäftigten vor der Aufnahme von Gefahrstoffen in den Körper. Grundsätzlich kann ein Laboratorium nicht in einen gefährdeten und einen nicht gefährdeten Bereich (z. B. Fenstertischreihen) unterteilt werden. Alle Bestimmungen gelten deshalb für das gesamte Laboratorium.

### 6.1 Ordnung und Sauberkeit

Aufgeräumte Labortische, Abzüge, Schränke und Regale tragen wesentlich zum sicheren Arbeiten bei. Gefahrstoffe müssen übersichtlich geordnet aufbewahrt werden. Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass die Beschäftigten in Laboratorien Ordnung halten. Dafür sind durch den Arbeitgeber ausreichend arbeitsplatznahe Aufbewahrungs- und Abstellmöglichkeiten vorzusehen.

Für Ordnung und Sauberkeit hat im Labor jeder selbst zu sorgen! Das Reinigungspersonal reinigt nur Fußböden! Die Fußböden dürfen nicht mit Gefahrstoffen kontaminiert sein. Arbeitsplätze (Labortische, Abzüge usw.) sind von Kontaminationen frei zu halten und regelmäßig zu reinigen. Verstreute, ausgelaufene oder verspritzte Gefahrstoffe stellen eine Gefährdung durch unabsichtlichen Kontakt und versehentliche Aufnahme dar. Auf Pfützen von Wasser oder Ölresten besteht zudem Rutschgefahr. Beim Tragen von Handschuhen ist darauf zu achten, dass mit diesen nicht Kontaminationen im Labor versehentlich verteilt werden, beispielsweise auf Frontschiebern, Telefonhörern, Tastaturen, Türklinken, Armaturen und Schreibgeräten.

### 6.2 Nahrungsaufnahme, Rauchen

Im Labor sind Essen, Trinken oder Rauchen verboten. Nahrungsmittel dürfen nicht in das Labor hineingebracht werden. Für die Beschäftigten ist ein Sozialraum oder -bereich (z. B. auf Flurnischen) zur Verfügung zu stellen, in dem sie gefahrlos essen und trinken sowie Lebens- und Genussmittel aufbewahren können. Steht im Institut nur ein Sozialraum zur Verfügung, so kann er von allen Beschäftigten der verschiedenen Arbeitsgruppen genutzt werden. In Sozialräumen und -bereichen darf nicht geraucht werden. Nahrungs- und Genussmittel dürfen nicht zusammen mit Gefahrstoffen aufbewahrt werden. Gefahrstoffe dürfen nicht in Gefäße gefüllt werden, die üblicherweise für zur Aufnahme von Speisen oder Getränken bestimmt sind. Speisen und Getränke dürfen nicht zusammen mit Chemikalien aufbewahrt werden. Lebensmittel dürfen nicht in Laborgefäßen zubereitet oder aufbewahrt werden. Das Aufwärmen oder Kochen von Speisen und Getränken ist nur mit dafür vorgesehenen Geräten zulässig. Zum Kühlen von Lebensmitteln dürfen nur dafür bestimmte und mit der Aufschrift „Nur für Lebensmittel“ gekennzeichnete Kühlschränke benutzt werden, die außerhalb der Laboratorien aufgestellt sein müssen. Gefahrstoffe dürfen in diesen Kühlschränken nicht aufbewahrt werden.

### 6.3 Alkohol und Drogen

Beschäftigte dürfen sich durch Alkoholgenuss oder die Einnahme von Drogen bzw. Medikamenten nicht in einen Zustand versetzen, durch den sie sich selbst oder andere gefährden. Beschäftigte, die infolge der Einnahme von Alkohol, Drogen oder Medikamenten nicht mehr in der Lage sind, ihre Arbeit ohne Gefahr für sich oder andere auszuführen, dürfen mit dieser Arbeit nicht beschäftigt werden und keine Laboratorien betreten.

### 6.4 Hygiene und Hautschutz

Jeder Hautkontakt mit Gefahrstoffen ist zu vermeiden. Es wird empfohlen, sich regelmäßig die Hände und das Gesicht mit Seife zu waschen. Die Hände müssen nach dem Kontakt mit sehr giftigen, giftigen, reizenden, ätzenden, krebserzeugenden, sensibilisierenden, erbgutschädigenden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen sowie vor dem Verlassen des Laboratoriums gewaschen werden. Gefahren für die Hände können aber auch bei Reinigungsarbeiten bestehen. Haut und Hände dürfen nicht mit organischen Lösemitteln gereinigt werden. Abrasive Hautreinigungsmittel (zum Beispiel „Rubbelcremes") sollen nur verwendet werden, wenn dies der Verschmutzungsgrad

unbedingt erfordert. Geeignete Waschlotionen sowie Hautschutzprodukte sind bereitzustellen. Besonders bei häufigem Händewaschen oder längerfristigem Tragen von Handschuhen kann auf Dauer eine Schädigung der Haut eintreten, die durch entsprechende Hautschutz und -pflegemaßnahmen vermieden werden kann. Es wird dringend empfohlen, die Hände regelmäßig mit Hautschutz- und Hautpflegecremes zu schützen und zu pflegen. Produkte für die Reinigung der Haut, zur Hautpflege und für den Hautschutz dürfen auch im Labor angewandt werden.

Es wird empfohlen, in jedem Labor ein Waschbecken nur für das Waschen von Händen und Gesicht zu nutzen. Papierhandtuchspender sind direkt neben dem Waschbecken aufzuhängen.

Der Arbeitgeber hat Hautschutzpläne aufzustellen. Die Beschäftigten haben diese zu befolgen.

Beschäftigten, die beim Umgang mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen beschäftigt werden, sind Waschräume zur Verfügung zu stellen. Wenn es aus gesundheitlichen Gründen erforderlich ist, sind getrennte Umkleideräume für Straßen- bzw. Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen, die durch einen Waschraum mit Duschen voneinander getrennt sind. Dieses ist jedoch an der TU erfahrungsgemäß nicht notwendig.

Büroräume dürfen nicht mit Laborkitteln oder Laborhandschuhen betreten werden, um eine Kontamination dieser sauberen Bereiche mit Gefahrstoffen zu vermeiden. Büroräume sind alle Räume, die keine Laboratorien sind, insbesondere Sozialräume/Sozialbereiche, in denen gegessen und getrunken wird, Hörsäle, Seminarräume und Bibliotheken.

## 7 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

### 7.1 Allgemeine Schutzmaßnahmen

Maßnahmen zur Abwehr unmittelbarer Gefahren sind unverzüglich zu treffen.

Der Arbeitgeber hat bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen die folgenden Schutzmaßnahmen zu ergreifen:

1. geeignete Gestaltung des Arbeitsplatzes und geeignete Arbeitsorganisation,
2. Bereitstellung geeigneter Arbeitsmittel für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und geeignete Wartungsverfahren zur Gewährleistung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bei der Arbeit,
3. Begrenzung der Anzahl der Beschäftigten, die Gefahrstoffen ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können,
4. Begrenzung der Dauer und der Höhe der Exposition,
5. angemessene Hygienemaßnahmen, insbesondere zur Vermeidung von Kontaminationen, und die regelmäßige Reinigung des Arbeitsplatzes,
6. Begrenzung der am Arbeitsplatz vorhandenen Gefahrstoffe auf die Menge, die für den Fortgang der Tätigkeiten erforderlich ist,
7. geeignete Arbeitsmethoden und Verfahren, welche die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigen oder die Gefährdung so gering wie möglich halten, einschließlich Vorkehrungen für die sichere Handhabung, Lagerung und Beförderung von Gefahrstoffen und von Abfällen, die Gefahrstoffe enthalten, am Arbeitsplatz.

### 7.2 Gefahrstoffe

Gefahrstoffe werden unterschieden in Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse:

1. Stoffe sind chemische Elemente oder chemische Verbindungen, wie sie natürlich vorkommen oder hergestellt werden, einschließlich der zur Wahrung der Stabilität notwendigen Hilfsstoffe und der durch das Herstellungsverfahren bedingten Verunreinigungen, mit Ausnahme von Lösungsmitteln, die von dem Stoff ohne Beeinträchtigung seiner Stabilität und ohne Änderung seiner Zusammensetzung abgetrennt werden können.
2. Zubereitungen sind aus zwei oder mehreren Stoffen bestehende Gemenge, Gemische oder Lösungen.
3. Erzeugnisse sind Stoffe oder Zubereitungen, die bei der Herstellung eine spezifische Gestalt, Oberfläche oder Form erhalten haben, die deren Funktion mehr bestimmen als ihre chemische Zusammensetzung als solche oder in zusammengefügter Form. Erzeugnisse im o. g. Sinne sind z. B. cadmierte Schrauben oder Schweißelektroden.

1.) Gefahrstoffe sind gefährliche Stoffe und Zubereitungen, die eine oder mehrere folgender Eigenschaften besitzen:

| | | |
|---|---|---|
| Feuergefährlichkeit: | explosionsgefährlich | |
| | brandfördernd | |
| | hochentzündlich | |
| | leichtentzündlich | |
| | entzündlich | |
| Giftwirkung: | sehr giftig | |
| | giftig | |
| | gesundheitsschädlich | |
| | sensibilisierend | |
| | krebserzeugend | (= cancerogen) |
| | fortpflanzungsgefährdend | (=reproduktionstoxisch) |
| | erbgutverändernd | (= mutagen) |

| | |
|---|---|
| | chronisch schädigend |
| Ätzwirkung: | ätzend |
| | reizen |
| Gefahr für die Umwelt: | umweltgefährlich |

Stoffe und Zubereitungen sind

- explosionsgefährlich, wenn sie in festem, flüssigem, pastenförmigen oder gelatinösem Zustand auch ohne Beteiligung von Luftsauerstoff exotherm und unter schneller Entwicklung von Gasen reagieren können und unter festgelegten Prüfbedingungen detonieren, schnell deflagrieren oder beim Erhitzen unter teilweisem Einschluss explodieren,
- brandfördernd, wenn sie in der Regel selbst nicht brennbar sind, aber bei Kontakt mit brennbaren Stoffen oder Zubereitungen, überwiegend durch Sauerstoffabgabe, die Brandgefahr und die Heftigkeit eines Brandes beträchtlich erhöhen,
- hochentzündlich, wenn sie
    - in flüssigem Zustand einen extrem niedrigen Flammpunkt und einen niedrigen Siedepunkt haben,
    - als Gase bei gewöhnlicher Temperatur und Normaldruck in Mischung mit Luft einen Explosionsbereich haben,
- leichtentzündlich, wenn sie
    - sich bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft ohne Energiezufuhr erhitzen und schließlich entzünden können (z. B. weißer Phosphor),
    - in festem Zustand durch kurzzeitige Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündet werden können und nach deren Entfernen in gefährlicher Weise weiterbrennen oder weiterglimmen,
    - in flüssigem Zustand einen sehr niedrigen Flammpunkt haben (viele laborüblicheLösungsmittel wie z. B. Aceton, Ethanol, Toluol, Essigsäureethylester, Diethylether),
    - bei Kontakt mit Wasser oder mit feuchter Luft hochentzündliche Gase in gefährlicher Menge entwickeln (z. B. Natrium, Kalium),
- entzündlich, wenn sie in flüssigem Zustand einen niedrigen Flammpunkt haben,
- sehr giftig, wenn sie in sehr geringer Menge bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können,
- giftig, wenn sie in geringer Menge bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können,
- gesundheitsschädlich, wenn sie bei bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können,
- ätzend, wenn sie lebende Gewebe bei Kontakt zerstören können,
- reizend, wenn sie ohne ätzend zu sein bei kurzzeitigem, länger andauerndem oder wiederholtem Kontakt mit der Haut oder Schleimhaut eine Entzündung hervorrufen können,
- sensibilisierend, wenn sie bei Einatmen oder Aufnahme über die Haut Überempfindlichkeitsreaktionen hervorrufen können, so dass bei künftiger Exposition gegenüber dem Stoff oder der Zubereitung charakteristische Störungen auftreten,
- krebserzeugend (kanzerogen), wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut Krebs hervorrufen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können,
- fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch), wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut
    - nicht vererbbare Schäden der Nachkommenschaft hervorrufen oder die Häufigkeit solcher Schäden erhöhen (fruchtschädigend) oder

- eine Beeinträchtigung der männlichen oder weiblichen Fortpflanzungsfunktionen oder der Fortpflanzungsfähigkeit zur Folge haben können (fruchtbarkeitsgefährdend),

- erbgutverändernd (mutagen), wenn sie bei Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut vererbbare genetische Schäden zur Folge haben oder deren Häufigkeit erhöhen können,
- umweltgefährlich, wenn sie selbst oder ihre Umwandlungsprodukte geeignet sind, die Beschaffenheit des Naturhaushalts, von Wasser, Boden oder Luft, Klima, Tieren, Pflanzen oder Mikroorganismen derart zu verändern, dass dadurch sorfort oder später Gefahren für die Umwelt herbeigeführt werden können.

2.) Stoffe und Zubereitungen, die explosionsfähig sind
Sie sind explosionsfähig, wenn sie mit oder ohne Luft durch Zündquellen wie äußere thermische Einwirkungen, mechanische Beanspruchungen oder Detonationsstöße zu einer chemischen Umsetzung gebracht werden können, bei der hochgespannte Gase in so kurzer Zeit entstehen, dass ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird, oder wenn im Gemisch mit Luft nach Wirksamwerden einer Zündquelle eine sich selbsttätig fortpflanzende Flammenausbreitung stattfindet, die im Allgemeinen mit einem sprunghaften Temperatur- und Druckanstieg verbunden ist. Explosionsfähig können z. B. Stäube sein.

Ein explosionsfähiges Gemisch ist ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Zündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt. Ein gefährliches explosionsfähiges Gemsich ist ein explosionsfähiges Gemisch, das in solcher Menge auftritt, dass besondere Schutzmaßnahmen für die Aufrechterhaltung der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen erforderlich werden (gefahrdrohende Menge). Explosionsfähige Atmosphäre ist ein explosionsfähiges Gemsich unter atmosphärischen Bedingungen im Gemisch mit Luft.

3.) Stoffe und Zubereitungen, die auf sonstige Weise chronisch schädigend sind
Dies sind Stoffe, die bei wiederholter oder länger andauernder Exposition einen Gesundheitsschaden verursachen können.

4.) Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe mit den unter 1.) bis 3.) genannten Eigenschaften entstehen.

5.) Stoffe und Zubereitungen, die die o. g. Kriterien nach den Nummern 1.) - 3). nicht erfüllen, aber auf Grund ihrer physikalisch-chemischen, chemischen oder toxischen Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz vorhanden sind oder verwendet werden, die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gefährden können,

6.) alle Stoffe, denen ein Arbeitsplatzgrenzwert zugewiesen worden ist.

Gefahren gehen weiterhin aus von

1. Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen, aus denen beim Umgang bzw. bei deren Verwendung gefährliche Stoffe oder Zubereitungen mit den oben erwähnten Eigenschaften entstehen oder freigesetzt werden können,
2. Stoffen und Materialien, die erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können,
3. in der Bio- und Gentechnik anfallendem gefährlichem biologischem Material,
4. radioaktiven Stoffen,
5. (zum Teil) Stoffen, die dem Pflanzenschutzmittel- oder Arzneimittelrecht unterliegen.

Für die unter 2. bis 5. genannten Stoffe und Materialien gelten weiterreichende Vorschriften, die in dieser Betriebsanweisung nicht erfasst sind (z. B. Biostoffverordnung, Strahlenschutzgesetz, Gentechnikgesetz, Pflanzenschutzmittelgesetz, Arzneimittelgesetz und zugehörige Verordnungen, Regeln und Richtlinien).

### 7.3 Einstufung

In der Hochschule selbst hergestellte Stoffe und Zubereitungen sind gemäß der Gefahrstoffverordnung einzustufen. Stoffe und Zubereitungen, deren physikalische, chemische, toxikologische und ökologische Eigenschaften bekannt sind, müssen nach gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen eingestuft werden. Eine Einstufung dieser Stoffe und Zubereitungen kann ggf. auch einschlägigen Chemikalienkatalogen oder Gefahrstoffdatenbanken entnommen werden.

Bei noch nicht geprüften Chemikalien, neu synthetisierten Substanzen in der chemischen Forschung sowie Reaktionslösungen und Reaktionsabfällen ist von einem Gefahrstoff auszugehen, solange die Ungefährlichkeit nicht nachgewiesen wurde. Diese Stoffe sind mindestens nach den P-Sätzen 260 und 262 zu behandeln, jeder Körperkontakt ist zu vermeiden. Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass bei der Herstellung von Präparaten und beim Umgang mit Stoffen, deren Eigenschaften nicht als ungefährlich bekannt sind, geeignete Schutzmaßnahmen getroffen werden. Dies gilt auch für Arbeiten nach Literaturangaben, bei denen damit gerechnet werden muss, dass auf Gefahren nicht ausreichend hingewiesen ist. Dies ist insbesondere bei Arbeiten nach älteren Literaturangaben der Fall.

### 7.4 Etikettierung von Gefahrstoffgebinden

Gefahrstoffgebinde, die gelagert oder bereitgestellt werden, müssen gemäß ihrer Einstufung al sGefahrstoff mit einem Etikett versehen werden, das Angaben über den Inhalt des Gebindes enthält. Die Etiketten einschließlich der Gefahrensymbole müssen den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden. Die Etiketten sind so anzubringen, dass die Angaben gelesen werden können, wenn das Gebinde abgestellt oder abgelegt wird. Ein Etikett muss mit seiner ganzen Fläche auf der Verpackung haften. Es wird empfohlen, Etiketten mit einer Klarsichtfolie zu überziehen, wenn die Etiketten von den Beschäftigten selbst hergestellt werden. Dadurch wird verhindert, dass an der Flasche herunter laufende Tropfen die Schrift des Etiketts zerstören. Ein Gebinde darf nur ein einziges Etikett haben. Vorhandene Etiketten dürfen nicht überschrieben oder überklebt werden. Nicht mehr geltende Etiketten sind zu entfernen. Das Beschriften von Gebinden mit wasserfesten Filzschreibern ist nur zulässig, wenn sich die Gebinde im Arbeitsgang befinden.

#### 7.4.1 Größe von Etiketten

Die Abmessungen der Etiketten müssen bei einem Rauminhalt der Verpackung

1. bis zu 0,25 Liter einem Format in angemessener Größe,
2. von mehr als 0,25 Liter bis 3 Liter mindestens dem Format 52 mm x 74 mm,
3. von mehr als 3 Liter bis 50 Liter mindestens dem Format 74 mm x 105 mm
4. von mehr als 50 Liter bis 500 Liter mindestens dem Format 105 mm x 148 mm

entsprechen.

Die Gefahrensymbole bestehen aus einem schwarzem Aufdruck auf weißem, auf der Spitze stehendem quadratischem Untergrund mit roter Umrandung. Jedes Gefahrensymbol muss mindestens 1 cm² groß sein und mindestens ein Zehntel der von der Kennzeichnung eingenommenen Fläche ausmachen.

Es wird empfohlen, die Etiketten zusätzlich zu der in diesem Kapitel beschriebenen Kennzeichnung mit standortspezifischen Hinweisen wie Labornummer, Arbeitsplatznummer und/oder dem Namen des Beschäftigten zu versehen.

### 7.4.2 Vollständige Kennzeichnung

„Vollständig“ gekennzeichnet werden müssen alle Chemikaliengebinde, die gelagert oder bereitgestellt werden. Sie sind vollständig gekennzeichnet, wenn sie ein Etikett tragen, auf dem mindestens folgende Angaben stehen:

1. chemische Bezeichnung des Stoffes und der Bestandteile der Zubereitung nach der IUPAC-Nomenklatur, bei Zubereitungen ggf. Handelsname oder Bezeichnung. Laborinterne Kurznamen und Abkürzungen (z. B. Ether, Tri, EtOH, HAc, NaOH, A1, 25) sind als alleinige Bezeichnungen nicht zulässig. Beispiele: Ethanol, wässrige Nickelchlorid-Lösung, 0,1 molar, Methanol/Wasser-Gemisch, 50:50
2. die Hinweise auf besondere Gefahren: „H-Sätze“. Sie bestehen aus einer Zahl und dem zugehörigen Text. Die H-Sätze ersetzen die bisher gültigen R-Sätze.
3. die Sicherheitsratschläge: „P-Sätze“. Sie bestehen aus einer Zahl und dem zugehörigen Text. Die P-Sätze ersetzen die bisher gültigen S-Sätze.
4. das Gefahrensymbol bzw. die Gefahrensymbole sowie ggf. die Signalwörter „Achtung“ oder „Gefahr“.

Werden Chemikalien an an Firmen, Analytiklaboratorien usw. außerhalb der TU Braunschweig versandt oder abgegeben, muss auch der Name, die Anschrift und die Telefonnummer des abgebenden Institutes auf dem Etikett vorhanden sein.

Auf dem Etikett dürfen keine verharmlosenden Angaben gemacht werden wie z. B. „Nicht giftig“, „Nicht gesundheitsschädlich“, „Nicht umweltgefährlich“ oder „Harmlos“.

### 7.4.3 GHS-Kennzeichnung

Die Etikettierung muss gemäß der EU-Verordnung EG 1272/2008 (CLP-Verordnung (= Classification, Labelling and Packing) mit GHS-Kennzeichnung (GHS = Global Harmonisiertes System)) erfolgen. Die Kennzeichnung ist für Zubereitungen (z. B. 10 %ige Natronlauge) erst ab Juni 2015 verbindlich.

Eine Doppelkennzeichnung auf einem Gefahrstoffgebinde sowohl nach der bisher gültigen als auch nach der GHS-Kennzeichnung ist nicht zulässig.

#### 7.4.3.1 Unterschiede zwischen alter Kennzeichnung und neuer GHS-Kennzeichnung

| alt | neu |
|---|---|
| 7 Gefahrensymbole in schwarzem Aufdruck auf orangegelbem Grund | 9 Gefahrenpiktogramme als rotumrandete, auf der Spitze stehende Quadrate mit einem schwarzen Symbol auf weißem Grund |
| 16 Gefährlichkeitsmerkmale | 47 Gefahrenklassen<br><br>+ Gefahrenkategorien<br>(Es gibt in der Regel 2-4 Kategorien je Gefahrenklasse, wobei die Kategorie 1 immer die gefährlichste ist.) |
| ----- | Signalwörter („Gefahr“ bzw. „Achtung“) |
| R-Sätze | H-Sätze (hazard standards) |
| S-Sätze | P-Sätze (precautionary statements) |

**7.4.3.2 H-Sätze: Gefahrenhinweise**

H200 Instabil, explosiv
H201 Explosiv, Gefahr der Massenexplosion
H202 Explosiv; große Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke
H203 Explosiv; Gefahr durch Feuer, Luftdruck oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke
H204 Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke
H205 Gefahr der Massenexplosion bei Feuer
H220 Extrem entzündbares Gas
H221 Entzündbares Gas
H222 Extrem entzündbares Aerosol
H223 Entzündbares Aerosol
H224 Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar
H225 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar
H226 Flüssigkeit und Dampf entzündbar
H228 Entzündbarer Feststoff
H240 Erwärmung kann Explosion verursachen
H241 Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen
H242 Erwärmung kann Brand verursachen
H250 Entzündet sich in Berührung mit Luft von selbst
H251 Selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten
H252 In großen Mengen selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten
H260 In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können
H261 In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase
H270 Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel
H271 Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel
H272 Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel
H280 Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren
H281 Enthält tiefgekühltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder –Verletzungen verursachen
H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein
H300 Lebensgefahr bei Verschlucken
H301 Giftig bei Verschlucken
H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken
H304 Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein
H310 Lebensgefahr bei Hautkontakt
H311 Giftig bei Hautkontakt
H312 Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt
H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
H315 Verursacht Hautreizungen
H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen
H318 Verursacht schwere Augenschäden
H319 Verursacht schwere Augenreizung
H330 Lebensgefahr bei Einatmen
H331 Giftig bei Einatmen
H332 Gesundheitsschädlich bei Einatmen
H334 Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen
H335 Kann die Atemwege reizen
H336 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen
H340 Kann genetische Defekte verursachen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)
H341 Kann vermutlich genetische Defekte verursachen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H350 Kann Krebs erzeugen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H350 + **i** Kann bei Einatmen Krebs erzeugen

H351 Kann vermutlich Krebs erzeugen (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H360 Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen (konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass die Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H360 + **F:** Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen

H360 + **D:** Kann das Kind im Mutterleib schädigen

H360 + **FD:** Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen

H360 + **Fd:** Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen

H360 + **Df:** Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen

H361 Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen (konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass die Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H361 + **f:** Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen

H361 + **d:** Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen

H361 + **fd:** Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen

H362 Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

H370 Schädigt die Organe (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H371 Kann die Organe schädigen (oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) (Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H372 Schädigt die Organe (alle betroffenen Organe nennen) bei längerer oder wiederholter Exposition (Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionswegbesteht)

H373 Kann die Organe schädigen (alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt) bei längerer oder wiederholter Exposition (Expositionsweg angeben, wenn schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht)

H400 Sehr giftig für Wasserorganismen

H410 Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung

H411 Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung

H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung

H413 Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung

Weil teilweise noch die bisher gültigen R-Sätze verwendet werden, werden diese der Vollständigkeit halber noch aufgeführt. Werden zwei R-Sätze durch einen Bindestrich (-) getrennt (z. B. R:10-23), so bedeutet dieses, dass die R-Sätze 10 UND 23 berücksichtigt werden müssen (und nicht 10 bis 23). Werden R-Sätze durch einen Schrägstrich (/) getrennt (z. B. R:26/27/28), so bedeutet dieses ebenfalls, dass die R-Sätze 26 UND 27 UND 28 gelten (Kombination von R-Sätzen). Es bedeuten:

R1 In trockenem Zustand explosionsgefährlich.

R2 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich .

R3 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich.

R4 Bildet hochempfindliche explosionsgefährliche Metallverbindungen.

R5 Beim Erwärmen explosionsfähig.

R6 Mit und ohne Luft explosionsfähig.
R7 Kann Brand verursachen.
R8 Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen.
R9 Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen.
R10 Entzündlich.
R11 Leichtentzündlich.
R12 Hochentzündlich.
R13 Hochentzündliches Flüssiggas.
R14 Reagiert heftig mit Wasser.
R15 Reagiert mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase.
R16 Explosionsgefährlich in Mischung mit brandfördernden Stoffen.
R17 Selbstentzündlich an der Luft.
R18 Bei Gebrauch Bildung explosionsfähiger/leichtentzündlicher Dampf-Luftgemische möglich.
R19 Kann explosionsfähige Peroxide bilden.
R20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen.
R21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut.
R22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken.
R23 Giftig beim Einatmen.
R24 Giftig bei Berührung mit der Haut.
R25 Giftig beim Verschlucken.
R26 Sehr giftig beim Einatmen.
R27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut.
R28 Sehr giftig beim Verschlucken.
R29 Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.
R30 Kann bei Gebrauch leicht entzündlich werden.
R31 Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
R32 Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
R33 Gefahr kumulativer Wirkungen.
R34 Verursacht Verätzungen.
R35 Verursacht schwere Verätzungen.
R36 Reizt die Augen.
R37 Reizt die Atmungsorgane.
R38 Reizt die Haut.
R39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens.
R40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung
R41 Gefahr ernster Augenschäden.
R42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich.
R43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
R44 Explosionsgefährlich bei Erhitzen unter Einschluss.
R45 Kann Krebs erzeugen.
R46 Kann vererbbare Schäden verursachen.
R48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition.
R49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen.
R50 Sehr giftig für Wasserorganismen.
R51 Giftig für Wasserorganismen.
R52 Schädlich für Wasserorganismen.
R53 Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.
R54 Giftig für Pflanzen.
R55 Giftig für Tiere.
R56 Giftig für Bodenorganismen.
R57 Giftig für Bienen.
R58 Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben.

R59 Gefährlich für die Ozonschicht.
R60 Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
R61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
R62 Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
R63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen.
R64 Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
R65 Gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen
R66 Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
R67 Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
R68 Irreversibler Schaden möglich

Kombination der R-Sätze

R14/15 Reagiert heftig mit Wasser unter Bildung leicht entzündlicher Gase.
R15/29 Reagiert mit Wasser unter Bildung giftiger und leichtentzündlicher Gase.
R20/21 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R20/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken.
R21/22 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken.
R20/21/22 Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.
R23/24 Giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R23/25 Giftig beim Einatmen und Verschlucken.
R24/25 Giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken.
R23/24/25 Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.
R26/27 Sehr giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R26/28 Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken.
R27/28 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken.
R26/27/28 Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.
R36/37 Reizt die Augen und die Atmungsorgane.
R36/38 Reizt die Augen und die Haut.
R37/38 Reizt die Atmungsorgane und die Haut.
R36/37/38 Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut.
R42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich.
R39/23 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen.
R39/24 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut.
R39/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken.
R39/23/24 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R39/23/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und Verschlucken.
R39/24/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R39/23/24/25 Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R39/26 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen.
R39/27 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut.
R39/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken.
R39/26/27 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R39/26/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken.
R39/27/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R39/26/27/28 Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.

| | |
|---|---|
| R42/43 | Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich. |
| R48/20 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen. |
| R48/21 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut. |
| R48/22 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken. |
| R48/20/21 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut. |
| R48/20/22 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken. |
| R48/21/22 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken. |
| R48/20/21/22 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken. |
| R48/23 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen. |
| R48/24 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut. |
| R48/25 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken. |
| R48/23/24 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut. |
| R48/23/25 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken. |
| R48/24/25 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken. |
| R48/23/24/25 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken. |
| R50/53 | Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben. |
| R51/53 | Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben. |
| R52/53 | Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben |
| R68/20 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen. |
| R68/21 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut. |
| R68/22 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken. |
| R68/20/21 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut. |
| R68/20/22 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken. |
| R68/21/22 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken. |
| R68/20/21/22 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken. |

#### 7.4.3.3 P-Sätze: Sicherheitsratschläge

| | |
|---|---|
| P101 | Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten. |
| P102 | Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. |
| P103 | Vor Gebrauch Kennzeichnungsetikett lesen. |

P201 Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.
P202 Vor Gebrauch alle Sicherheitshinweise lesen und verstehen.
P210 Von Hitze / Funken / offener Flamme / heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.
P211 Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.
P220 Von Kleidung /…/ brennbaren Materialien fernhalten/entfernt aufbewahren.
P221 Mischen mit brennbaren Stoffen /… unbedingt verhindern.
P222 Kontakt mit Luft nicht zulassen.
P223 Kontakt mit Wasser wegen heftiger Reaktion und möglichem Aufflammen unbedingt verhindern.
P230 Feucht halten mit …
P231 Unter inertem Gas handhaben.
P232 Vor Feuchtigkeit schützen.
P233 Behälter dicht verschlossen halten.
P234 Nur im Originalbehälter aufbewahren.
P235 Kühl halten.
P240 Behälter und zu befüllende Anlage erden.
P241 Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel / Lüftungsanlagen / Beleuchtung /… verwenden.
P242 Nur funkenfreies Werkzeug verwenden.
P243 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen.
P244 Druckminderer frei von Fett und Öl halten.
P250 Nicht schleifen / stoßen /…/ reiben.
P251 Behälter steht unter Druck: Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach der Verwendung.
P260 Staub / Rauch / Gas / Nebel / Dampf / Aerosol nicht einatmen.
P261 Einatmen von Staub / Rauch / Gas / Nebel / Dampf / Aerosol vermeiden.
P262 Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.
P263 Kontakt während der Schwangerschaft / und der Stillzeit vermeiden.
P264 Nach Gebrauch … gründlich waschen.
P270 Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P271 Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
P272 Kontaminierte Arbeitskleidung nicht außerhalb des Arbeitsplatzes tragen.
P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
P280 Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Augenschutz / Gesichtsschutz tragen.
P281 Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden.
P282 Schutzhandschuhe / Gesichtsschild / Augenschutz mit Kälteisolierung tragen.
P283 Schwer entflammbare / flammhemmende Kleidung tragen.
P284 Atemschutz tragen.
P285 Bei unzureichender Belüftung Atemschutz tragen.
P231 **+ P232** Unter inertem Gas handhaben. Vor Feuchtigkeit schützen.
P235 **+ P410** Kühl halten. Vor Sonnenbestrahlung schützen.
P301 Bei Verschlucken:
P302 Bei Berührung mit der Haut:
P303 Bei Berührung mit der Haut (oder dem Haar):
P304 Bei Einatmen:
P305 Bei Kontakt mit den Augen:
P306 Bei kontaminierter Kleidung:
P307 Bei Exposition:
P308 Bei Exposition oder falls betroffen:
P309 Bei Exposition oder Unwohlsein:
P310 Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P311 Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.

P312 Bei Unwohlsein Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P313 Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P314 Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P315 Sofort ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P320 Besondere Behandlung dringend erforderlich (siehe … auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P321 Besondere Behandlung (siehe … auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P322 Gezielte Maßnahmen (siehe … auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P330 Mund ausspülen.
P331 Kein Erbrechen herbeiführen.
P332 Bei Hautreizung:
P333 Bei Hautreizung oder -ausschlag:
P334 In kaltes Wasser tauchen / nassen Verband anlegen.
P335 Lose Partikel von der Haut abbürsten.
P336 Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben.
P337 Bei anhaltender Augenreizung:
P338 Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
P340 Die betroffene Person an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.
P341 Bei Atembeschwerden an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.
P342 Bei Symptomen der Atemwege:
P350 Behutsam mit viel Wasser und Seife waschen.
P351 Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen.
P352 Mit viel Wasser und Seife waschen.
P353 Haut mit Wasser abwaschen / duschen.
P360 Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P361 Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen.
P362 Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P363 Kontaminierte Kleidung vor erneutem Tragen waschen.
P370 Bei Brand:
P371 Bei Großbrand und großen Mengen:
P372 Explosionsgefahr bei Brand.
P373 Keine Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe / Gemische / Erzeugnisse erreicht.
P374 Brandbekämpfung mit üblichen Vorsichtsmaßnahmen aus angemessener Entfernung.
P375 Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P376 Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P377 Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlosbeseitigt werden kann.
P378 … zum Löschen verwenden.
P380 Umgebung räumen.
P381 Alle Zündquellen entfernen, wenn gefahrlos möglich.
P390 Verschüttete Mengen aufnehmen, um Materialschäden zu vermeiden.
P391 Verschüttete Mengen aufnehmen.
P301 **+ P310** Bei Verschlucken: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P301 **+ P312** Bei Verschlucken: Bei Unwohlsein Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
P301 **+ P330 + P331** Bei Verschlucken: Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen.
P302 **+ P334** Bei Kontakt mit der Haut: In kaltes Wasser tauchen / nassen Verband anlegen.
P302 **+ P350** Bei Kontakt mit der Haut: Behutsam mit viel Wasser undSeife waschen.
P302 **+ P352** Bei Kontakt mit der Haut: Mit viel Wasser und Seifewaschen.
P303 **+ P361 + P353** Bei Kontakt mit der Haut (oder dem Haar): Alle beschmutzten, getränkten

Kleidungsstücke sofortausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.

P304 **+ P340** Bei Einatmen: An die frische Luft bringen und in einer Positionruhigstellen, die das Atmen erleichtert.

P304 **+ P341** Bei Einatmen: Bei Atembeschwerden an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.

P305 **+ P351 + P338** Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

P306 **+ P360** Bei Kontakt mit der Kleidung: Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.

P307 **+ P311** Bei Exposition: Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.

P308 **+ P313** Bei Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat Einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.

P309 **+ P311** Bei Exposition oder Unwohlsein: Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.

P332 **+ P313** Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.

P333 **+ P313** Bei Hautreizung oder -ausschlag: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.

P335 **+ P334** Lose Partikel von der Haut abbürsten. In kaltes Wasser tauchen /nassen Verband anlegen.

P337 **+ P313** Bei anhaltender Augenreizung: Ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.

P342 **+ P311** Bei Symptomen der Atemwege: Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.

P370 **+ P376** Bei Brand: Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.

P370 **+ P378** Bei Brand: … zum Löschen verwenden.

P370 **+ P380** Bei Brand: Umgebung räumen.

P370 **+ P380 + P375** Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.

P371 **+ P380 + P375** Bei Großbrand und großen Mengen: Umgebug räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.

P401 … aufbewahren.

P402 An einem trockenen Ort aufbewahren.

P403 An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

P404 In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.

P405 Unter Verschluss aufbewahren.

P406 In korrosionsbeständigem /… Behälter mit korrosionsbeständiger Auskleidung aufbewahren.

P407 Luftspalt zwischen Stapeln / Paletten lassen.

P410 Vor Sonnenbestrahlung schützen.

P411 Bei Temperaturen von nicht mehr als … °C / … aufbewahren.

P412 Nicht Temperaturen von mehr als 50 °C aussetzen.

P413 Schüttgut in Mengen von mehr als … kg bei Temperaturen von nicht mehr als … °C aufbewahren

P420 Von anderen Materialien entfernt aufbewahren.

P422 Inhalt in / unter … aufbewahren

P402 **+ P404** In einem geschlossenen Behälter an einem trockenen Ort aufbewahren.

P403 **+ P233** Behälter dicht verschlossen an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

P403 **+ P235** Kühl an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

P410 **+ P403** Vor Sonnenbestrahlung geschützt an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

P410 **+ P412** Vor Sonnenbestrahlung schützen und nicht Temperaturen von mehr als 50 °C aussetzen.

P411 **+ P235** Kühl und bei Temperaturen von nicht mehr als … °C aufbewahren.

P501 Inhalt / Behälter … zuführen.

Weil teilweise noch die bisher gültigen S-Sätze verwendet werden, werden diese der Vollständigkeit halber noch aufgeführt. Werden zwei S-Sätze durch einen Bindestrich (-) getrennt (z. B. S:10-23), so bedeutet dieses, dass die S-Sätze 10 UND 23 berücksichtigt werden müssen (und nicht 10 bis 23). Werden S-Sätze durch einen Schrägstrich (/) getrennt (z. B. S:36/37/39), so bedeutet dieses, dass die S-Sätze 36 UND 37 UND 39 gelten (Kombination von S-Sätzen). Es bedeuten:

S1 Unter Verschluss aufbewahren.
S2 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
S3 Kühl aufbewahren.
S4 Von Wohnplätzen fernhalten.
S5 Unter.....aufbewahren (geeignete Flüssigkeit vom Hersteller anzugeben).
S6 Unter.....aufbewahren (inertes Gas vom Hersteller anzugeben).
S7 Behälter dicht geschlossen halten.
S8 Behälter trocken halten.
S9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren.
S12 Behälter nicht gasdicht verschließen.
S13 Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten.
S14 Von.....fernhalten (inkompatible Substanzen vom Hersteller anzugeben).
S15 Vor Hitze schützen.
S16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen.
S17 Von brennbaren Stoffen fernhalten.
S18 Behälter mit Vorsicht öffnen und handhaben.
S20 Bei der Arbeit nicht essen und trinken.
S21 Bei der Arbeit nicht rauchen.
S22 Staub nicht einatmen.
S23 Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben).
S24 Berührung mit der Haut vermeiden.
S25 Berührung mit den Augen vermeiden.
S26 Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren.
S27 Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen.
S28 Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel .....(vom Hersteller anzugeben).
S29 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.
S30 Niemals Wasser hinzu gießen.
S33 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen.
S34 Schlag und Reibung vermeiden.
S35 Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden.
S36 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen.
S37 Geeignete Schutzhandschuhe tragen.
S38 Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen.
S39 Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen.
S40 Fußboden und verunreinigte Gegenstände mit.....reinigen (vom Hersteller anzugeben).
S41 Explosions- und Brandgase nicht einatmen.
S42 Beim Räuchern/Versprühen geeignetes Atemschutzgerät anlegen (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben).
S43 Zum Löschen.....(vom Hersteller anzugeben) verwenden (wenn Wasser die Gefahr erhöht, anfügen: Kein Wasser verwenden).
S45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen).
S46 Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen.
S47 Nicht bei Temperaturen über.....°C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben).
S48 Feucht halten mit...(geeignetes Mittel vom Hersteller anzugeben).
S49 Nur im Originalbehälter aufbewahren.
S50 Nicht mischen mit.....(vom Hersteller anzugeben).

S51 Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden.
S52 Nicht großflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume zu verwenden.
S53 Exposition vermeiden - vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.
S56 Diesen Stoff und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen.
S57 Zur Vermeidung einer Kontamination der Umwelt geeigneten Behälter verwenden.
S59 Information zur Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/Lieferanten erfragen.
S60 Dieser Stoff und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen.
S61 Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen / Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen.
S62 Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen.
S63 Bei Unfall durch Einatmen: Verunfallten an die frische Luft bringen und ruhigstellen.
S64 Bei Verschlucken Mund mit Wasser ausspülen (nur wenn Verunfallter bei Bewusstsein ist).

Kombination der S-Sätze

S1/2 Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren.
S3/7 Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen Ort aufbewahren.
S3/9 Behälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren.
S3/14 An einem kühlen Ort entfernt von.....aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben).
S3/9/14 An einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben).
S3/9/49 Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren.
S3/9/14/49 Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ..... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben).
S7/8 Behälter trocken und dicht geschlossen halten.
S7/9 Behälter dicht geschlossen an einen gut gelüfteten Ort aufbewahren.
S7/47 Behälter dicht geschlossen und nicht bei Temperaturen über ... °C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben).
S20/21 Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.
S24/25 Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.
S29/56 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.
S36/37 Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen.
S36/39 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen.
S37/39 Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen.
S36/37/39 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille / Gesichtsschutz tragen.
S47/49 Nur im Originalbehälter bei einer Temperatur von nicht über.....°C (vom Hersteller anzugeben) aufbewahren.

#### 7.4.3.4 Gefahrensymbole

ACHTUNG: Die Gefahrstoffverordnung verwendet zum Teil andere Begriffe wie die GHS-Kennzeichnung. So spricht die Gefahrstoffverordnung beispielsweise von entzündlichen Stoffen, die GHS-Kennzeichnung aber von entzündbaren Stoffen! Außerdem sind die Einstufungskriterien, z. B. Temperaturgrenzen oder Grenzwerte für die Einstufung in Giftigkeitskategorien unterschiedlich! Für die Kennzeichnung sind die Einstufungskriterien nach der GHS-Kennzeichnung zu verwenden.

**Feuergefährliche Stoffe:**

**Entzündbare Stoffe**

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Ergänzung durch das Signalwort „Gefahr“ folgende Stoffe enthalten:

1. ein extrem entzündbares Gas oder Aerosol (z. B. Wasserstoff, Acetylen, Propan),
2. eine leicht oder extrem entzündbare Flüssigkeit (einschließlich ihres Dampfes) mit einem Flammpunkt von maximal 23 °C (z. B. Lösungsmittel wie Aceton, Ethanol, Diethylether, Benzin),
3. einen entzündbaren Feststoff,
4. einen selbzersetzlichen Stoff, der bei Erwärmung einen Brand verursachen kann (z. B. einige Peroxide),
5. einen Stoff, der sich bei Berührung mit Luft innerhalb von 5 Minuten selbst entzündet (z. B. weißer Phosphor),
6. einen Stoff, der selbsterhitzungsfähig ist und in Brand geraten kann,
7. einen Stoff, der bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickelt, die sich spontan entzünden (z. B. Natrium, Kalium).

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Ergänzung durch das Signalwort „Achtung“ folgende Stoffe enthalten:

1. ein entzündbares Gas oder Aerosol,
2. eine entzündbare Flüssigkeit mit einem Flammpunkt zwischen 23 und 60 °C,
3. einen selbzersetzlichen Stoff, der bei Erwärmung einen Brand verursachen kann,
4. einen Stoff, der in großen Mengen selbsterhitzungsfähig ist und in Brand geraten kann,
5. einen Stoff, der bei Berührung mit Wasser langsam entzündbare Gase entwickelt.

**Explosive Stoffe / Gemische und Erzeugnisse mit Explosivstoffe**

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Kennzeichnung mit dem Signalwort „Gefahr“ instabile und explosive Stoffe enthalten. Es besteht eine große Gefahr der Explosion mit Freisetzen von Feuer, einer Druckwelle, Splittern, Spreng- und Wurfstücken. Bei Kennzeichnung mit dem Signalwort „Achtung“ besteht eine Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.

**Oxidierende Stoffe**

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Kennzeichnung mit dem Signalwort „Gefahr“ folgende Stoffe enthalten:

1. oxidierende Gase, die einen Brand verursachen oder verstärken können,
2. oxidierende Flüssigkeiten, die einen Brand oder eine Explosion verursachen oder verstärken können,
3. oxidierende Feststoffe, die einen Brand oder eine Explosion verursachen oder verstärken können.

1. Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Kennzeichnung mit dem Signalwort „Achtung“ oxidierende Flüssigkeiten oder Feststoffe enthalten, die einen Brand verstärken können.

**Gesundheitsgefährdende Stoffe**

**a) Akut schädigende Stoffe**

Die so gekennzeichneten Gebinde müssen mit dem Signalwort „Gefahr“ ergänzt werden, sie können Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffe enthalten, die beim Verschlucken und/oder beim Einatmen und/oder bei Hautkontakt tödlich wirken. Die Einstufung in die Kategorien „Lebensgefährlich bei …“ bzw. „Giftig bei …“ erfolgt aufgrund der Mengen oder Konzentrationen aufgenommener Stoffe, die zum Tode führen (z. B. Letale Dosis 50, Letale Konzentration 50)

Die so gekennzeichneten Gebinde müssen mit dem Signalwort „Achtung“ ergänzt werden, sie können Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffe enthalten, die eine gesundheitsschädliche Wirkung haben.

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Ergänzung mit dem Signalwort „Gefahr“ folgende Stoffe enthalten:

2. Stoffe, die beim Einatmen Allergien, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen können,
3. Stoffe mit spezifischer Zielorgantoxizität, die nach einmaliger, wiederholter oder länger andauernder Exposition spezifische nichtletale Wirkungen auf die menschliche Gesundheit hervorrufen, also Organe schädigen, unabhängig davon, ob diese Wirkungen reversibel oder irreversibel sind, unmittelbar und/oder verzögert auftreten (z. B. Erblindung nach Einnahme von Methanol),
4. flüssige oder feste Stoffe, die beim Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein können (Stoffe mit Aspirationsgefahr),

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Ergänzung mit dem Signalwort „Achtung“ Stoffe mit spezifischer Zielorgantoxizität enthalten, die nach einmaliger, wiederholter oder länger anhaltender Exposition spezifische nichtletale Wirkungen auf die menschliche Gesundheit hervorrufen können, also Organe schädigen können, unabhängig davon, ob diese Wirkungen reversibel oder irreversibel sind, unmittelbar und/oder verzögert auftreten (z. B. Erblindung nach Einnahme von Methanol),

Die so gekennzeichneten Gebinde müssen mit dem Signalwort „Achtung“ ergänzt werden, sie können folgende Stoffe enthalten:

1. Stoffe, die bei Hautkontakt allergische Hautreaktionen verursachen können,
2. Stoffe, die die Atemwege reizen,
3. Stoffe, die Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen,

**b) Stoffe, deren toxische Wirkung sich erst nach Tagen, Wochen, Monaten oder Jahren zeigen kann**

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Kennzeichnung mit dem Signalwort „Gefahr“ folgende als CMR-Stoffe bezeichneten Stoffe enthalten:

1. cancerogende Stoffe (Stoffe, die nachweislich beim Menschen oder im Tierversuch Krebs erzeugen können = karzinogene Stoffe),
2. mutagene Stoffe (Stoffe, die nachweislich beim Menschen oder im Tierversuch vererbbare genetische Defekte verursachen können),
3. reproduktionstoxische Stoffe (Stoffe, die nachweislich beim Menschen die Fruchtbarkeit beeinträchtigen (fortpflanzungsgefährdend) oder das Kind im Mutterleib schädigen können (reproduktionstoxisch)).

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Kennzeichnung mit dem Signalwort „Achtung“ folgende als vermutliche CMR-Stoffe bezeichneten Stoffe enthalten:

1. vermutlich cancerogene Stoffe (Stoffe, die im begründeten Verdacht stehen, beim Menschen Krebs zu erzeugen zu können),
2. vermutlich mutagene Stoffe (Stoffe, die im begründeten Verdacht stehen, beim Menschen vererbbare genetische Defekte verursachen zu können),
3. vermutlich reproduktionstoxische Stoffe (Stoffe, die im begründeten Verdacht stehen, beim Menschen die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen zu können).

**Gewebe- und metallzerstörende Stoffe**

Die so gekennzeichneten Gebinde müssen mit dem Signalwort „Gefahr“ ergänzt werden. Sie können folgende Stoffe enthalten:

1. Stoffe, die schwere Verätzungen bewirken und die Haut zerstören können,
2. Stoffe, die schwere Augenschäden verursachen können,
3. Stoffe, die gegenüber Metallen korrosiv sein können.

Die so gekennzeichneten Gebinde müssen mit dem Signalwort „Achtung“ ergänzt werden. Sie können folgende Stoffe enthalten:

1. Stoffe, die Hautreizungen und –entzündungen verursachen können,
2. Stoffe, die schwere Augenreizungen verursachen können.

**Umweltgefährliche Stoffe**

Die so gekennzeichneten Gebinde können bei Ergänzung mit dem Kennwort „Achtung“ Stoffe enthalten, die sehr giftig für Waserorganismen sind, zum Teil auch mit langfristiger Wirkung.

Die so gekennzeichneten Gebinde können ohne Ergänzung mit einem Kennwort Stoffe enthalten, die giftig für Wasserorganismen sind, mit langfristiger Wirkung.

**Gase**

Die so gekennzeichneten Gebinde müssen mit dem Signalwort „Achtung“ ergänzt werden. Sie können folgende Gase enthalten:

1. verdichtetes Gas, das unter Druck steht (z. B. Stickstoff, Argon, Sauerstoff, Wasserstoff). Bei Erwärmung kann der Behälter explodieren.
2. verflüssigtes Gas, das unter Druck steht (z. B. Propan, Butan, Kohlendioxid). Bei Erwärmung kann der Behälter explodieren.
3. tiefgekühltes, verflüssigtes Gas, das Kälteverbrennungen oder –verletzungen verursachen kann (z. B. flüssiger Stickstoff, flüssiges Helium). Bei Erwärmung kann der Behälter explodieren.
4. gelöstes Gas, das unter Druck steht (z. B. Acetylen). Bei Erwärmung kann der Behälter explodieren.

Weil teilweiser noch die bisher gültigen Gefahrensymbole verwendet werden, werden diese der Vollständigkeit halber noch aufgeführt:

feuergefährliche Stoffe:

explosionsgefährlich

brandfördernd

hochentzündlich

leichtentzündlich

entzündlich (ohne Gefahrensymbol)

gesundheitsgefährdende Stoffe:

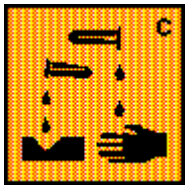
sehr giftig

giftig

gesundheitsschädlich

krebserzeugend - erbgutverändernd - fortpflanzungsgefährdend - sensibilisierend - sonst chronisch schädigend (Gefahrensymbol „Giftig“)

gewebezerstörende Stoffe:




ätzend

reizend

umweltgefährliche Stoffe:

umweltgefährlich

**7.4.4 Nicht notwendige Kennzeichnung**

Chemikalien, die sich im Arbeitsgang befinden, brauchen nicht gekennzeichnet zu werden, sofern den beteiligten Beschäftigten bekannt ist, um welche Stoffe oder Zubereitungen es sich handelt, wenn also sichergestellt ist, dass mindestens eine anwesende Person Auskunft über die verwendeten Gefahrstoffe geben kann, die sich im Arbeitsgang befinden. Ist diese Auskunftsmöglichkeit nicht gegeben, müssen mit Gefahrstoffen beschickte Apparaturen vollständig gekennzeichnet werden. Das ist z. B. der Fall, wenn der Arbeitsplatz in der Mittagspause oder abends verlassen wird.

**7.4.5 Kenzeichnung von Stoffgemischen**

Alle Gefäße, die Gemische mehrerer Stoffe (Stoffgemische) enthalten, müssen mit der Angabe aller Stoffe gekennzeichnet werden, deren Gehalt mehr als 1 Prozent des Stoffgemisches ausmachen. Zusätzlich müssen alle krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutschädigenden und sehr giftigen Gefahrstoffe angegeben werden, soweit dies bekannt ist.

**7.4.6 Kennzeichnung noch nicht geprüfter Chemikalien**

Bei noch nicht geprüften Chemikalien, neu synthetisierten Substanzen in der chemischen Forschung sowie Reaktionslösungen und Reaktionsabfällen ist von einem Gefahrstoff auszugehen, solange die Ungefährlichkeit nicht nachgewiesen wurde. Diese Stoffe sind mindestens mit einem Aufkleber „Achtung - noch nicht vollständig geprüfter Stoff“ und den P-Sätzen 260 und 262 zu kennzeichnen.

## 7.5 Aufbewahrung von Gefahrstoffen

### 7.5.1 Aufbewahrung

Alle Gefahrstoffe, die sich auf dem Gelände der Technischen Universität befinden, werden aufbewahrt. Gefahrstoffe sind so aufzubewahren, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden. Sie sollten grundsätzlich übersichtlich geordnet, verschlossen, trocken und vor Licht geschützt an einem kühlen Ort aufbewahrt werden. Auf die Kennzeichnungspflicht wird hingewiesen! In Laboratorien dürfen nur die für den Fortgang der Arbeiten notwendigen Gefahrstoffe und Gefahrstoffmengen aufbewahrt werden.

Gefahrstoffe dürfen nur übersichtlich geordnet, nicht in unmittelbarer Nähe von Arznei-, Lebens- oder Futtermitteln einschließlich der Zusatzstoffe und nicht in Gefäßen aufbewahrt werden, die üblicherweise zur Aufnahme von Speisen und Getränken benutzt werden (z. B. Getränkeflaschen, Marmeladengläser). Zum Verzehr bestimmte Lebensmittel dürfen nur so aufbewahrt werden, dass sie mit Gefahrstoffen nicht in Berührung kommen können. Sie dürfen deshalb nicht in Laboratorien aufbewahrt werden. Chemikalien sollten nach Möglichkeit in den Originalherstellerpackungen behalten werden, da die vorgeschriebenen Etiketten durch kennzeichnende Symbole, Sicherheits- und Gefahrenhinweise wertvolle Informationen liefern.

Alle Behälter, in denen Gefahrstoffe aufbewahrt werden, müssen aus geeigneten Werkstoffen bestehen. Bei der Aufbewahrung von organischen Lösungsmitteln in Kunststoffbehältern ist die Möglichkeit der Versprödung und der Diffusion zu beachten. Es ist davon auszugehen, dass Kunststoffflaschen nach ca. 5 Jahren nicht mehr verwendungsfähig sind. Aluminiumgefäße dürfen nicht für chlorkohlenwasserstoffhaltige und Glasgefäße nicht für flusssäurehaltige Stoffe bzw. Zubereitungen verwendet werden. Soweit möglich, sollten für besonders gefährliche Gefahrstoffe (z. B. Brom, Chlorsulfonsäure, Diethylether wegen des hohen Dampfdrucks und Explosionsgefahr bei Behälterbruch) kunststoffummantelte Glasflaschen oder Sicherheitskannen benutzt werden.

Gefahrstoffgebinde dürfen in Regalen, Schränken usw. nur bis zu einer solchen Höhe und so aufbewahrt werden, dass sie sicher entnommen und abgestellt werden können. Im Allgemeinen sollen Behältnisse, die nur mit beiden Händen getragen werden können, nicht über Griffhöhe (170 cm) abgestellt und entnommen werden. Vollgestopfte Regale bergen die Gefahr des versehentlichen Herunterreißens von Flaschen in sich! Chemikaliengebinde dürfen in Laboratorien nicht auf dem Fußboden abgestellt werden. Das gilt auch für leere Gebinde! Ausnahmen gelten nur in Lagerräumen, wenn die Gebinde unzerbrechlich sind (z. B. Metallfässer, Kunststoffkanister).

Gefahrstoffe und Druckgasflaschen dürfen außerhalb von Laboratorien nur in speziellen Lagerräumen oder in Sicherheitsschränken aufbewahrt werden. Die Räume und die Sicherheitsschränke müssen verschlossen sein. Flucht- und Rettungswege dürfen durch das Aufstellen von Sicherheitsschränken nicht verstellt oder übermäßig eingeengt werden. Es ist eine Mindestfluchtwegbreite von 100 cm zu gewährleisten.

Kühlschränke oder Kühltruhen dürfen nicht auf Fluren oder in Treppenräumen betrieben werden.

Chemikaliengebinde sind vor übermäßiger Erwärmung (z. B. Sonnenstrahlung, Heizung) geschützt aufzubewahren. Chemikalien, die sich unter Lichteinwirkung zersetzen oder gefährliche Stoffe bilden können (z. B. Peroxidbildung bei Ethern), müssen lichtgeschützt (mindestens in braunen Flaschen) aufbewahrt werden.

Hochentzündliche, leichtentzündliche und entzündliche Gefahrstoffe dürfen in Laboratorien nur in Gefäßen bis zu 1 Liter Volumen aufbewahrt werden. Die Anzahl und das Fassungsvermögen der

Behälter mit brennbaren Flüssigkeiten sind auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken. Zerbrechliche Gebinde (z. B. Glasflaschen) bis zu 5 Liter Volumen und unzerbrechliche Gebinde (z. B. Kunststoff- oder Metallkanister) bis 10 Liter Volumen sind zulässig, wenn sie an einem geschützten Ort aufbewahrt und gegen unbeabsichtigtes Zerstören sicher geschützt sind, wenn sie also z. B. in speziellen Haltern von Chromatographieanlagen oder in Sicherheitsschränken aufbewahrt werden. Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen über 5 l sind für brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt bis 35 °C nur geeignet, wenn sie elektrostatisch ausreichend ableitfähig sind. Bewährt haben sich handelsübliche Sicherheitsbehälter aus Edelstahl mit Flammenrückschlagsperre und Druckentlastung oder ableitfähige Kunststoffgebinde.

Für leichtentzündliche Spülflüssigkeiten im Handgebrauch dürfen grundsätzlich keine Behältnisse aus dünnwandigem Glas verwendet werden. Als Spülflüssigkeiten werden beispielsweise Aceton oder Isopropanol verwendet. Geeignet sind Spritzflaschen aus Kunststoff. Toxikologisch oder anderweitig bedenkliche Flüssigkeiten, wie etwa Chlorkohlenwasserstoffe oder Ether, sind für die Aufbewahrung in Kunststoffspritzflaschen nicht geeignet. Bei Spritzflaschen aus Kunststoff besteht die Gefahr des Nachtropfens.

Ätzende, gesundheitsschädliche und reizende Gefahrstoffe sind so aufzubewahren, dass sie dem unmittelbaren Zugriff durch Betriebsfremde nicht zugänglich sind.

Sehr giftige, giftige, krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe und Stoffe, die dem Betäubungsmittelgesetz oder dem Sprengstoffgesetz unterliegen, müssen unter Verschluss (z. B. in einem verschließbaren Schrank oder verschließbaren Raum oder in einem geöffneten Raum bei Aufsicht durch eine fachkundige Person) aufbewahrt werden. Sie dürfen nur von fachkundigen, unterwiesenen und zuverlässigen Beschäftigten ausgegeben oder verwendet werden.

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

Gefahrstoffe, die gesundheitsgefährdende Dämpfe abgeben, sind an dauerabgesaugten Orten (z. B. Sicherheitsschränke, spezielle Chemikalienschränke, Lagerräume) aufzubewahren.

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 Einwirken von Luft oder Feuchtigkeit selbst entzünden können, sind z. B. Metallalkyle, Lithiumaluminiumhydrid, weißer Phosphor.

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.

Mindestens einmal jährlich, auf jeden Fall aber nach Beendigung von Studien-, Bachelor-, Master-, Diplom-, Doktorarbeiten und ähnlichen Tätigkeiten sowie nach Praktikumsende, muss der Chemikalienbestand jedes Laboratoriums überprüft werden. Chemikalien, die nicht mehr benötigt werden, müssen aus den Laboratorien entfernt werden. Gebrauchsfähige Chemikalien sind in ein Chemikalienlager oder in einem Sicherheitsschrank zu lagern, nicht mehr gebrauchsfähige oder benötigte Chemikalien sind der Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), zur Entsorgung anzumelden.

Der Weiterverwendung von Chemikalien ist der Vorzug vor der Entsorgung zu geben. Voraussetzung für eine Weiterverwendung ist die saubere und sorgfältige Entnahme der Stoffe ohne Verunreinigung des restlichen Inhaltes.

Entleerte Behälter, die Gefahrstoffe, insbesondere brennbare Flüssigkeiten, enthielten, sind vor ihrer Entsorgung oder anderweitiger Weiterverwendung ausreichend zu reinigen. Sollen ungereinigte Gebinde entsorgt werden, sind diese unter der entsprechenden Abfallschlüsselnummer zu entsorgen. Bei der Verwendung als Abfallbehälter für Lösemittel ist auf die Gefährdung durch die explosionsfähige Atmosphäre im Inneren des Behälters zu achten. Insbesondere ungereinigte Behälter für Lösemittel können eine explosionsfähige Atmosphäre enthalten.

Bei der Aufbewahrung wird unterschieden in

1. sich im Arbeitsgang befinden
2. Bereitstellen
3. Lagern.

### 7.5.2 Sich im Arbeitsgang befinden

Chemikalien befinden sich im Arbeitsgang, wenn sie als Ausgangsstoffe oder Zwischenprodukte in laborüblichen Apparaturen und Gefäßen zum Einsatz kommen. Typische Beispiele sind

1. Zugabe von Chemikalien,
2. Rühren, Erhitzen, Kühlen von Chemikalien (-gemischen),
3. Destillationen,
4. Extrahieren, Ausschütteln,
5. Filtrieren, Absaugen,
6. alle analytischen Arbeiten, bei denen Stoffe untersucht werden,
7. Arbeiten mit strömenden Gasen,
8. Arbeiten unter Über- oder Unterdruck.

Gefahrstoffe, die sich im Arbeitsgang befinden,

1. brauchen nicht gekennzeichnet zu werden, sofern den beteiligten Beschäftigten bekannt ist, um welche Stoffe oder Zubereitungen es sich handelt, wenn also sichergestellt ist, dass mindestens eine anwesende Person über die Chemikalien Auskunft geben kann, die sich im Arbeitsgang befinden,
2. müssen vollständig gekennzeichnet werden, wenn die Person, die an der Apparatur arbeitet, nicht anwesend ist und keine weitere anwesende Person Angaben über die Chemikalien geben kann.

### 7.5.3 Bereitstellen

Bereitstellen ist das kurzzeitige vorübergehende Aufbewahren von Gefahrstoffen für längstens 24 Stunden in der für den Fortgang der Arbeiten erforderlichen Menge in der Nähe von Arbeitsplätzen, die abgefüllt, bearbeitet, transportiert, verarbeitet oder vernichtet werden sollen. Bereitgestellt wird eine Chemikalie, wenn sie sich zurzeit nicht im Arbeitsgang befindet, aber noch am selben oder folgenden Arbeitstag in einen Arbeitsprozess gegeben wird. Bereitgestellt wird eine Chemikalie z. B. dann, wenn sie

1. täglich als Vergleichssubstanz oder Lösungsmittel in der Spektroskopie eingesetzt wird,
2. in einem Laboratorium aufbewahrt wird, um noch am gleichen oder folgenden Tag für eine Synthese benutzt zu werden.

Als Bereitstellen gilt auch das Aufbewahren in Mengen von nicht mehr als 1 kg bzw. 1 Liter an Arbeitsplätzen. Er beschränkt sich außerdem auf regelmäßig oder häufig benutzte Gefahrstoffe sowie für bevorstehende Arbeiten bereitgestellte Gefahrstoffe. Bereitgestellte Chemikalien müssen vollständig gekennzeichnet sein.

### 7.5.4 Lagern

Lagern ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn die Beförderung nicht binnen 24 Stunden nach der Bereitstellung oder am darauf folgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Samstag, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktages, also in der Regel am Montagabend. Gelagert wird eine Chemikalie, die weder zurzeit noch am gleichen oder folgenden Arbeitstag benutzt wird bzw. werden wird. Gelagert werden alle Chemikalien, die

1. sich nicht im Arbeitsgang befinden oder
2. nicht bereitgestellt sind.

Chemikalien, die gelagert werden, müssen „vollständig“ gekennzeichnet werden. Chemikalien dürfen in Laboratorien grundsätzlich nicht gelagert werden! Das Lagern von Chemikalien ist nur in speziellen Lagerräumen oder Sicherheitsschränken zulässig.

#### 7.5.4.1 Lagern von Chemikalien in Etagenlagern

In zahlreichen Instituten werden so genannte „Etagenlager“ für die Lagerung von Chemikalien benutzt. Wenn die Etagenlager (und alle anderen Chemikalienlager) eine bestimmte Lagermenge überschreiten, müssen strenge Vorschriften beachtet werden. Da ab einer bestimmten Grenze z. B. Löschwasserrückhaltebecken oder Feuerlöschanlagen gefordert werden, darf diese Grenze nicht überschritten werden, sofern diese Einrichtungen nicht vorhanden sind.

Es gelten folgende Höchstmengen für Etagenlager, wobei alle dort aufbewahrten Gebinde grundsätzlich als vollständig gefüllt gewertet werden müssen:

**brennbare Flüssigkeiten:**

1. in zerbrechlichen Gefäßen (z. B. Glasflaschen) maximal insgesamt 60 Liter hochentzündliche + leichtentzündliche Flüssigkeiten,
2. in unzerbrechlichen Gefäßen (z. B. Kunststoffkanistern, Edelstahlkannen) maximal insgesamt 450 Liter hochentzündliche + leichtentzündliche Flüssigkeiten

**giftige Stoffe:**

maximal 200 kg giftige Stoffe, davon höchstens 50 kg sehr giftige Stoffe.

**brandfördernde Stoffe:**

maximal 200 kg

Das Lagern ist unzulässig, sobald einer der o. g. Werte überschritten ist. Unabhängig davon wird empfohlen, die Lagermengen möglichst gering zu halten.

### 7.6 Transport von Gefahrstoffen

Beim Transport von Gefahrstoffen können Gefährdungen durch Gase, Dämpfe, Schwebstoffe, Spritzer oder freigesetzte Gefahrstoffmengen entstehen. Zerbrechliche Chemikaliengebinde (insbesondere Glasflaschen) müssen außerhalb von Laboratorien (z. B. über den Flur oder durch das Treppenhaus) in Eimern, Tragekörben oder Tragekästen, die ein sicheres Halten und Tragen ermöglichen, oder mit Chemikalienwagen transportiert werden. Die Chemikalienwagen sollen möglichst eine Auffangwanne besitzen. Gefahrstoffe dürfen in Aufzügen nicht zusammen mit Personen transportiert werden.

Zerbrechliche Gefahrstoffgebinde müssen beim Tragen am Behälterboden unterstützt werden. Gebinde, die aus Kühlgeräten oder kalten Räumen entnommen werden, können infolge Beschlagens sehr glatt oder rutschig sein. Chemikalienflaschen dürfen nicht an ihrem Hals oder gar am Verschluss getragen werden, da Spannungen oder andere Defekte im Glas zum Abreißen des Halses führen können.

Druckgasflaschen dürfen nur auf speziellen Gasflaschenwagen mit geschlossener Sicherheitskette und nur mit aufgeschraubter Schutzkappe zur Ventilsicherung transportiert werden.

Werden Gefahrstoffe über öffentliche Wege (Straße, Eisenbahn usw.) transportiert, z. B. zum Zweck der Entsorgung, sind besondere Bestimmungen der Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE) zu beachten. Nähere Informationen erhalten Sie bei der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge.

**7.7.Umfüllen von Gefahrstoffen**

Beim Umfüllen von Gefahrstoffen können Gefährdungen durch Gase, Dämpfe, Schwebstoffe, Spritzer von Gefahrstoffen entstehen. Insbesondere das Umfüllen größerer Mengen kann zu erheblichen Gefährdungen führen. Beim Umfüllen gefährlicher Stoffe aus Fässern, Ballons, Kanistern und anderen Behältern sind geeignete Einrichtungen zu benutzen.

Bei jedem Umfüllen von Gefahrstoffen besteht die Gefahr des Verschüttens, auch auf Haut und Kleidung, des Einatmens von Dämpfen oder Stäuben und der Bildung zündfähiger Gemische. Es muss deshalb persönliche Schutzausrüstung getragen werden, die vor allen Gefahren sicher schützt, mindestens Schutzbrille, Laborkittel, lange Hose, festes Schuhwerk und geeignete Schutzhandschuhe. Vor dem Umfüllen von Gefahrstoffen muss mindestens an Hand des Etiketts überprüft werden, welche Gefahren von dem Gefahrstoff ausgehen. Auf dem Etikett befindliche Angaben über die Gefährlichkeit eines Gefahrstoffes (H-Sätze) und die angegebenen Sicherheitsratschläge (P-Sätze) sind Bestandteil dieser Betriebsanweisung und unbedingt zu beachten.

Gefahrstoffe, die gefährliche Dämpfe, Gase und Stäube abgeben können (z. B. Brom), dürfen nur unter dem Abzug umgefüllt werden. Beim Umfüllen gefährlicher Stoffe aus Fässern, Ballons, Kanistern und anderen Behältern sind geeignete Vorrichtungen (z. B. Pumpen, Ballonkipper, Sicherheitsheber, selbstschließende Ventile) zu benutzen. Damit soll ein Verspritzen oder Verschütten von Gefahrstoffen vermieden werden. Behälter in Fass- oder Ballonkippern müssen gegen das Herausgleiten beim Kippen gesichert sein.

Fässer und Kannen für brennbare 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 befinden,
2. die Druckzuleitung bei Anwendung eines Überdruckes bis 0,2 bar mit einem Manometer und einem Sicherheitsventil oder einer anderen Sicherheitseinrichtung ausgerüstet ist.

Zur Erzeugung des Überdrucks zum Abfüllen brennbarer Flüssigkeiten dürfen nur Inertgase (z. B. Stickstoff, Edelgase, Kohlendioxid) verwendet werden.

Beim direkten Umfüllen sind stets Flüssigkeits- oder Pulvertrichter zu verwenden, auch wenn die persönliche Geschicklichkeit ein subjektiv sicheres Manipulieren ohne diese Hilfsmittel zulässt. Es ist darauf zu achten, dass die Luft beim Eingießen ungehindert entweichen kann. Hierzu kann beispielsweise ein gläserner Haken zwischen Trichter und Öffnung eingehängt werden, so dass keine Blasen aus dem Trichter hochgedrückt werden. Für Feststoffe haben sich Feststofftrichter aus Kunststoff oder Glas mit angeformtem Kern bewährt, die direkt in eine Hülse eines Kolbens eingesetzt werden können.

Beim Umfüllen von Flüssigkeiten, insbesondere toxischer oder ätzender Art, ist das Unterstellen von Wannen, beim Umfüllen von Feststoffen eine Papierunterlage sinnvoll.

Die Dimensionen von Vorratsgefäß, Trichter und Auffanggefäß müssen zueinander passen. So ist z. B. das Umfüllen von 1 ml Flüssigkeit aus einer 2,5 Liter Flasche in einen 10 ml-Standzylinder kaum gefahrlos möglich! Für die Entnahme kleiner Flüssigkeitsmengen sollte stets eine genügende Anzahl von Pipetten am Arbeitsplatz verfügbar sein. Es ist unter allen Umständen verboten, Flüssigkeiten durch Ansaugen mit dem Mund zu pipettieren. Es müssen hierzu Pipettierhilfen (z. B. Peleusball) verwendet werden. Gießt man Flüssigkeiten aus einer Flasche, so ist die Flasche so zu halten, dass die Beschriftung bei waagerechter Lage oben ist, damit eventuell herunter fließende Tropfen das Etikett oder die Beschriftung nicht beschädigen. Stopfen und Verschlüsse dürfen nicht mit dem unteren Teil auf den Tisch gelegt werden, da hierbei der Tisch von der Chemikalie verunreinigt werden kann. Feste Stoffe darf man den Pulverflaschen nur mit einem sauberen Spatel oder Löffel entnehmen. Einem Gebinde entnommene Chemikalien dürfen nicht in diese zurückgegeben werden, da sonst bei Verwechslungen oder Verunreinigungen der gesamte Vorrat verunreinigt werden könnte.

Beim Umfüllen brennbarer Stoffe aus Gefäßen von mehr als 2,5 Litern sind Vorratsbehälter und zu befüllendes Gefäß auf gleichem Potential zu erden, um Zündungen infolge elektrostatischer Aufladungen zu vermeiden.

**7.8 Herstellungs- und Verwendungsverbote**

Sofern in dieser Betriebsanweisung Herstellungs- und Verwendungsverbote für bestimmte Gefahrstoffe ausgesprochen werden, gelten diese Verbote nicht für deren Entfernen und Entsorgen. Herstellungs- und Verwendungsverbote gelten insbesondere für Gefahrstoffe, die

1. krebserzeugende oder erbgutverändernde Eigenschaften haben,
2. sehr giftig oder giftig sind oder
3. die Umwelt schädigen können.

Soweit in der Gefahrstoffverordnung nicht etwas anderes bestimmt ist, gelten die Herstellungs- und Verwendungsverbote nicht für Forschungs-, Analyse- und wissenschaftliche Lehrzwecke in den dafür erforderlichen Mengen. Folgende Stoffe dürfen nicht mehr hergestellt oder verwendet werden (Gefahrstoffverordnung, Chemikalien-Verbotsverordnung):

**1.) Asbesthaltige Gefahrstoffe**

Zubereitungen und Erzeugnisse, die Asbest oder einen Massengehalt von mehr als 0,1 % Asbest enthalten, dürfen nicht mehr verwendet werden. Dies gilt nicht für

1. die Verwendung asbesthaltiger Gefahrstoffe für analytische Untersuchungen,
2. die Forschung an asbesthaltigen Gefahrstoffen,
3. Abbrucharbeiten
4. Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten an bestehenden Anlagen, Fahrzeugen, Gebäuden oder Geräten mit Ausnahme der Bearbeitung von Asbesterzeugnissen mit Arbeitsgeräten, die deren Oberfläche abtragen, wie z. B. Abschleifen, Hoch- und Niederdruckreinigen oder Abbürsten,
5. die Gewinnung, Aufbereitung und Weiterverarbeitung natürlich vorkommender mineralischer Rohstoffe, die freie Asbestfasern mit einem Massengehalt von nicht mehr als 0,1 % enthalten.

**2.) Aromatische Amine und Nitroverbindungen**

Stoffe oder Zubereitungen, die die folgenden Stoffe mit einem Massengehalt von mehr als 0,1 Prozent enthalten, dürfen nicht hergestellt und verwendet werden:

1. 2-Naphthylamin und seine Salze
2. 4-Aminobiphenyl und seine Salze
3. Benzidin und seine Salze
4. 4-Nitrobiphenyl.

**3.) Pentachlorphenol und seine Verbindungen**

**4.) Kühlschmierstoffe**
Kühlschmierstoffe, denen nitrosierende Agentien als Komponenten zugesetzt worden sind, dürfen nicht verwendet werden. Der Arbeitgeber hat sich zu vergewissern, dass den eingesetzten Kühlschmierstoffen keine nitrosierenden Stoffe zugesetzt wurden. Der Gehalt an Nitrit ist regelmäßig im Kühlschmierstoff zu kontrollieren. Weitere Informationen erhalten Sie bei der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge.

**5.) Biopersistente Fasern**
Biopersistente Fasern dürfen weder für die Wärme- und Schalldämmung im Hochbau, einschließlich technischer Isolierungen, noch für Lüftungsanalagen hergestellt oder verwendet werden.

**6.) Besonders gefährliche krebserzeugende Gefahrstoffe**
Die folgenden Gefahrstoffe dürfen nur in geschlossenen Anlagen hergestellt oder verwendet werden:

1. 6-Amino-2-ethoxynaphthalin
2. Bis(chlormethyl)ether
3. Cadmiumchlorid (in einatembarer Form)
4. Chlormethyl-methylether
5. Dimethylcarbamoylchlorid
6. Hexamethylphosphorsäuretriamid
7. 1,3-Propansulton
8. N-Nitrosaminverbindungen, ausgenommen solche N-Nitrosaminverbindungen, bei denen sich in entsprechenden Prüfungen kein Hinweis auf krebserzeugende Wirkungen ergeben hat,
9. Tetranitromethan
10. 1,2,3-Trichlorpropan
11. Dimethyl- und Diethylsulfat.

## 7.9 Schutz vor Chemikalienaufnahme in den Körper

### 7.9.1 Rangfolge von Schutzmaßnahmen
Das Arbeitsverfahren ist so zu gestalten, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Das Arbeitsverfahren ist ferner so zu gestalten, dass die Beschäftigten mit gefährlichen festen oder flüssigen Stoffen oder Zubereitungen nicht in Hautkontakt kommen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

Kann durch diese Maßnahmen nicht unterbunden werden, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe frei werden, sind die Stoffe an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle zu erfassen und anschließend ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu entsorgen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Ist auch eine vollständige Erfassung der Stoffe nicht möglich, so sind die dem Stand der Technik entsprechenden Lüftungsmaßnahmen zu treffen.

In Laboratorien wird dieses Schutzziel z. B. durch geeignete Abzüge und raumlufttechnische Anlagen erreicht, in anderen Arbeitsbereichen durch Maßnahmen wie z. B. Tischabsaugungen oder flexible Absaugvorrichtungen.

Die Anforderungen an die Lüftung können entsprechend niedriger angesetzt werden, wenn auf andere geeignete Weise die Gefährdung verringert wird, wie z. B. durch

1. Eliminierung bestimmter Stoffe aus dem Versuchsprogramm/Arbeitsverfahren,

2. Verminderung der pro Zeiteinheit anfallenden Gefahrstoffmenge vor allem durch kleiner dimensionierte Versuche oder durch Verringerung der Beschäftigtenzahl, z. B. durch Teilung eines Praktikums in mehrere Gruppen,
3. Verringerung des Anteils an Versuchen/Arbeitsverfahren mit flüchtigen Gefahrstoffen.

Ist die Sicherheitstechnik eines Arbeitsverfahrens fortentwickelt worden, hat sich diese bewährt und erhöht sich die Arbeitssicherheit hierdurch erheblich, so hat der Arbeitgeber das nicht entsprechende Arbeitsverfahren, soweit zumutbar, innerhalb einer angemessenen Frist dieser Fortentwicklung anzupassen.

Bei jedem Umgang mit Chemikalien besteht die Gefahr, dass sie in den Körper aufgenommen werden können. Dabei sind drei Aufnahmewege möglich:

1. über den Mund und Verdauungstrakt (oral),
2. über die Atemwege (inhalativ),
3. durch die Haut (dermal).

### 7.9.2 Schutz vor oraler Chemikalienaufnahme

Eine orale Chemikalienaufnahme, also eine Aufnahme über den Mund und den Verdauungstrakt, lässt sich in chemischen Laboratorien besonders leicht verhindern. Entscheidend ist,

1. in chemischen Laboratorien NICHT zu essen oder zu trinken,
2. in chemischen Laboratorien KEINE Lebensmittel aufzubewahren,
3. in chemischen Laboratorien KEINE Gefäße für Lebensmittel zu verwenden, die im Labor üblicherweise für die Aufbewahrung von Chemikalien benutzt werden,
4. Chemikalien NICHT in Gefäßen aufzubewahren, die üblicherweise für die Aufbewahrung von Lebensmitteln benutzt werden,
5. Flüssigkeiten NICHT durch Ansaugen mit dem Mund zu pipettieren,
6. sich vor dem Essen und Trinken gründlich die Hände zu waschen.

Chemikalien, die oral aufgenommen werden, bleiben oft eine Zeit lang im Verdauungstrakt, bevor sie in den Blutkreislauf aufgenommen werden. Bei Unfällen ist es deshalb notwendig, ein möglichst rasches Erbrechen auszulösen. Das gilt jedoch nicht für bewusstlose Personen und auch nicht für Säuren und Laugen, da diese Stoffe, vor allem bei Aufnahme in konzentrierter Form, Mund, Rachen und Speiseröhre verätzen können. Hier stellt das Trinken von viel Wasser zur Verdünnung die Erste Hilfe dar.

### 7.9.3 Schutz vor dermaler Chemikalienaufnahme

Die Gefährdung durch die Aufnahme von flüssigen, festen und gasförmigen Gefahrstoffen durch die Haut wird von den meisten Beschäftigten nicht erkannt oder als gering erachtet! Dabei ist gerade diese Gefahr ein Hauptproblem der Arbeitssicherheit. Die meisten Berufskrankheiten sind Hautkrankheiten!

Chemikalien, die auf die Haut gelangen, können

1. die Haut selbst schädigen (lokale Wirkung, z. B. Reizungen, Verätzungen, Verspröden der Haut),
2. nach Durchdringen der Haut den Körper an ganz anderen Stellen schädigen (systemische Wirkung),
3. gleichzeitig eine lokale und eine systemische Schädigung hervorrufen.

**Lokale Wirkung**

Die Haut stellt gegen wasserlösliche Stoffe in der Regel eine gute Schutzschicht dar, da die Hornschicht lipophile Bestandteile enthält. Schleimhäute (z. B. in der Nase, vor allem aber die Schleimhäute der Augen!) besitzen keine Hornschicht, die wirksam vor Chemikalien schützt. Gelangen

ätzende oder reizende Chemikalien auf die Haut, kann es zu Zerstörungen der Haut kommen. Als Erste Hilfe ist das ausdauernde Spülen mit Leitungswasser notwendig. Es muss bei Augen- oder Hautverletzungen mindestens 10 Minuten lang erfolgen. Von der Kontamination mit Chemikalien sind erfahrungsgemäß vor allem die Hände und das Gesicht betroffen. Vor der Kontamination schützt eine geeignete persönliche Schutzausrüstung.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine Verschmutzung der Haut auch durch Berührung mit verschmutzter persönlicher Schutzausrüstung erfolgen kann. So können z. B. Chemikalien durch die Hände aufgenommen werden, wenn die Hände am verschmutzten Laborkittel gerieben werden. Die (regelmäßige) Reinigung oder der Ersatz verschmutzter Schutzausrüstung ist deshalb unbedingt notwendig.

**Systemische Wirkung**

Chemikalien können durch die Haut aufgenommen werden und dann zu schwersten Schädigungen an ganz anderer Stelle im Körper führen (systemische Wirkung) nach Verschmutzungen der Haut mit Flüssigkeiten oder Feststoffen oder durch die Diffusion von Gasen durch die Haut. Fettlösliche Stoffe werden sehr rasch aufgenommen und gelangen dann in die Blutbahn, ohne zuvor in Stoffe mit geringerer Schadwirkung umgewandelt werden zu können. Bei hautresorptiven Stoffen ist von einer Überschreitung der zulässigen Grenzwerte auszugehen, wenn beim Umgang mit den Gefahrstoffen ein unmittelbarer Hautkontakt besteht.

### 7.9.4 Schutz vor inhalativer Chemikalienaufnahme

Wegen des Sauerstoffbedarfes des Menschen werden Stoffe, auch Gefahrstoffe, die sich in der Atemluft befinden, ständig in den Körper aufgenommen. Von Gefahrstoffen in atembarer Form gehen deshalb besonders große Gefahren aus. Gefahrstoffe in atembarer Form sind:

1. Gase,
2. Dämpfe,
3. Aerosole,
4. Stäube.

Sie werden im Folgenden als „Atemgifte“ bezeichnet. Sie können

1. die Atmungsorgane selbst schädigen (lokale Wirkung, z. B. Reizungen, Verätzungen, Lungenödeme, Lungenkrebs),
2. nach Aufnahme in das Blut den Körper an ganz anderen Stellen schädigen (systemische Wirkung),
3. erstickend wirken,
4. gleichzeitig eine lokale und eine systemische Schädigung hervorrufen.

**Gefahren durch erstickend wirkende Atemgifte**

Erstickend wirkende Atemgifte, vor allem Gase (z. B. Kohlendioxid, Stickstoff, Edelgase), werden in der Technik in großem Maße gebraucht. Sie können vom Menschen nicht wahrgenommen werden. Durch das Verdrängen von Sauerstoff können sie zu plötzlicher Bewusstlosigkeit und zum Tod führen. Akuter Sauerstoffmangel tritt vor allem dann auf, wenn große Mengen erstickender Atemgifte plötzlich freigesetzt werden, z. B. bei Unfällen mit Druckgasflaschen oder beim Transport von flüssigem Stickstoff. Druckgasflaschen mit erstickend wirkenden Atemgiften oder Behälter mit flüssigem Stickstoff dürfen deshalb niemals zusammen mit Personen in Aufzügen transportiert werden.

**Gefahren durch reizende und ätzende Atemgifte**

Reizende und ätzende Atemgifte (z. B. Schwefeldioxid, Chlorwasserstoff, Ammoniak) führen in der Regel beim Einatmen zu einem starken Hustenreiz oder Stechen in der Nase, wodurch die Aufnahme größerer Mengen in die Lunge verhindert wird. Besonders kritisch ist die Aufnahme von

solchen reizenden und ätzenden Atemgiften, die sich kaum durch Stechen in der Nase oder Hustenreiz bemerkbar machen und ihre Wirkung erst nach einiger Zeit vor allem in der Lunge entfalten. Diese Stoffe können zu Zerstörungen der Lunge führen (Lungenödem), die oft erst nach Stunden bemerkbar sind und tödlich verlaufen können Verlauf. Besonders gefährlich sind Phosgen, Chlor, Brom und nitrose Gase.

**Gefahren durch Atemgifte mit toxischer Wirkung**
Sehr giftige, giftige und gesundheitsschädliche Gase, Dämpfe, Aerosole und Stäube führen in der Regel schon in kleinen Konzentrationen zu sehr ernsten Gesundheitsschädigungen, die sehr rasch zum Tode führen können. Bekannte Beispiele für diese Atemgifte sind Kohlenmonoxid, Cyanwasserstoff (Blausäure), Arsenwasserstoff (Arsin) und Phosphorwasserstoff (Phosphin). Aber auch die Dämpfe der meisten Lösungsmittel (z. B. Diethylether, Aceton, Essigsäureethylester, Trichlormethan) können vor allem bei längerer Einwirkung hoher Konzentrationen giftig wirken. Viele dieser Stoffe wirken chronisch schädigend. So können chlorierte Kohlenwasserstoffe zu Schädigungen der Nieren und der Leber führen, Benzol kann Krebs erzeugen.

**Gefahren durch Stäube**
Stäube sind in der Regel umso gefährlicher, je kleiner die Partikel sind. Größere Partikel werden bereits in der Nase, der Luftröhre und den Bronchien aufgehalten und von dort relativ rasch wieder aus dem Körper ausgeschieden. Partikel, die die Lungenbläschen erreichen, können dort zu ernsten Erkrankungen führen. Bekannte Beispiele sind Asbest (Asbestose, Lungenkrebs) und Quarzstaub (Silikose, Zerstörung der Lungenbläschen).

Gefahren durch erbgutverändernde, krebserzeugende oder fortpflanzungsgefährdende Atemgifte
Besondere Vorsicht erfordert der Umgang mit diesen Atemgiften, da bereits durch die einmalige Aufnahme selbst kleiner Mengen irreversible Schäden hervorgerufen werden können. Dabei besteht oft eine lange Latenzzeit zwischen der Aufnahme des Atemgiftes und dem Ausbruch der Erkrankung. Der Umgang mit diesen Gefahrstoffen erfordert eine besondere Vorsicht.

### 7.10 Hinweise zum Umgang mit besonderen Gefahrstoffgruppen, Gefahrstoffgruppenspezifische Betriebsanweisungen

Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen sollten möglichst Stoffgruppen bezogen erstellt werden. Einzelstoffbezogene Betriebsanweisungen sind dann erforderlich, wenn durch die Art des Umganges ein besonderes oder zusätzliches Risiko gegeben ist. Für sehr giftige, krebserzeugende, erbgutverändernde, fortpflanzungsgefährdende, selbstentzündliche, hochentzündliche oder explosionsgefährliche Einzelstoffe können Stoffgruppen bezogene Betriebsanweisungen nur dann erstellt werden, wenn keine besonderen oder zusätzlichen Risiken durch die einzelnen Stoffe gegeben sind. Die stoffbezogenen Betriebsanweisungen müssen arbeitsbereichsbezogen erstellt werden.

Dieses Kapitel enthält Hinweise für den Umgang mit besonderen Gefahrstoffgruppen, z. B. ätzenden Stoffen, giftigen Stoffen usw. Für jede Gefahrstoffgruppe ist eine Betriebsanweisung aufgeführt, die folgende Daten enthält:

1. Bezeichnung der Gefahrstoffgruppe (z. B. ätzende Gefahrstoffe)
2. Gefahren für Mensch und Umwelt
3. Schutzmaßnahmen, Verhaltensregeln und hygienische Maßnahmen
4. Verhalten im Gefahrfall
5. Erste Hilfe
6. Sachgerechte Entsorgung

#### 7.10.1 Explosive (explosionsgefährliche) Stoffe

Oberstes Gebot ist Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz!

Explosionsgefährliche Stoffe dürfen nur in Mengen bis zu 1 g an allseitig abgeschirmten Arbeitsplätzen (z. B. Abzug mit geschlossener Frontscheibe) gehandhabt werden. Überhitzung, Schlag, Reibung, Flammennähe und Funkenbildung sind peinlichst genau zu vermeiden. Explosionsgefährliche Stoffe dürfen nicht in Glasgefäßen mit ungefetteten Schliffen aufbewahrt werden, da bereits die Zerreibung von Kristallen im Schliff ausreichen kann, eine gefährliche Explosion auszulösen. 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.

Bei Tätigkeiten mit explosiven Stoffen hat der Arbeitgeber auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung zum Schutz der Beschäftigten, anderer Personen und von Sachgütern zusätzliche besondere Maßnahmen zu ergreifen, insbesondere verfahrenstechnische, organisatorische und bauliche Schutzmaßnahmen einschließlich einzuhaltender Abstände. Die Vorschriften des Sprengstoffgesetzes und der darauf gestützten Rechtsvorschriften bleiben unberührt.

Die Herstellung von und der Umgang mit explosiven Stoffen im Sinne des Sprengstoffgesetzes ist verboten. Ausnahmen für Lehre und Forschung regelt das Sprengstoffgesetz mit Anlagen und den dazugehörigen Rechtsverordnungen. Auskünfte erhalten Sie bei der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge. Ohne die Erlaubnis von Tätigkeiten durch die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge dürfen keine Tätigkeiten mit explosiven Stoffen im Sinne des Sprengstoffgesetzes ausgeführt werden. Außerdem dürfen diese Stoffe nicht beschafft oder hergestellt werden.

Es darf nur mit geringen Mengen (<1g) explosiver Stoffe und nur an ausreichend abgeschirmten Arbeitsplätzen, z. B. im Abzug bei geschlossener Frontscheibe, gearbeitet werden. Zusätzliche Abschirmungen mit Schutzscheiben und -wänden können die Auswirkungen von Explosionen (Deflagrationen oder Detonationen) begrenzen. Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag, Reibung und gefährlicher Einschluss (Verdämmung) sind zu vermeiden. Geeignete Schutzvorkehrungen technischer, organisatorischer und personenbezogener Art sind zu treffen.

Vorräte an explosiven Stoffen und Gemischen sind so gering wie möglich zu halten. Sie sind gegen Flammen- und Hitzeeinwirkung gesichert, unter Verschluss und von den Arbeitsplätzen entfernt, möglichst in einem besonderen Raum, aufzubewahren. Eine Zusammenlagerung mit brennbaren Gefahrstoffen oder Druckgasen, auch in Sicherheitsschränken, ist verboten.

Als geeignete technische Schutzvorkehrung hat sich das Arbeiten in Abzügen bei geschlossenem Frontschieber oder an entsprechend abgeschirmten Arbeitsplätzen bewährt. Als persönliche Schutzausrüstungen haben sich Gesichtsschutzschirme bewährt, die auch den empfindlichen Hals- und Brustbereich schützen, ferner dicke Lederschürzen sowie dicke, lange Lederhandschuhe.

Durch organisatorische Maßnahmen ist die Zahl der Personen im gefährdeten Bereich auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken. Eine weitere Maßnahme ist die Minimierung der Stoffmengen, wobei zu beachten ist, dass von manchen Stoffen (zum Beispiel Stickstofftriiodid, Fulminate, Schwermetallazide oder $Se_4N_4$) auch kleinste Mengen (mg-Bereich) eine erhebliche Gefährdung bedeuten können.

Gebräuchliche explosive Stoffe sind z. B.:

1. Ammoniumnitrat
2. Ammoniumchromat, Ammoniumdichromat
3. Salze des Acetylens und seiner Derivate

4. alpha,alpha'-Azoisobutyronitril
5. Chlorstickstoff
6. Diazoniumsalze und andere Diazoverbindungen
7. 1-Hydroxybenzotriazol
8. Knallsäuresalze (Fulminate)
9. organische Nitro- und Nitrosoverbindungen
10. organische Peroxide
11. organische Persäuren, Percarbonsäuren
12. Pikrinsäure
13. Salpetersäureester
14. Silber- und Goldsalze (Azide, Acetylide)
15. Stickstoffwasserstoffsäure und ihre Salze (Azide) und Ester
16. Radikale
17. Schwermetallperchlorate

Metallpulver, die durch die Reduktion Wasserstoff enthalten, Lösungen mit einem Wasserstoffperoxidgehalt über 30 % und darin enthaltenen Schwermetallionen sowie Halogenkohlenwasserstoffe im Kontakt mit Alkalimetallen können ebenfalls zu Explosionsgefahren führen.

Mischungen oxidierender Substanzen (z. B. Nitrate, Chromate, Chlorate, Perchlorate, rauchende Salpetersäure, Nitriersäure, konz. Schwefelsäure, Wasserstoffperoxidlösungen (insbesondere bei Konzentrationen oberhalb 30 %)) mit brennbaren oder reduzierenden Stoffen können ebenfalls explosiv sein. So reagiert z. B. rauchende Salpetersäure explosionsartig mit Aceton, Ethern, Alkoholen und Terpentinöl. Die schwersten Laborunfälle an der TU sind durch solche Stoffmischungen entstanden!

Explosionsgefährlich sind auch fast alle Dampf/Luft-Gemische brennbarer Flüssigkeiten und Gase. Stäube brennbarer, aber nicht explosiver Feststoffe können ebenfalls zu Explosionsgefahren führen.

Ist die Bildung einer explosiven Atmosphäre bei Arbeiten mit brennbaren Flüssigkeiten, Gasen oder Stäuben nicht durch primäre Schutzmaßnahmen vermeidbar, sind Maßnahmen durchzuführen, die eine Entzündung verhindern. Zu diesen Maßnahmen gehört z. B. der Ersatz von brennbaren durch nicht brennbare Lösungsmittel oder durch Lösungsmittel mit einem ausreichend sicher über Raum- und Verarbeitungstemperatur liegenden Flammpunkt. Zu den Maßnahmen, die eine Bildung explosionsgefährlicher Atmosphäre in Gefahr drohender Menge verhindern, gehört z. B. das Absaugen der brennbaren Gase, Dämpfe oder Stäube an der Entstehungs- oder Austrittstelle oder das Arbeiten in Abzügen. Maßnahmen, die eine Entzündung explosionsgefährlicher Atmosphäre verhindern, sind z. B. das Vermeiden offener Flammen, der Einsatz explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel und das Vermeiden elektrostatischer Aufladungen.

Beim Arbeiten mit ammoniakalischen silbersalzhaltigen Lösungen ist zu beobachten, dass sich nach einiger Zeit ein schwarzer Niederschlag abscheidet, der teilweise aus Silbernitrid (Berthollet-sches oder Schwarzes Knallsilber) besteht. Diese bislang nicht eindeutig charakterisierte Verbindung ist im Gegensatz zum Silberfulminat (Knallsilber) praktisch nicht handzuhaben, da es bereits beim Berühren, Umrühren, Schütteln oder selbst beim Eintrocknen der Lösung heftig explodieren kann. Ammoniakalische silbersalzhaltige Lösungen müssen nach ihrer Herstellung sofort weiterverarbeitet werden.

Mit flüssigem Ammoniak bildet sich hochexplosives Silberamid, Apparatebestandteile aus Silber dürfen daher mit flüssigem Ammoniak nicht in Kontakt kommen. Auch Quecksilber bildet mit Ammoniak ein explosionsfähiges Nitrid.

Beim Umgang mit Perchlorsäure muss sichergestellt sein, dass sich nicht unkontrolliert explosionsgefährliche Perchlorate bilden können. Dies ist z. B. möglich bei einer Einwirkung von Perchlorsäure auf Holz (Labormöbel). Besonders gefährlich ist dies bei Abrauchabzügen, bei denen Perchlorsäure in das Holz eingedrungen sein könnte. Hier ist eine besondere Entsorgung erforderlich. Für das Abrauchen ist in der Regel der Einsatz von speziellen Abrauchabzügen erforderlich.

**Explosionsgefährliche, phlegmatisierte Gefahrstoffe**

Viele explosionsgefährliche Gefahrstoffe werden in phlegmatisierter Form gehandelt und müssen auch so aufbewahrt werden. Unter Phlegmatisierung versteht man die Herabsetzung der Empfindlichkeit eines Explosivstoffes gegen z. B. Schlag, Reibung, Stoß und Erschütterung durch Anteigen dieser Substanz mit Wasser oder anderen inerten Verdünnungsmitteln. Werden diese Verdünnungsmittel entfernt (z. B. durch Austrocknen), erhalten die Chemikalien ihre Explosionsgefährlichkeit zurück. Phlegmatisierte Stoffe sind regelmäßig zu kontrollieren, um eine Aufhebung der Phlegmatisierung zu verhindern.

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

EXPLOSIVE (EXPLOSIONSGEFÄHRLICHE) GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

Beispiele: Ammoniumnitrat, Dibenzoylperoxid, Azoisobutyronitril, Bleiazid, Ammoniumdichromat, Pikrinsäure, Ethylnitrat, Trinitrobenzol-Derivate

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Explosionsgefahr durch Schlag, Reibung, Feuer, Erwärmen, andere Zündquellen. Auch ohne Anwesenheit von Luft explosionsgefährlich. Höchste Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren oder brandfördernden Stoffen. Erfolgt die Explosion in einem geschlossenen Gefäß oder einem geschlossenen Raum, können die bei deren Zerstörung entstehenden Splitter oder Trümmer schwere Verletzungen bewirken. Einige der Stoffe wirken auch gesundheits- und umweltschädigend und werden durch die Haut aufgenommen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz sind Voraussetzung für sicheres Arbeiten! Geräte und Hilfsmittel stets sauber halten, da Verunreinigungen gefährliche Reaktionen bewirken können! Sicherheitsratschläge (P-Sätze) des Etiketts und sonstige Warnhinweise unbedingt beachten! Nie mit offener Flamme erwärmen. Von elektrischen Geräten, Zünd- und Wärmequellen entfernt halten. Explosionsgeschützte elektrische Geräte und funkenfreie Werkzeuge benutzen. Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen ergreifen! Bei mechanischer Bearbeitung kühlen. Jeden Kontakt mit brennbaren oder brandfördernden Stoffen vermeiden. Keine Vorräte am Arbeitsplatz aufbewahren. Sicherheitsratschlag „Feucht halten mit ...“ (vom Hersteller anzugeben) unbedingt beachten. Möglichst nur in offenen Gefäßen arbeiten! Laborkittel, Schutzbrille, Schutzschirm, Handschuhe tragen. Mit gefährlichen Mengen nur hinter Schutzscheiben (z. B. geschlossener Abzugsschieber) arbeiten!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Bei beginnenden Zersetzungsreaktionen, Geräuschen und allen ungewöhnlichen Vorkommnissen sofort alle Personen zum Verlassen des Raumes auffordern. Sofort Raum verlassen. Vorgesetzten informieren. Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen.

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen! Bei Verbrennungen mindestens 10 Minuten lang mit kaltem (Trink-) Wasser kühlen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Kein Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme
Sofort Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen!

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Ggf. ist die Rücksprache mit der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge erforderlich. Auf keinen Fall explosionsgefährliche Stoffe mit brennbaren oder brandfördernden Stoffen vermischen!

### 7.10.2 Selbstentzündliche Gefahrstoffe

Häufig benutzte selbstentzündliche Gefahrstoffe sind z. B.:

1. weißer Phosphor
2. Alkalimetalle (z. B. Kalium) bei hoher Luftfeuchtigkeit
3. Aluminiumalkyle, Zinkalkyle
4. sonstige Metallalkyle
5. GRIGNARD-Reagentien
6. niedrige Phosphane
7. Silane
8. Lithiumaluminiumhydrid
9. feinverteilte pyrophore Metalle (z. B. pyrophores Eisen)
10. Hydrierkatalysatoren wie Palladium auf Trägern oder Raney-Nickel nehmen nach Gebrauch beim Trocknen pyrophore Eigenschaften an.

Stoffe, die sich bei gewöhnlicher Temperatur 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 Arbeiten notwendig sind, während der Arbeitszeit am Arbeitsplatz befinden.

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.

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

SELBSTENTZÜNDLICHE GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

Beispiele: weißer Phosphor, Alkalimetalle (z. B. Kalium) bei hoher Luftfeuchtigkeit, Aluminiumalkyle, GRIGNARD-Reagentien, Phosphine, Zinkalkyle

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Bei Hautkontakt, Verschlucken oder Einatmen können durch diese Gefahrstoffe Brandverletzungen und Vergiftungen ausgelöst werden.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (P-Sätze) des Etiketts beachten! Gefahrstoffe dürfen nicht mit Sauerstoff/Luft in Kontakt kommen. Unter Schutzgasatmosphäre arbeiten (z. B. unter Stickstoff, Edelgasen). Sehr sorgfältiges Arbeiten ist notwendig! Jeden Hautkontakt vermeiden. Gefahrstoffe nicht einatmen und nicht verschlucken. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Vor Versuchsbeginn Feuerlöscher/Löschsand bereitstellen!
Stoffe, die sich bei gewöhnlicher Temperatur 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 Arbeiten notwendig sind, während der Arbeitszeit am Arbeitsplatz befinden. 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.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete Stoffe sofort inertisieren (bei weißem Phosphor z. B. durch Übergießen mit Wasser). Verschüttete feste Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige Stoffe mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Dabei ggf. zusätzlich Atemschutz tragen! Maßnahmen treffen, die eine erneute Selbstentzündung verhindern!

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Ggf. ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

### 7.10.3 Oxidierende (brandfördernde) Gefahrstoffe

Mischungen oxidierender Stoffe mit oxidierbaren Stoffen haben in der Vergangenheit zu den schwersten Unfällen an der TU geführt, da diese Mischungen explosiv sind!
Gebräuchliche oxidierende Gefahrstoffe sind:

1. Nitrate
2. Nitrite
3. (rauchende) Salpetersäure
4. Chlorate
5. Perchlorate
6. Chrom(VI)-verbindungen (krebserzeugend!)
7. Kaliumpermanganat
8. organische Peroxide.

Oxidierende Gefahrstoffe sind getrennt von hoch- und leichtentzündlichen, entzündlichen, selbstentzündlichen und explosionsgefährlichen Stoffen aufzubewahren.

Bitte beachten Sie, dass fein gepulverte oder flüssige oxidierende Stoffe in der Mischung mit organischen Chemikalien Brände auch dann auslösen können, wenn die Chemikalien normalerweise nicht entzündlich sind (z. B. rauchende Salpetersäure/Holz; Kaliumpermanganat/Glycerin). Mit brandfördernden Gefahrstoffen darf nicht in zerbrechlichen Gefäßen von mehr als 5 Litern Inhalt gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, z. B. das Arbeiten über einer Auffangwanne, die die austretenden oxidierenden Gefahrstoffe aufnehmen kann.

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

OXIDIERENDE (BRANDFÖRDERNDE) GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

Beispiele: Nitrate, Nitrite, Chrom(VI)-verbindungen, rauchende Salpetersäure, Perchlorate, Kaliumpermanganat, organische Peroxide, reiner Sauerstoff, Perchlorsäure, flüssige Luft.

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Oxidierende Stoffe können brennbare Stoffe entzünden und einen bestehenden Brand erheblich fördern. Bei Mischung mit entzündlichen Stoffen können sie explosive Gemische bilden.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Oberste Gebote sind Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz! Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Niemals oxidierende Gefahrstoffe mit entzündbaren (entzündliche, leichtentzündliche oder hochentzündliche) Gefahrstoffen vermischen! Feingepulverte oder flüssige oxidierende Chemikalien können in der Mischung mit organischen Materialien Brände auch dann auslösen, wenn die Chemikalien normalerweise nicht entzündlich sind (z. B. rauchende Salpetersäure/Holz; Kaliumpermanganat/Glycerin). Jeden direkten Körperkontakt vermeiden. Regelmäßig Hände und Gesicht waschen! Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen.
Verschüttete feste brandfördernde Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige brandfördernde Stoffe mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben.
Bei Mischung verschütteter brandfördernder Stoffe mit entzündlichen, selbstentzündlichen oder explosionsgefährlichen Stoffen besteht Brand- und Explosionsgefahr. Stoffe mit Adsorbentien binden oder ggf. mit Wasser verdünnen und zur Entsorgung geben. Beim Vermischen großer Mengen Feuerwehr alarmieren über Notruf 0-112.

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen. Bei Verbrennungen mindestens 10 Minuten lang mit kaltem (Trink-) Wasser kühlen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Kein Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Ggf. ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

**7.10.4 Entzündbare (hochentzündliche, leichtentzündliche und entzündliche Gefahrstoffe)**
Gebräuchliche entzündbare Gefahrstoffe sind:

1. Diethylether
2. Methanol
3. Ethanol
4. Propanole
5. Acetonitril
6. Essigsäureethylester
7. Aceton
8. Tetrahydrofuran
9. Benzin
10. Hexan
11. Toluol

Entzündbare Gefahrstoffe sind getrennt von brandfördernden, explosionsgefährlichen und selbstentzündlichen Gefahrstoffen aufzubewahren.

**7.10.4.1 Tätigkeiten mit brennbaren Stoffen**
Der Arbeitgeber hat auf Grundlage der Gefärdungsbeurteilungen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten und anderer Personen vor physikalisch-chemischen Einwirkungen zu ergreifen. Insbesondere hat er Maßnahmen zu ergreifen, um bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen Brand- und Explosionsgefährdungen zu vermeiden oder diese so weit wie möglich zu verringern. Dies gilt vor allem für Tätigkeiten mit explosionsgefährlichen, brandfördernden, hochentzündlichen, leichtentzündlichen und entzündlichen Stoffen oder Zubereitungen, einschließlich ihrer Lagerung. Ferner gilt dies für Tätigkeiten mit anderen Gefahrstoffen, insbesondere mit explosionsfähigen Gefahrstoffen und Gefahrstoffen, die chemisch miteinander reagieren können oder chemisch instabil sind, soweit daraus Brand- oder Explosionsgefährdungen entstehen können.

Zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefährdnungen muss der Arbeitgeber Maßnahmen in der nachstehenden Rangfolge ergreifen:
1. gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen, die zu Brand- oder Explosionsgefährdungen führen können, sind zu vermeiden,
2. Zündquellen, die Brände oder Explosionen auslösen können, sind zu vermeiden,
3. schädliche Auswirkungen von Bränden oder Explosionen auf die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten und anderer Personen sind zu verringern.

**7.10.4.2 Explosionsschutzmaßnahmen**
Ist die Bildung gefährlicher explosionsfähiger Gemische bei Tätigkeiten mit brennbaren Flüssigkeiten, Gasen oder Stäuben nicht durch primäre Schutzmaßnahmen vermeidbar, sind Maßnahmen durchzuführen, welche eine Entzündung verhindern. Ist dies ebenfalls nicht möglich, so sind die Auswirkungen auf ein unschädliches Maß zu beschränken. Zur Verhinderung der Bildung explosionsfähiger Atmosphäre (oder Gemische) gehört beispielsweise der Ersatz von brennbaren durch nicht brennbare Lösemittel oder die Verwendung von Lösemitteln mit einem Flammpunkt in ausreichendem Abstand über den Verarbeitungs- und Oberflächentemperaturen.

Zu den Maßnahmen, welche eine Bildung explosionsfähiger Atmosphäre (Gemische) in gefahrdrohender Menge verhindern, gehören beispielsweise das Arbeiten im Abzug oder das Absaugen brennbarer Gase, Dämpfe oder Stäube an der Entstehungs- oder Austrittstelle. Maßnahmen, welche eine Entzündung explosionsfähiger Atmosphäre (Gemische) verhindern, sind beispielsweise das Vermeiden offener Flammen, der Einsatz explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel oder das Vermeiden elektrostatischer Aufladung.

Vor Aufnahme der Arbeiten ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. In der Regel wird diese ergeben, dass die Ausweisung von explosionsgefährlichen Zonen im Labor nicht erforderlich ist und damit auf die Anfertigung eines separaten Explosionsschutzdokumentes verzichtet werden kann.

Wenn

1. die Arbeiten im Abzug ausgeführt werden und
2. mit brennbaren Flüssigkeiten bei Temperaturen oberhalb des Flammpunktes bei Normaldruck oder vermnindertem Druck gearbeitet wird und
3. mit den laborüblichen Mengen gearbeitet wird,

ist in der Regel davon auszugehen, dass sich bei vollem Abluftstrom eine ausreichende Verdünnung im Abzugsinneren einstellt und keine explosionsgefährliche Zone ausgewiesen werden muss. Es kann jedoch Tätigkeiten geben, bei denen die Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass explosionsgefährliche Zonen ausgewiesen werden müssen und damit die Verpflichtung besteht, ein Explosionsschutzdokument zu führen.

**7.10.4.3 Zündgefahren durch elektrostatische Aufladung**

Bei Tätigkeiten, bei denen Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen bestehen, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen können bestehen

1. bei brennbaren Flüssigkeiten, beispielsweise beim Umfüllen, durch schnelles Strömen in Schläuchen oder Versprühen (dies gilt auch für Abfälle brennbarer Flüssigkeiten),
2. bei brennbaren Stäuben und Granulaten, beispielsweise beim Aufwirbeln, Mahlen, Mischen, Fördern, Sieben (insbesondere in der Anwendungstechnik).

Eine geeignete Schutzmaßnahmen ist beispielsweise die Erdung leitfähiger Gefäße und Geräte. Es hat sich bewährt, für den Anschluss der Erdung leitfähiger Gefäße und Geräte (zum Beispiel Trichter, Heber, Schläuche, Aufbauten und Racks) einen gemeinsamen geerdeten Anschlusspunkt vorzusehen. Es ist hilfreich, wenn auch der Fußboden oder die Trittfläche und die Schuhe eine ausreichende Ableitung der Ladung zulassen. Dies verhindert mögliche Entladungsfunken an Stellen zündfähiger Gemische.

Beim Umfüllen elektrostatisch nicht ableitfähiger Flüssigkeiten (beispielsweise Benzin, Toluol, Einer, Schwefelkohlenstoff) sollen jeweils Geräte und Behälter kombiniert werden, die entweder nur elektrostatisch ableitfähig oder nur nichtleitfähig sind. In Behälter aus elektrostatisch nicht ableitfähigen Stoffen, beispielsweise Kunststoffbehälter, dürfen grundsätzlich keine elektrostatisch nicht ableitfähigen brennbaren Flüssigkeiten eingefüllt werden. Hiervon ausgenommen sind Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen bis 5 l, weil das eingeschlossene Volumen vertretbar klein ist. Elektrostatisch nicht ableitfähige Flüssigkeiten sind langsam und nicht im freien Fall auszugießen; der Trichter ist bis dicht auf den Boden des Gefäßes zu führen.

Hoch-, leichtentzündliche und entzündliche Flüssigkeiten bilden Dämpfe, die mit Luft explosionsgefährlich sind. Die Dämpfe sind schwerer als Luft und „kriechen“ daher auf Arbeitstischen oder am Boden entlang und können sich an ganz unvermuteter Stelle entzünden.

Entzündbare Flüssigkeiten dürfen in Kühlschränken nur dann aufbewahrt werden, wenn deren Innenraum explosionsgeschützt ist.

Entzündbare Flüssigkeiten dürfen an Arbeitsplätzen nur in Gefäßen von höchstens 1 Liter Fassungsvermögen aufbewahrt werden. Die Anzahl der Gefäße ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken. Tätigkeiten mit größeren Mengen in Laboratorien erfordern besondere Schutzmaßnahmen.

Die ungewollte Freisetzung größerer Gefahrstoffmengen durch Glasbruch kann speziell bei dünnwandigen Glasgefäßen nicht ausgeschlossen werden. Als dünnwandige Glasgefäße gelten beispielsweise Rundkolben, Stehkolben, Erlenmeyerkolben und Bechergläser. Es hat sich bewährt, dickwandige oder beschichtete Glasgeräte zu verwenden. Die Bruchgefahr kann auch durch Verwendung von Metall- oder Kunststoffgefäßen verringert werden.

Bei Arbeiten mit mehr als 3 Litern entzündbaren Flüssigkeiten in dünnwandigen, nicht bruchsicheren Glasgefäßen ist eine geeignete Auffangwanne mit einem Wabengittereinsatz oder einer geeigneten Spezialfüllung zu verwenden. Gegebenenfalls sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich. Diese können sein:

1. Arbeiten in Abzügen,
2. Verwendung explosionsgeschützter Geräte
3. Verwendung dickwandiger Glasgeräte
4. Verwendung Kunststoff ummantelter Glasgeräte
5. Installation automatischer Löschanlagen und Brandfrüherkennungssysteme

Für Laboratorien, in denen ständig größere Mengen entzündbarer Flüssigkeiten benötigt werden, ist das Abstellen in nicht bruchsicheren Gefäßen oder Behältern bis zu 5 Liter bzw. in bruchsicheren Behältern bis zu 10 Liter Fassungsvermögen an geschützter Stelle zulässig. Das ist gegeben, wenn sie z. B. in speziellen Haltern von Chromatographieanlagen oder in Sicherheitsschränken aufbewahrt werden. Die Anzahl und das Fassungsvermögen der Behälter sind auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

Ortsbewegliche Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen über 5 Liter dürfen für entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 35 °C nur verwendet werden, wenn sie elektrostatisch ausreichend ableitfähig sind, d.h. der Oberflächenwiderstand kleiner als 1011 Ohm ist.

Bei Arbeiten, bei denen Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen bestehen, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen können z. B. beim Umfüllen, durch schnelles Strömen in Schläuchen oder Versprühen bestehen. Geeignete Schutzmaßnahmen sind z. B. die Erdung leitfähiger Geräte (Trichter, Schläuche, Gefäße). Beim Umfüllen 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) von mehr als 5 Liter Inhalt dürfen keine elektrostatisch aufladbaren, nicht leitfähigen brennbaren Flüssigkeiten eingefüllt werden. Diese Flüssigkeiten dürfen nur langsam und nicht im freien Fall ausgegossen werden. Der Trichter ist bis auf den Boden zu führen, um ein Verspritzen der einlaufenden Flüssigkeit weitgehend zu vermeiden.

Ein offenes Verdampfen oder Erhitzen von entzündbaren Flüssigkeiten ist verboten. Grundsätzlich sind beim Abdampfen von entzündbaren Flüssigkeiten Kondensationseinrichtungen wie z. B. Destillationsbrücken zu verwenden. Müssen entzündbare Flüssigkeiten offen verdampft oder erhitzt werden, darf dies nur im Abzug mit geschlossenem Frontschieber erfolgen. Die Funktionstüchtigkeit des Abzuges ist durch geeignete Maßnahmen (Unterdruckwarnsystem, mindestens Wollfaden/Papierstreifen vor der Abzugsöffnung) zu kontrollieren. Austretende Dämpfe sind möglichst an der Austrittsstelle zu erfassen und direkt in einen Abluftkanal zu leiten. Als zusätzliche Schutzmaßnahme sind Zündquellen, insbesondere offene Flammen, zu vermeiden. Die Verwendung von Elektrogeräten ist auf das notwendige Minimum einzuschränken. Maßnahmen zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen sind zu treffen.

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

ENTZÜNDBARE (HOCHENTZÜNDLICHE, LEICHTENTZÜNDLICHE UND ENTZÜNDLICHE) GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

Beispiele: Diethylether, Benzin, Aceton, Methanol, Ethanol, Propanole, Toluol, Hexan, Acetonitril

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Bildung leicht flüchtiger Dämpfe, die meistens schwerer sind als Luft (Ausnahmen z. B. Erdgas, Wasserstoff, Acetylen) und explosive Dampf-Luft-Gemische bilden. Erhebliche Brand- und Explosionsgefahren für Mensch und Umwelt. Stoffe niemals in offenen Gefäßen auf Heizplatten oder mit offenen Flammen erwärmen! Stoffe wirken sehr häufig gesundheitsgefährdend bei Aufnahme durch die Haut (Spritzer) oder beim Einatmen (Dämpfe)! Die Gefahr steigt mit zunehmender Temperatur der Chemikalie (z. B. beim Destillieren) stark an. Druckgasflaschen brandgeschützt aufstellen und lagern (z. B. in Sicherheitsschränken) und nach Bedarf fest verschließen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Nach Möglichkeit nur in abgesaugten Bereichen (z. B. Abzug) arbeiten, um feuer- und explosionsgefährliche Dampfkonzentrationen in der Luft zu vermeiden. Offenes Feuer, offene Flammen (z. B. Rauchen, Bunsenbrenner) sind verboten! Funkenbildung (z. B. durch elektrostatische Aufladungen, elektrische Geräte) unbedingt vermeiden! Die meisten Explosionsunglücke entstehen durch Funkenbildung! Die Gefahrstoffmenge am Arbeitsplatz so klein wie möglich halten! Jeden direkten Körperkontakt vermeiden. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Vor dem Erwärmen auf Peroxide prüfen. Gefahrstoffe nur in dicht geschlossenen Gefäßen vor Licht geschützt aufbewahren.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete entzündbare Feststoffe zusammenkehren, verschüttete entzüdnbare Flüssigkeiten mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Nach Verschütten größerer Mengen entzündbarer Gefahrstoffe sofort alle Zündquellen abschalten, ggf. den NOT-AUS-Schalter betätigen. Im Brandfall Löschversuch mit Feuerlöscher, wenn dieses gefahrlos möglich ist. Sonst Feuerwehr alarmieren über Feuermelder oder Notruf 0-112 und Gebäude räumen lassen.

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen. Bei Verbrennungen mindestens 10 Minuten lang mit kaltem (Trink-) Wasser kühlen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Kein Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Brennbare Flüssigkeiten werden als Lösungsmittelabfälle (halogenfrei bzw. halogenhaltig, Sammelgefäße), brennbare Feststoffe werden als Feinchemikalien entsorgt. In Problemfällen ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

### 7.10.5 Mit Säuren gefährlich reagierende Gefahrstoffe

Gebräuchliche, mit Säuren gefährlich reagierende Gefahrstoffe sind:

1. Cyanide (z. B. Natriumcyanid, Kaliumcyanid)
2. Metalle (durch Freisetzen von Wasserstoff)
3. einige komplexe Hydride (z. B. Lithiumaluminiumhydrid, Natriumborhydrid)
4. Sulfide (durch Freisetzen von Schwefelwasserstoff)
5. basische Stoffe (vor allem durch eine starke Wärmeentwicklung, z. B. Natriumhydroxid)

Diese Gefahrstoffe können bei der Reaktion mit Säuren entzündbare oder giftige Gase entwickeln oder durch Verspritzen zu einer Gefährdung des Menschen führen. Auf weitere Gefahrstoffe, die bereits mit Wasser gefährlich reagieren können, wird ausdrücklich hingewiesen! Mit Säuren gefährlich reagierende Gefahrstoffe sind so aufzubewahren und zu handhaben, dass sie nicht mit Säuren in Berührung kommen können, auch nicht bei Unfällen.

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

MIT SÄUREN GEFÄHRLICH REAGIERENDE GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

**GEFAHR**

Beispiele: Natriumcyanid, Kaliumcyanid, Metalle, Natriumborhydrid

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Es bestehen erhebliche Gefahren durch die Reaktion mit Säuren. Bei der Reaktion können die Gefahrstoffe durch Verspritzen Personen gefährden. Es können entzündbare Gase (z. B. Wasserstoff) oder giftige Gase (z. B. Cyanwasserstoff, Blausäure, Schwefelwasserstoff) freigesetzt werden.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Mit Säuren gefährlich reagierende Gefahrstoffe sind so aufzubewahren und zu handhaben, dass sie nicht mit Säuren in Berührung kommen können, auch nicht bei Unfällen. Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden direkten Körperkontakt vermeiden. Nur im Abzug arbeiten! Während der Arbeit nicht mit Säuren hantieren. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste Gefahrstoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige Stoffe mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Anschließend kontaminierte Bereiche vorsichtig mit Wasser reinigen. Beim Freisetzen großer Mengen Feuerwehr alarmieren über Notruf 0-112.

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit viel Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Ggf. ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

### 7.10.6 Ätzende und reizende Gefahrstoffe

Gebräuchliche ätzende und reizende Gefahrstoffe sind z. B. konzentrierte bzw. verdünnte Säuren und Laugen:

1. Bromwasserstoffsäure
2. Essigsäure, konz.
3. Flusssäure
4. Perchlorsäure
5. Salzsäure
6. Salpetersäure
7. Schwefelsäure
8. Säurechloride (z. B. Acetylchlorid, Sulfurylchlorid, Chlorsulfonsäure)
9. Säureanhydride (z. B. Acetanhydrid, Phosphorpentoxid)
10. Amine
11. konzentrierte Ammoniaklösung
12. Kaliumhydroxid, Kalilauge
13. Natriumhydroxid, Natronlauge

Beim Verdünnen konzentrierter Säuren bzw. beim Lösen fester Alkalimetallhydroxide (z. B. Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid) für die Herstellung von Natronlauge/Kalilauge entsteht sehr viel Wärme! Deshalb immer das Wasser vorlegen und vorsichtig unter Rühren die konzentrierte Säure bzw. das Metallhydroxid zugeben.

Erst das Wasser, dann die Säure, sonst passiert das Ungeheuere!

Die schädigende Wirkung für die Haut und vor allem für die Augen ist von Laugen in der Regel höher als die von Säuren!

Mit ätzenden und reizenden Stoffen darf nicht in leicht zerbrechlichen Gefäßen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 5 Liter gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, z. B. die Benutzung von Auffangwannen.

Stoffe, die ätzende oder reizende Dämpfe abgeben (z. B. Brom, Oleum, Flusssäure), sind an Orten mit ausreichender Entlüftung aufzubewahren, z. B. in speziellen, an die Lüftung angeschlossenen Schränken für Säuren/Laugen oder Sicherheitsschränken.

Arbeiten mit wasserfreiem Fluorwasserstoff und konzentrierter Flusssäure dürfen nur unter dem Abzug vorgenommen werden. Dabei sind zusätzlich zur Schutzbrille ein Schutzschirm, lange Schutzhandschuhe, Gummischürze und erforderlichenfalls zusätzliche persönliche Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzmaske) zu tragen. Beachten Sie die besondere Betriebsanweisung für den Umgang mit Flusssäure!

Perchlorsäure oder Königswasser dürfen nur in speziellen Abzügen abgeraucht werden.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG

ÄTZENDE UND REIZENDE GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

**ACHTUNG**

Beispiele: Salpetersäure, Bromwasserstoffsäure, Flusssäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Acetylchlorid, Phosphorpentoxid, Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Ätzende und reizende Stoffe können die Haut, insbesondere auch die Augen, irreparabel zerstören. Die schädigende Wirkung von Laugen ist in der Regel höher als die von Säuren! Ätzende und reizende Stoffe können ernste Umweltschäden verursachen. Beim Verdünnen konzentrierter Säuren bzw. beim Lösen fester Alkalimetallhydroxide (z. B. Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid) für die Herstellung von Natronlauge/Kalilauge entsteht sehr viel Wärme mit Gefahr des Siedeverzuges (Verspritzen)! Deshalb immer das Wasser vorlegen und vorsichtig unter Rühren die konzentrierte Säure bzw. das Metallhydroxid zugeben.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (P-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden direkten Körperkontakt vermeiden. Laborkittel, Schutzhandschuhe aus Neopren/Gummi/Kautschuk und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Gefäße nicht offen aufbewahren. Mit ätzenden und reizenden Stoffen darf nicht in leicht zerbrechlichen Gefäßen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 5 Liter gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, z. B. die Benutzung von Auffangwannen. Stoffe, die ätzende oder reizende Dämpfe abgeben (z. B. Brom, Oleum, Flusssäure), sind an Orten mit ausreichender Entlüftung aufzubewahren, z. B. in speziellen, an die Lüftung angeschlossenen Schränken für Säuren/Laugen oder in Sicherheitsschränken. Arbeiten mit wasserfreiem Fluorwasserstoff und konzentrierter Flusssäure dürfen nur unter dem Abzug vorgenommen werden. Dabei sind zusätzlich zur Schutzbrille ein Schutzschirm, lange Schutzhandschuhe, Gummischürze und erforderlichenfalls zusätzliche persönliche Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzmaske) zu tragen. Spezielle Vorschriften für den Umgang mit Fluorwasserstoff, Flusssäure und Perchlorsäure beachten! Perchlorsäure oder Königswasser dürfen nur in speziellen Abzügen abgeraucht werden.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste ätzende und reizende Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige ätzende und reizende Stoffe mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben oder neutralisieren.

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit viel Wasser reinigen, ggf. Notdusche benutzen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Kein Erbrechen auslösen. Viel Wasser zu trinken geben (Verdünnungseffekt). Keine Neutralisationsversuche!
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Anorganische Säuren können als „anorganische Säuren, Säuregemische“, anorganische Laugen als „Laugen, Laugengemische“ entsorgt werden. Für alle anderen Verbindungen ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

### 7.10.7 Gefahrstoffe mit besonderer Gefährdung der Augen

Mit diesen Gefahrstoffen darf nur unter dem Abzug gearbeitet werden. Es ist unbedingt eine Schutzbrille, möglichst eine Korbbrille oder zusätzlich zur Schutzbrille ein Gesichtsschutz zu tragen! Beispiele:

1. Cer(III)-chlorid
2. Eisen(II)-chlorid, Eisen(III)-chlorid
3. Kristallviolett
4. Methansulfonylchlorid
5. 4-Methylbenzylchlorid
6. 2-Methylimidazol
7. Methylviolett
8. N,N-Dicyclohexylcarbodiimid
9. Naphthalin-2,3-diol
10. Natriumdisulfit
11. 2-Oxoglutarsäure
12. Rhodamin B

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

GEFAHRSTOFFE MIT BESONDERER GEFÄHRDUNG DER AUGEN

**GEFAHR**

**ACHTUNG**

Beispiele: Eisen(II)-chlorid, Eisen(III)-chlorid, Cer(III)-chlorid, Auramin, Methylviolett, Kristallviolett, Rhodamin B, Natriumdisulfit, 2-Oxoglutarsäure, Tritone, 2-Methylimidazol, N,N-Dicyclohexylcarbodiimid, Methansulfonylchlorid, Naphthalin-2,3-diol, 4-Methylbenzylchlorid

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Bei Kontakt bereits mit sehr kleinen Gefahrstoffemengen besteht die Gefahr einer ernsten Augenschädigung, die unter Umständen erst nach einer langen Zeitspanne auftreten kann.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (P-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt, insbesondere Augenkontakt vermeiden. Gefahrstoffe nicht einatmen und nicht verschlucken. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Korbbrille mit Gesichtsschutz oder Atemschutzmaske mit wirksamem Filter tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Mit diesen Gefahrstoffen darf nur unter dem Abzug gearbeitet werden. Es ist unbedingt eine Schutzbrille, möglichst eine Korbbrille oder zusätzlich zur Schutzbrille ein Gesichtsschutz zu tragen!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Dabei ggf. Atemschutz tragen!

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Ggf. ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

### 7.10.8 Sensibilisierende Gefahrstoffe

Berufsbedingte Erkrankungen, d.h. von sensibilisierenden Stoffen ausgelöste Allergien, stellen heute ein Hauptproblem im betrieblichen Gesundheitsschutz dar. Allergien führen dazu, dass Beschäftigte häufig Ihrer Arbeit nicht mehr nachgehen können. Es ist deshalb von ganz großer Bedeutung, mit sensibilisierenden Stoffen besonders vorsichtig umzugehen und sie mit der gleichen Vorsicht zu behandeln wie z. B. krebserzeugende oder giftige Stoffe.

Die sensibilisierende Wirkung von Arbeitsstoffen ist im Rahmen der arbeitsmedizinischen Betreuung von Beschäftigten, die Umgang mit diesen Stoffen haben, besonders zu beachten. Dabei sollen Beschäftigte unter Berücksichtigung ihrer individuellen Disposition gezielt über die Gefährdung und die Möglichkeit der Prävention beraten werden. Ansprechpartner dafür sind die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge und der Betriebsarzt. Durch gezielte Frühdiagnostik und geeignete Maßnahmen kann die Entwicklung ausgeprägter, nicht mehr rückbildungsfähiger allergischer Krankheiten verhindert werden.

Sensibilisierende Gefahrstoffe sind Chemikalien, die je nach persönlicher Disposition unterschiedlich schnell und stark allergische Erscheinungen auslösen können. Sensibilisierende Gefahrstoffe sind in der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe“ (http://www.baua.de/prax/ags/verz 907.htm) aufgeführt. Von einer sensibilisierenden Wirkung ist auszugehen bei folgenden Verbindungsklassen bzw. Verbindungen mit folgenden Strukturelementen sowie folgenden gebräuchlichen Gefahrstoffe wie z. B.:

1. aromatische Amine
2. Azo-Verbindungen
3. Acrylsäurederivate
4. Benzolsulfonate
5. Chrom(VI)-Verbindungen
6. Cobalt und seine Salze
7. Dicarbonsäureanhydride, z. B. Maleinsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid
8. Epoxide
9. Formaldehyd
10. Hydrazin und seine Salze
11. Hydrochinon und Derivate
12. Hydroxylamin und seine Salze
13. Isocyanate
14. Methacrylate
15. Nickel und seine Salze
16. Peroxide
17. Peroxodisulfate
18. Phenylendiamin-Verbindungen
19. Platin(IV)- und Platin(VI)-Verbindungen
20. Sulfanilsäure
21. Thiazol-Derivate
22. Triazin-Derivate
23. Trihydroxybenzol-Derivate

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

SENSIBILISIERENDE GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

Beispiele: Nickel, Kobalt, Platin, Rhodium und ihre Verbindungen; Peroxodisulfate, Isocyanate, Chrom(VI)-verbindungen, Formaldehyd, Hydrazin und seine Verbindungen, 1,4-Naphthochinon, Paraformaldehyd, Hydroxylammoniumchlorid, Diaminohexan

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT
Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Bei Hautkontakt, Verschlucken oder Einatmen können durch diese Gefahrstoffe - auch bereits nach einmaligem Kontakt! - schwere Allergien ausgelöst werden.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN
Sicherheitsratschläge (P-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt vermeiden. Gefahrstoffe nicht einatmen und nicht verschlucken. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL
Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige Stoffe mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Dabei ggf. zusätzlich Atemschutz tragen!

ERSTE HILFE
Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG
Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Ggf. ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

**7.10.9 Gefahrstoffe mit der Gefahr kumulativer Wirkungen**

Diese Gefahrstoffe werden vom Körper aufgenommen, aber nur sehr langsam oder gar nicht abgebaut oder ausgeschieden. Durch die wiederholte Aufnahme kleinster Mengen kann sich der Stoff so sehr im Körper anreichern, dass es zu schweren Gesundheitsstörungen kommen kann. Beispiele:

1. Anisidine
2. Schwermetalle und sonstige giftige Metalle und ihre Verbindungen (z. B. Blei, Cadmium, Quecksilber, Selen, Thallium, Nickel, Arsen)
3. Bromaniline und Chloraniline (alle Isomere)
4. Alkylaniline und Dialkylaniline (z. B. Methylanilin, Diethylanilin und Dimethylanilin, alle Isomere)
5. aromatische Nitroverbindungen (z. B. Nitroanilin, Nitrobenzol, Nitrophenol, Nitrotoluol, alle Isomere)
6. aromatische Dinitroverbindungen (z. B. Dinitroaniline, Dinitrobenzole, Dinitrophenole, Dinitro-toluole, alle Isomere)
7. Diphenylamin
8. Phenetidine

GEFAHRSTOFFSPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNG

GEFAHRSTOFFE MIT DER GEFAHR KUMULATIVER WIRKUNGEN

Beispiele: Blei, Cadmium, Quecksilber, Thallium, Uran, Selen und ihre Verbindungen; Dialkylaniline, Nitrobenzol und substituierte Nitrobenzole, Dinitrobenzol und substituierte Dinitrobenzole, Brom- und Chloraniline, Dichloraniline, Diphenylamin, Anisidine, Phenetidine.

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Diese Gefahrstoffe werden vom Körper aufgenommen, aber nur sehr langsam oder gar nicht abgebaut oder ausgeschieden. Durch die wiederholte Aufnahme kleinster Mengen kann sich der Stoff so sehr im Körper anreichern, dass es zu schweren Gesundheitsstörungen kommen kann. Bei wiederholtem Kontakt bereits mit sehr kleinen Gefahrstoffmengen besteht die Gefahr einer ernsten Gesundheitsschädigung, die erst nach einer langen Zeitspanne auftreten kann. Gefahrstoffe mit der Gefahr kumulativer Wirkungen dürfen nicht in die Umwelt gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (PS-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt vermeiden. Gefahrstoffe nicht einatmen und nicht verschlucken. Mit Gefahrstoffen mit der Gefahr kumulativer Wirkungen nur im Abzug hantieren. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Dabei ggf. Atemschutz tragen!

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Ggf. ist die Rücksprache mit Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erforderlich.

### 7.10.10 Umweltgefährdende (Umweltgefährliche) Gefahrstoffe

Diese Gefahrstoffe dürfen nicht in die Umwelt gelangen, weder in flüssiger, noch in gasförmiger noch in fester Form! Beispiele:

1. 4-Amino-3-fluorphenol
2. Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs) allgemein
3. chlorierte Kohlenwasserstoffe (z. B. Lindan, Tetrachlormethan, 1,1,1-Trichloreethan)
4. Schwermetalle und andere giftige Metalle aller Art einschließlich ihrer Verbindungen

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG

UMWELTGEFÄHRDENDE (UMWELTGEFÄHRLICHE) GEFAHRSTOFFE

**GEFAHR**

Beispiele: Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), 4-Amino-3-fluorphenol, 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlormethan, Schwermetalle wie Cadmium, Nickel, Blei, Quecksilber

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (H-Sätze) des Etiketts beachten! Bereits sehr kleine Gefahrstoffmengen, die in die Umwelt gelangen, können zu einer ernsten Schädigung der Umwelt führen. Schädigungen von Menschen sind ebenfalls zu befürchten.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (P-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt, insbesondere Augenkontakt vermeiden. Gefahrstoffe nicht einatmen und nicht verschlucken. Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Gefahrstoffe nicht in die Umwelt gelangen lassen!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Dabei ggf. Atemschutz tragen!

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Wasser, Seife oder Polyglycolen (z. B. Roticlean) reinigen, ggf. Notdusche benutzen.
Augen: Unter fließendem Wasser (Augennotdusche) mindestens 10 Minuten lang spülen, anschließend sofort zum Augenarzt.
Verschlucken: Erbrechen auslösen.
Einatmen: Frischluft, Ruhe, Wärme.
In schweren Fällen Notarzt über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Möglichst Chemikalienflasche/Etikett/Erbrochenes mitnehmen.

SACHGERECHTE ENTSORGUNG

Siehe Kapitel 9 der allgemeinen Betriebsanweisung. Die Entsorgung darf nur durch die Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), erfolgen. Gefahrstoffe niemals in das Abwasser oder in den Restmüll geben. Stoffe nicht verdampfen lassen.

## 8 Allgemeine Labortätigkeiten

Die wöchentlichen Arbeitstage in den Laboratorien sind Montag bis Freitag; ausgenommen sind gesetzliche Feiertage. Die Arbeitszeiten in den Laboratorien sind vom Institut einzusetzen.

In diesen regelmäßigen Arbeitszeiten ist mit ausreichender Wahrscheinlichkeit gewährleistet, dass Personen anwesend sind, die bei Unfällen Erste Hilfe leisten und weitere Hilfe holen können. Außerhalb dieser Arbeitszeiten sind Labortätigkeiten nur zulässig, wenn sich eine zweite Person in der Nähe befindet und diese Person denjenigen regelmäßig kontrolliert, der Labortätigkeiten ausführt. Der Arbeitgeber ist für die Überwachung dieser Vorschrift verantwortlich!

Bei Arbeitsende sind alle Wasser, Gas- und Dampfhähne zu schließen und alle Netzstecker zu ziehen. Soweit möglich sind auch die Haupthähne abzusperren und die Hauptschalter (z. B. Not-Aus) auszuschalten. Ausnahmen gelten nur, wenn Geräte ununterbrochen weiter betrieben werden müssen.

Alle Experimente müssen sorgfältig geplant und vorbereitet werden. Dazu gehört die Überlegung, ob ein Experiment in der vorgesehenen Arbeitszeit tatsächlich durchgeführt werden kann. Ist dies nicht der Fall, muss im Voraus festgelegt werden, an welchen Stellen der Versuch gefahrlos unterbrochen werden kann. Die Verfügbarkeit aller benötigten Chemikalien und Geräte muss vor Beginn eines Versuches sichergestellt sein. Die Suche nach fehlendem Material führt insbesondere in schwierigen Phasen eines Versuches unweigerlich zu Hektik und damit zu einem erhöhtem Sicherheitsrisiko. Wenn man einen Versuch bereits am Vortag vorbereitet, gewinnt man Zeit und Flexibilität.

Ist es notwendig, einen Versuch über längere Zeit oder über Nacht unbeaufsichtigt laufen zu lassen, müssen geeignete Sicherheitsvorkehrungen vom Arbeitgeber getroffen werden. Besondere Vorschriften für Versuche, die unbeaufsichtigt und/oder über Nacht laufen und nur in Dauerversuchsräumen durchgeführt werden dürfen, enthält Kapitel 8.17.

Personen, die Versuche durchführen, dürfen ihren Arbeitsplatz nur dann verlassen, wenn eine dauernde Überwachung der Versuche nicht erforderlich ist oder ein anderer Beschäftigter, der über den Ablauf der Versuche unterrichtet ist, die Überwachung übernimmt. Die Platznachbarn sind immer über laufende Versuche und mögliche Gefahren zu informieren.

Zeigen sich im Verlauf einer chemischen Reaktion oder einer Destillation durch plötzliches Aufschäumen 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. Dazu sind z. B. NOT-AUS-Schalter zu benutzen!

### 8.1 Arbeiten im Abzug

Grundsätzlich ist zu verhindern, dass Gefahrstoffe bei chemischen Versuchen und bei ihrer Vorbereitung in solchen Mengen in die Luft gelangen können, dass Arbeitsplatzgrenzwerte oder biologische Grenzwerte überschritten werden und dadurch eine gesundheitliche Schädigung der Beschäftigten zu befürchten ist. Dies ist z. B. durch Benutzung von geschlossenen Apparaturen, der direkten Verbindung der Öffnung einer Apparatur mit einer Absaugung oder im Regelfall durch Arbeiten im Abzug möglich. Zur Emissionsminderung sind möglichst auch im Abzug austretende Schadstoffe an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle zu erfassen und zu beseitigen, beispielsweise durch Absorption in einem Gaswaschturm. Die richtige Nutzung eines Abzuges schützt im Labor tätige Personen vor unnötigen Expositionen mit Gefahrstoffen. Der Abzug funktioniert umso besser, je tiefer der Frontschieber heruntergezogen ist. Der wirksamste Schutz ist bei geschlossenem Frontschieber gegeben.

Tätigkeiten, bei denen Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe in gefährlicher Konzentration oder Menge auftreten können (z. B. bei der Verwendung von hoch- und leichtentzündlichen, sehr giftigen, giftigen, reizenden, krebserzeugenden, erbgutschädigenden und fortpflanzungsgefährdenden Gefahrstoffen), dürfen nur in einem Abzug ausgeführt werden. Das gilt auch für Umfüll-, Wäge- und Reinigungsvorgänge. Der Frontschieber ist bei solchen Tätigkeiten geschlossen zu halten. Bei geöffnetem Frontschieber darf nur in begründeten Ausnahmefällen nach einer Beurteilung der Gefährdungen gearbeitet werden, da bei geöffnetem Frontschieber das Rückhaltevermögen deutlich vermindert und damit der Schadstoffaustritt höher sein kann. Zudem wird der Benutzer des Abzuges dann nicht gegen verspritzende gefährliche Stoffe oder umherfliegende Glassplitter geschützt.

Das Arbeiten im Abzug vermeidet im Allgemeinen das Auftreten unzulässig hoher Expositionen im Labor. Mit giftigen und sehr giftigen Stoffen ist nach Möglichkeit in geschlossenen Laborapparaturen im Abzug oder vergleichbaren Einrichtungen zu arbeiten. Neben verfahrensbedingten Freisetzungen im Abzug werden hier in der Regel auch Freisetzungen bei Störungen und Havarien sicher beherrscht. Die Beherrschbarkeit kann insbesondere durch die freisetzbare Menge, die Stoffeigenschaften und das angewandte Verfahren begrenzt werden. Solche Freisetzungen können beispielsweise die Dämpfe sein, die beim Umfüllen eines Lösemittels auftreten, Nanopartikel, die bei der Bearbeitung eines Compound-Werkstoffs aus der Matrix gerissen und freigesetzt werden, oder eine Gaswolke, die beim Undichtwerden einer Schliffverbindung austreten kann.

Außerhalb der Abzüge dürfen Tätigkeiten, 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 Beschäftigte durch diese Stoffe ausgeschlossen ist.

Der Abzug bietet weiterhin Schutz gegen Substanzen, die in Folge zu heftiger Reaktion, einer Explosion, einer Implosion oder eines Siedeverzuges freigesetzt werden. Voraussetzung ist, dass man den Abzug wie vorgeschrieben in geschlossenem Zustand durch das Arbeitsfenster bedient bzw. bei Abzügen älterer Bauart den Abzugsschieber (Frontscheibe) so weit wie möglich herunterzieht. Der Kopf des Beschäftigten sollte immer durch die Scheibe geschützt sein!

Abzüge, die nicht benutzt werden, sind aus Gründen der Energieeinsparung auszuschalten.

In Abzügen dürfen nur die Chemikalien vorhanden sein, die für die Versuchsdurchführung unbedingt benötigt werden. Die Aufbewahrung von Chemikalien in einem Abzug ist nur dann zulässig, wenn in dem Abzug keine Arbeiten durchgeführt werden.

Das Einbringen von korrosiven Gasen, Dämpfen und Nebeln kann besonders bei Blechkanälen zur Korrosion und zum Undichtwerden beitragen, Sensoren und Klappen werden beschädigt. Neben der Vermeidung des Einbringens können in begründeten Fällen auch Wäscher das Abluftsystem schützen. Bei Perchlorsäureabzügen sind effiziente Spüleinrichtungen für die Kanäle auch hinter Wäschern erforderlich. Solche Kanäle sollen auf möglichst kurzem Weg aus dem Gebäude führen. Perchlorsäure darf nur in speziellen Perchlorsäureabzügen abgeraucht werden, da sich Perchlorsäure mit organischen Stoffen zu explosionsfähigen Verbindungen verbindet. Beim Abrauchen von Perchlorsäure muss die Wasserberieselung im Abzugskanal eingeschaltet sein. Insbesondere bei Perchlorsäureabzügen ist die Spalt- und Rissfreiheit der Abzüge von besonderer Bedeutung, damit keine Perchlorsäure unerkannt in oxidierbare Teile des Korpus (Spanplatte) gelangen kann. Die Abzüge müssen gut zu reinigen sein. Beachten Sie unbedingt die spezielle Bedienungsanleitung der Perchlorsäureabzüge! Sondervorschriften für Schwefelsäure, Flusssäure, Schwefelwasserstoff finden sich in der DIN 12924 Teil 2!

Beim Aufbau von Apparaturen in Abzügen ist darauf zu achten, dass die Strömungsverhältnisse möglichst wenig beeinflusst werden. Das kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass ein mindestens 5 cm hoher freier Raum für eine Luftströmung unter der Apparatur gelassen wird. Ausreichende Abstände zu den Abluftöffnungen der Abzugsrückwand sind einzuhalten. Auf ausreichenden Abstand zum Frontschieber (mindestens 10 cm) ist zu achten, um die Strömungsverhältnisse nicht negativ zu beeinflussen. Außerdem ist es notwendig, einen nicht zu geringen Abstand zu den Abluftöffnungen einzuhalten. Keinesfalls dürfen Abluftöffnungen zugestellt werden. Am besten werden Apparaturen in der Mitte des Abzuges aufgebaut.

Brandschutzwannen oder Sandbäder müssen standsicher aufgebockt werden. Bei Brandschutzwannen ist auf ausreichenden vertikalen Abstand zur Apparatur zu achten.

Einstellungen am Volumenstrom und an der Alarmierung von Abzügen dürfen ausschließlich durch hierfür sachkundige und hierzu vom Arbeitgeber autorisierte Personen verändert werden.

Weitere geeignete Maßnahmen zur Expositionsverminderung sind außer der Benutzung eines Abzuges in Abhängigkeit von den Aggregatzuständen und gefährlichen Eigenschaften der Stoffe beispielsweise die Verwendung von Sicherheitswerkbänken, geschlossenen (vakuumdichten) Apparaturen, Gloveboxen, nachgeschalteten Kühlfallen oder Gaswäschern. Auch wirksame Quellenabsaugungen (örtliche Absaugung) können zur Expositionsminimierung beitragen.

**8.2 Labor- und Ultrazentrifugen**

Es dürfen nur Zentrifugen verwendet werden, die nur bei verschlossenem Gehäusedeckel betreiben werden können. En Öffnen des Deckels darf bei laufender Zentrifuge ncht möglich sein. Zentrifugen müssen langsam Stufe um Stufe hinauf- oder heruntergeschaltet werden. Bei ungewohnten Geräuschen ist sofort abzuschalten und nach Stillstand des Motors nachzusehen, woher die Geräusche gekommen sind.

Labor- und Ultrazentrifugen müssen so aufgestellt sein, dass sie sicher betrieben werden können. Das ist z. B. gegeben, wenn sie auf einer geeigneten, ebenen Fläche aufgestellt und um die Zentrifuge ein Freiraum von mindestens 30 cm eingehalten wird. Beim Betrieb von Ultrazentrifugen ist darauf zu achten, dass abfliegende Teile sicher aufgefangen werden. Ist eine Verkleidung aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich und eine fangende Schutzeinrichtung nicht vorhanden, so ist die Zentrifuge in einem besonderen Raum (Schutzkammer) aufzustellen, der nur bei Maschinenstillstand betreten werden kann. Bei der Aufstellung von Zentrifugen ist auf die Lärmbelastung zu achten.

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

Auf die besonderen Gefahren bei Tätigkeiten mit leicht- und hochentzündlichen Stoffen ist zu achten (Explosionsgefahr). Im Innenraum nicht ausreichend gegen explosionsfähige Atmosphäre geschützte Geräte sind mit Inertisierung zu betreiben. Für den Fall fehlender Inertisierungsanschlüsse kann die Zentrifuge hilfsweise durch Füllen und Spülen mit Argon oder einem anderen schweren Inertgas inertisiert werden. Hierzu wird die Zentrifuge bei weitgehend geschlossenem Deckel über einen Schlauch bei bekanntem Volumenstrom für eine zuvor bestimmte und festgelegte Zeit gespült und anschließend sofort verschlossen.

Bei Zentrifugen, die ortsveränderlich aufgestellt werden können, soll die Betriebsanweisung auch Angaben über die Aufstellung enthalten, z. B. bei Laborzentrifugen auch Angaben über die Einhaltung des Freiraumes.

Zentrifugen sind gemäß ihrer Bedienungsanleitung regelmäßig zu warten.

**8.3 Apparate zur Schmelzpunktbestimmung**

Als Badflüssigkeiten eignen sich z. B. Silikonöle. Zu empfehlen ist die Benutzung von Metallblock- oder elektrisch beheizten Flüssigkeitsschmelzpunktsbestimmungsapparaten. Die Verwendung konzentrierter Schwefelsäure ist verboten.

**8.4 Umgang mit Glasgeräten**

Apparaturen im chemischen Laboratorium bestehen überwiegend aus Glas. Bei allen Vorteilen, die dieses Material für das chemische Arbeiten bietet, birgt es durch seine mechanische Verletzlichkeit auch Gefahren. Verletzungen an zerbrochenen Glasgeräten mit z. T. erheblichen Schnittwunden bilden daher die Kategorie der häufigsten Laborunfälle. Oberstes Gebot beim Umgang mit Glasgeräten ist es daher, alle Glasgeräte vor der Benutzung auf Unversehrtheit zu prüfen und jegliche Gewaltanwendung zu vermeiden. Beim Bearbeiten von Glas müssen Lederhandschuhe mit Stulpen oder eine entsprechende andere Schnittschutzkleidung getragen werden.

Glasapparaturen und -bauteile werden in der Regel aus Borosilicatglas 3.3 gefertigt. Die Bruchgefahr steigt mit der Temperaturdifferenz im Glas, ganz besonders stark jedoch durch Beschädigungen oder Fehler im Glas. Glasapparaturen und -bauteile müssen daher vor jeder Benutzung auf visuell erkennbare festigkeitsgefährdende Beschädigungen und Fehler kontrolliert werden. Defekte Glasgeräte sind zu reparieren oder zu ersetzen und dürfen nicht verwendet werden. Glasgeräte sind defekt, wenn sie einen Sprung oder ein „Sternchen“ besitzen oder Glasteile abgesplittert sind.

Glas bricht leicht, daher sind Glasgeräte immer kurz anzufassen (kurzer Hebelarm). Herausragende Glasenden (T-Stücke, Krümmer an Kühlern etc.) dürfen nicht als Hebelarm benutzt werden. Scharfe Kanten von Glasgeräten, z. B. von Glasrohren oder Glasstäben, sind mit Hilfe eines Gasbrenners (z. B. Bunsenbrenner) rund zu schmelzen.

Zum gefahrlosen Einführen und Herausziehen von Glasteilen (z. B. Glasrohre, Glasstäbe, Thermometer) in oder aus Stopfen, Schläuchen und ähnlichem sind die Hände und Handgelenke durch dicke Tücher oder Lederhandschuhe mit Stulpen zu schützen. Zum Einführen und Herausziehen sind die ineinander zu schiebenden Teile mit einem Gleitmittel (z. B. Glycerin, Paraffinöl) zu schmieren. Die Glasteile müssen möglichst dich am Stopfen angefasst und unter leicht drehenden Bewegungen ineinander geschoben werden. Diese Gegenstände dürfen niemals gegen den Körper oder auf eine Unterlage gedrückt werden.

Zur Vermeidung von Schnittverletzungen sind vorteilhaft Schraubverbindungen einzusetzen.

Vor Glasbläserarbeiten sind die Geräte sorgfältig zu reinigen und zu trocknen.

Mit Gefahrstoffen mit einer Menge von mehr als 5 Litern darf nicht in dünnwandigen Glasgefäßen (z. B. Rundkolben, Erlenmeyerkolben) gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden (z. B. eine nahtlose Kunststoffummantelung des gesamten Gefäßes).

**8.5 Glasbläserarbeiten**

Vor Glasbläserarbeiten sind Geräte sorgfältig zu reinigen und zu trocknen. Rückstände von Chemikalien in zu reparierenden Glasgeräten können durch Hautkontakt, durch Kontakt mit den Lippen beim Glasblasen oder durch Verdampfen und Einatmen die Gesundheit des Glasbläsers gefährden. Rückstände brennbarer Stoffe, insbesondere von Lösemitteln, die zum Durchspülen einge-

setzt wurden, können zur Explosion führen. Eine Glasbearbeitung mit Flusssäure bedarf besonderer Umsicht.

### 8.6 Arbeiten bei erhöhter Temperatur, Erwärmen

Chemische Reaktionen bilden ein besonderes Gefahrenpotential, wenn bei erhöhter Temperatur gearbeitet wird. Das gilt insbesondere dann, wenn brennbare Lösungsmittel erhitzt werden. Es ist unverzichtbar, dass alle beheizten Apparaturen mit brennbarem Inhalt mit Rückflusskühlern zum Rückhalten oder Destillationsaufsätzen zum Kondensieren flüchtiger brennbarer Stoffe versehen sind.

Sollen Reaktionen bei erhöhter Temperatur, z. B. in der Siedehitze, durchgeführt werden, muss die Wärmezufuhr mit geeigneten Heizgeräten erfolgen. Das sind z. B. elektrisch beheizte Öl- und Wasserbäder, Heizhauben („Heizpilze“), Heißluftgeräte, aber niemals Bunsenbrenner beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten.

Zur Wärmeisolation heißer Teile an Apparaturen dürfen keine leicht entflammbaren Materialien verwendet werden. Leicht entflammbares Isolationsmaterial (beispielsweise Styropor, Karton oder Papiertücher) ist wegen Brandgefahr nicht geeignet. Ein Brand kann bereits bei leichter Benetzung mit einer brennbaren Flüssigkeit, beispielsweise Mineralöl, durch Selbstentzündung auftreten. Bitte beachten Sie, dass auch faserförmige Asbestersatzstoffe (z. B. Keramikfasern, Glaswolle) ein krebserzeugendes Potential besitzen können. Solche Ersatzstoffe können beispielsweise in Hochtemperaturöfen vorkommen.

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 Glasgeräten aus Borosilicatglas 3.3 nach DIN ISO 3585 sollen Temperaturdifferenzen von 140 °C nicht überschritten werden. Höhere Temperaturdifferenzen bewirken eine höhere Bruchwahrscheinlichkeit, so dass hier zusätzliche Maßnahmen für den Fall des Bruchs getroffen werden müssen. Dieser Glastyp kann mit Maximal-Temperaturen von 500 °C beaufschlagt werden, wenn die Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeiten nach Herstellerangabe beachtet werden und der Temperaturwechsel möglichst gleichmäßig erfolgt. Werden Apparateteile hoch erhitzt, beispielsweise Reaktionsrohre in einem Rohrofen, so können die auftretenden Spannungen im Glas dadurch verringert werden, dass durch eine kurze Isolierung neben der Heizzone der Temperaturgradient verringert wird. Bei sehr schnellem Abkühlen (Kühlbäder) sollen Geräte aus Borosilicatglas 3.3 nicht tiefer als bis auf -80 °C gekühlt werden.

#### 8.6.1 Temperaturregelung

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. Diese zusätzliche Temperaturbegrenzung verhindert, dass Bäder überheizen oder Chemikalien bis zur Entzündung gebracht werden und unbemerkt ein Feuer ausbricht.

#### 8.6.2 Heizgeräte

Heizgeräte sind immer standfest und kippsicher aufzubauen. Das Heizgerät und der zu heizende Apparaturteil müssen jederzeit rasch und gefahrlos von einander getrennt werden können, ohne dazu Änderungen an der Apparatur vornehmen zu müssen. Deshalb muss seine Höhe jederzeit gefahrlos einzustellen sein. Für das Einstellen der Höhe unter der Apparatur haben sich Laborhebebühnen („Laborboys“) bewährt. Stativringe sind zur Höheneinstellung verboten. Distanzklötze und Ähnliches lassen in der Regel die nötige Standfestigkeit vermissen, um bei einem versehentlichen Anstoßen zu verhindern, dass sich die heiße Badflüssigkeit über den Tisch und möglicherweise auch über Körperteile ergießt. Sie sind deshalb ebenfalls verboten.

Bei Arbeiten an Apparaturen, die auf höhere Temperaturen erwärmt sind, müssen geeignete Handschuhe bereitliegen, um ein gefahrloses Arbeiten an den erwärmten Gegenständen zu ermöglichen. Zum Beheizen von Flüssigkeitsbädern und anderen Laboratoriumsapparaturen sind elektrische betriebene Heizeinrichtungen zu verwenden. Ist die Beheizung mit einer Gasflamme nicht zu vermeiden, muss die Gasflamme ständig durch einen Beschäftigten überwacht werden.

### 8.6.3 Gasbrenner (Bunsenbrenner, Kartuschenbrenner)

Gasbrenner (Bunsenbrenner) dürfen nur mit DVGW-geprüften Laborschläuchen betrieben werden. Ausgenommen hiervon sind Kartuschenbrenner. DVGW-geprüfte Schläuche bieten eine für Laboranforderungen ausreichende Beständigkeit und Belastbarkeit sowie Dichtheit. Ihre Durchmesser sind auf die genormten Schlauchtüllen an den Gasbrennern so abgestimmt, dass ausreichende Dichtheit auch ohne weitere Hilfsmittel erzielt wird. Auf gesicherte Standfestigkeit des Brenners ist zu achten. Nicht DVGW-geprüfte Schläuche, beispielsweise Kühlwasserschläuche, sind für den Anschluss von Gasbrennern ungeeignet. Die Schläuche sind regelmäßig zu überprüfen. Defekte und poröse Schläuche müssen ausgewechselt werden. Gasbrenner müssen ständig überwacht werden, da sonst bei Erlöschen der Flamme große Gasmengen in das Laboratorium austreten können (Explosionsgefahr)! Gasbrenner dürfen nicht vollständig absperrbar sein, da kein Gas unter Druck in dem Gasschlauch zwischen Absperrventil und Laborbrenner nach Abstellen des Brenners verbleiben soll. Werden Gasbrenner nicht mehr benötigt, so ist die Gasversorgung durch Schließen der Gasentnahmearmatur am Labortisch bzw. Abzug zu unterbrechen.

Bei Kartuschenbrennern muss der Brenner vollständig absperrbar sein. Die Menge der am Arbeitsplatz bereitgehaltenen Kartuschen ist möglichst gering zu halten, eine Reservekartusche ist in der Regel ausreichend. Vorteilhaft werden die Reservekartuschen in einem Sicherheitsschrank oder in einem separaten Lagerraum aufbewahrt, so dass es im Brandfall nicht zu einer erhöhten Gefährdung kommen kann. Empfohlen werden Ventilkartuschen. Bewährt haben sich Sicherheitsbrenner mit Zündsicherung und automatischer Gasabschaltung. Brenner mit Sensorschaltung sollten gegen unbeabsichtigtes Einschalten gesichert sein.

Gasbrenner (z. B. Bunsenbrenner) dürfen nur zum Erwärmen von Wasser in größeren Gefäßen, z. B. Metalltöpfen oder Bechergläsern, benutzt werden. Reagenzgläser dürfen wegen der hohen Gefahr eines Siedeverzuges nicht mit einem Gasbrenner erwärmt werden. Sollen Reaktionsgefäße, die eine brennbare Flüssigkeit enthalten, im Wasserbad, Sandbad oder über einem Drahtnetz erwärmt werden, darf dazu niemals ein Gasbrenner benutzt werden, da sich beim Bruch des Reaktionsgefäßes die auslaufende Flüssigkeit sofort entzünden würde. Bei elektrisch beheizbaren Öl- oder Wasserbädern ist die Gefahr weit geringer. Anstelle von Asbest- und Keramikfaser-Drahtnetzen auf Dreibeinen sind Glaskeramikplatten einzusetzen. Diese sollen bei Beschädigungen der Ränder wegen der dadurch erhöhten Bruch- und Verletzungsgefahr ersetzt werden.

## 8.7 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

### 8.7.1 Ortsveränderliche Elektrogeräte

Die meisten Stromunfälle werden durch die Benutzung von schadhaften oder ungeeigneten elektrischen Betriebsmitteln oder Anlagen verursacht. Die folgenden Regeln müssen unbedingt beachtet werden.

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. Für das Abschalten des Stroms eines ganzen Laboratoriums wird empfohlen, an gut zugänglicher Stelle, z. B. am Ausgang des Laborraumes, einen Hauptschalter (NOT-AUS) anzubringen.

Not-Aus-Schalter und Bedienungsschalter von Sicherheitseinrichtungen müssen stets funktionstüchtig, frei erreichbar und problemlos bedienbar sein.

Elektrogeräte dürfen nur bestimmungsgemäß entsprechend der Bedienungsanleitung verwendet werden.

Elektrische Leitungen sind so zu verlegen, dass sie zu keiner Gefährdung führen. Gefährdungen durch elektrische Leitungen können sich zum Beispiel ergeben durch

1. mechanische Behinderung (Arbeitshindernisse, „Einfädeln“ in herunterhängenden Kabeln, Stolperfallen durch auf dem Boden herumliegende Kabel),
2. „Pfad" für ausgetretene Flüssigkeiten,
3. Blanklegen spannungsführender Leiter durch thermische Belastungen (z. B. Anschmelzen der Kabel an heißen Oberflächen wie Heizplatten), mechanische Belastungen (z. B. Aufreißen der Kabel an scharfen Kanten oder durch Quetschungen an Laborhebebühnen) und chemische Einwirkungen.

Elektrische Geräte müssen sich in einwandfreiem Zustand befinden. Deshalb ist eine Sichtprüfung von ortsveränderlichen Elektrogeräten auf Schäden vor Arbeitsbeginn oder vor Inbetriebnahme einer Apparatur durchzuführen.

Eine regelmäßige Isolationsprüfung an ortsveränderlichen Elektrogeräten erfolgt im Rahmen der regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen nach Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (BGV A3/GUV-V A3) durch eine Elektrofachkraft oder (bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte) durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person. An einem grünen Aufkleber ist zu erkennen, wann das Gerät zuletzt überprüft wurde. Soll ein Gerät benutzt werden, das keine grüne Prüfplakette besitzt, muss das Gerät zuerst durch die zuständige Elektrofachkraft überprüft werden.

Geräte, die eine grüne Prüfplakette tragen, dürfen dennoch nicht benutzt werden, wenn sie offensichtlich beschädigt sind! Rote Aufkleber bedeuten, dass das Gerät zunächst repariert werden muss. Geräte mit roten Aufklebern dürfen keinesfalls eingesetzt werden.

Schlechte elektrische Kontakte können etwa durch Korrosion oder mechanische Überbeanspruchung zu

1. einer lokaler Temperaturerhöhung durch höhere Übergangswiderstände bis hin zum „Festbacken" lösbarer elektrischer Verbindungen und zur Entzündung sowie zu Kriechströmen, gegebenenfalls verbunden mit dem Verlust der Isolationswirkung führen,
2. einer fehlender Erdung (Potentialausgleich) mit unerkannt ausgefallenem Berührungsschutz bzw. nicht mehr auslösendem FI-Schalter (RCD) führen,
3. einem Ausfall der Spannungsversorgung mit gegebenenfalls unsicheren Betriebszuständen führen.

Leitfähige Anbackungen können Isolierungen überbrücken und zu gefährlichen Körperdurchströmungen führen.

Elektrische Leitungen besitzen nur eine bestimmte, vor allem von der Leitungsdicke abhängige Leistungsaufnahme, was insbesondere bei der Benutzung von Mehrfachsteckdosen beachtet werden muss. Das Hintereinanderschalten von elektrischen Mehrfachsteckdosenleisten ist wegen des möglichen Verlustes der elektrischen Sicherheit und einer Erhöhung der Brandgefahr nicht zulässig. Sind bewegliche (Mehrfach-)Steckdosen nicht vermeidbar, so sollen sie mit eingebauten Si-

cherheitseinrichtungen (Hauptschalter, Vorsicherung, Fehlerstrom-Schutzschalter, Überspannungsschutz) versehen und erforderlichenfalls spritzwassergeschützt ausgeführt sein.

Elektrische Leitungen, insbesondere Steckverbinder, dürfen nicht von Wasser benetzt werden. Elektrische Geräte sind vor Feuchtigkeit zu schützen, nasse elektrische Geräte dürfen nicht benutzt werden.

Bei möglichen gefährlichen Störungen von Verfahren und Apparaten sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Sicherheitsrelevante Funktionen (z. B. Rühren, Kühlen, Ventilsteuerung) sind dabei bis zum Erreichen des sicheren Betriebszustandes aufrecht zu erhalten, zum Beispiel durch USV (unterbrechungsfreie Stromversorgungen), zentrale Ersatzstromversorgung oder Energiespeicher.

Thermoschutzschalter, Temperatur- oder Leistungsbegrenzer sind sinnvoll, wenn die Gefahr besteht, dass sich Motoren oder Heizquellen überhitzen. Bei Überhitzung besteht die Gefahr von Hautverbrennungen, wenn Personen das Gerät berühren, und die Gefahr von Bränden.

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. Steckdosen von Abzügen sollen außerhalb der Abzüge angebracht sein. Sind im Arbeitsraum des Abzuges Steckdosen erforderlich, müssen sie von außen einzeln und erkennbar zugeordnet abschaltbar sein. Schalter und Steckdosen im Spritzbereich von Notduschen müssen spritzwassergeschützt sein.

Alle elektrische Leitungen, vor allem Gerätekabel, sind so zu verlegen, dass sie zu keiner Gefährdung als Stolperfallen führen können.

**8.7.2 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. Auch für andere sicherheitsrelevante Einrichtungen sollen möglichst getrennte Stromkreise vorhanden sein. Für das Abschalten der Energie wird empfohlen, an gut zugänglicher Stelle, beispielsweise am Ausgang des Laborraumes, einen Hauptschalter anzubringen. Müssen im Havariefall elektrische Verbraucher eines Arbeitsplatzes freigeschaltet werden, so ist darauf zu achten, dass sicherheitsrelevante Einrichtungen, wie beispielsweise Rührer, weiter betrieben werden.

**8.7.3 Erdungsmaßnahmen**

Elektrische Betriebsmittel in Labortischen und Abzügen müssen vorschriftsgemäß beschaffen sein. Sie müssen insbesondere der DIN EN 61010-1:2002 (siehe auch VDE 0411 Teil 1 und/oder VDE 0789 Teil 100) entsprechen. Ist ein Potentialausgleich der Einrichtung notwendig, so müssen elektrisch leitfähige Tischbeläge und andere berührbare leitfähige Konstruktionsteile der Laboreinrichtung über einen Potentialausgleich miteinander verbunden sein. Für bewegbare Teile ist eine Erdung erforderlich, wenn sie im Fehlerfall Spannung aufnehmen können. Ausreichend sind in der Regel Erdungsmaßnahmen nach DIN VDE 0100- 540. Es wird empfohlen, die Personenschutzmaßnahmen durch die Installation von RCD (FI-Schutzschaltern) zu unterstützen.

**8.7.4 Elektrostatische Ableitmaßnahmen**

In der Regel ist in Laboratorien keine Ableitmaßnahme notwendig. Anwendungen für elektrostatische Ableitmaßnahmen können sich jedoch aus spezifischen Arbeitsaufgaben ergeben. An betriebsfertigen Abzügen kann abhängig von obiger Nutzung eine Anschlussstelle vorhanden sein, mit der eine Verbindung mit dem örtlichen Potentialausgleich leicht möglich ist. Hier können gegebenenfalls erforderliche Erdungskabel, beispielsweise beim Umfüllen brennbarer Flüssigkeiten, zur

Vermeidung elektrostatischer Zündquellen angeschlossen werden. Zudem können Zündfunken durch aufgeladene Personen vermieden werden. Entladungen von aufgeladenen Personen können durch schreckhafte Handlungen zu weiteren Gefährdungen führen.

### 8.7.5 Schalter und Steckdosen

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. Steckdosen von Abzügen sollen außerhalb von Abzügen angebracht sein. Sind im Arbeitsraum des Abzuges Steckdosen erforderlich, müssen diese eindeutig zugeordnet von außen schaltbar sein. Steckdosen von Abzügen müssen eine Mindestschutzklasse von IP 44 nach DIN EN 60529 aufweisen. Korrodierte Kontakte können zu unzulässig hohen Widerständen im Schutzleiter führen. Zudem kann der Spannungsabfall an den Kontaktflächen zu einer so großen Erhitzung der Steckdose führen, dass ein Brand verursacht wird.

### 8.7.6 Spritzwasserschutz

Schalter und Steckdosen im Spritzbereich von Notduschen müssen spritzwassergeschützt sein. Als Minimum der Größe des Spritzbereiches sollte der Wasserkegel der Notdusche und der Augendusche fixiert werden.

### 8.7.7 Umgang mit speziellen Laborgeräten

Zu allen Geräten, deren Funktion und gefahrlose Bedienung nicht offensichtlich ist, ist eine schriftliche Betriebsanweisung zu erstellen. Sie kann entfallen, wenn eine kurze mündliche Einweisung eine funktionelle und gefahrlose Bedienung ermöglicht. Erfahrungsgemäß braucht sie für die folgenden üblichen Laborgeräte nicht erstellt zu werden, wenn eine mündliche Einweisung erfolgt:

1. Beleuchtungsgeräte
2. Magnetrührer
3. KPG-Rührer
4. Trockenschränke
5. Heizbäder
6. Rotationsverdampfer
7. Vakuum-Konstanthalter
8. einfache Schmelzpunktbestimmungsapparaturen
9. einfache Refraktometer
10. Photolampen
11. einfache Laborwaagen
12. einfache Heizgeräte (Öl- und Wasserbäder, Heizplatten, Heizhauben/Heizpilze)
13. einfache Kühlgeräte (Tiefkühlschränke, Umlaufkühler).

Eine schriftliche Betreibsanweisung ist jedoch bei komplizierten und hochwertigen Geräten notwendig. Allen Geräten wird vom Hersteller eine Bedienungsanleitung mitgeliefert. Diese Bedienungsanleitung muss erweitert werden durch:

1. einen Hinweis auf Störungsmelder (z. B. akustische oder optische Alarmgeber),
2. einen Hinweis auf Möglichkeiten zur Störungsbehebung (z. B. von jedem durchführbare Bedienungsoperationen),
3. Angaben zu Personen, die bei Störungen zu benachrichtigen sind (Raum-Nr., Telefon-Nr. usw.),
4. Anleitung für eine Notabschaltung, bei deren Anwendung das Gerät nicht beschädigt wird (hochwertige und komplexe elektronische Geräte müssen in der Regel in einer ganz bestimmten Weise ausgeschaltet werden, weil sonst bestimmte Bauteile zerstört werden können).

Diese erweiterte schriftliche Bedienungsanleitung muss insbesondere für folgende Geräte erstellt werden:

1. Geräte, die ständig gekühlt oder mit einem Gas versorgt werden müssen,
2. Chromatographie-Anlagen (z. B. MPLC, HPLC, GC, GPC),
3. Spektrometer aller Art (z. B. UV/VIS-, IR-, NMR-, Massen-, Röntgenfluoreszenz-Spektrometer, AAS),
4. Vakuum-Pumpen,
5. Zentrifugen,
6. Autoklaven,
7. Analysenwaagen,
8. Datenverarbeitungs-Anlagen,
9. Laser,
10. Photometer.

**8.8 Spritzen und Kanüle, Glasbruch**

Spitze, scharfe oder zerbrechliche Gegenstände (z. B. Spritzennadeln, Kanüle, Glasbruch) dürfen nur in stich- und formfeste Behältnisse gegeben werden. Ein Entleeren dieser Behältnisse darf nur durch Auskippen geschehen. Dabei sind geeignete Schutzhandschuhe zu tragen. Nach Möglichkeit soll das Umfüllen solcher Abfallbehälter vermieden werden.

Für Kanülen und Spritzen gibt es spezielle Nadel-Abwurfbehälter. Nadeln sollen wegen der Gefahr von Stichverletzungen nicht mit der Hand abgezogen oder ohne geeignete Hilfsvorrichtungen in ihre Schutzhülle zurückgesteckt werden. Nadeln sind ohne Berührung mit der Hand in Nadelcontainern zu entsorgen. Kanülen sollen nicht ohne geeignete Hilfsvorrichtungen in die Schutzhülle zurückgesteckt werden.

Beim Umgang mit Spritzen und Kanülen kann es zu Stichverletzungen kommen. Handschuhe aus schnittfesten Geweben bieten gegen Stiche oft nur einen geringen Schutz. Neben der Infektionsgefahr besteht auch die Gefahr der Inkorporation von Gefahrstoffen. Einwegartikel sind vorteilhaft, wenn sie für den beabsichtigten Zweck ausreichend beständig sind. Kanülen, Nadeln und Septen lassen sich in manchen Fällen auch durch Gewinderohre und Schläuche ersetzen. Schläuche aus PTFE, aber auch aus Polyethylen sind bei kleinem Durchmesser und ausreichender Steifigkeit meist gut geeignet.

**8.9 Reinigung von Laborgeräten**

Auch bei der Reinigung von Laborgeräten können Personen mit Gefahrstoffen in Kontakt kommen! Es sind deshalb die gleichen Sicherheitsvorschriften zu treffen wie beim Umgang mit Gefahrstoffen (z. B. Tragen von Schutzbrille, geschlossenem Kittel, Laborhose, Schutzhandschuhen).

Verschmutzte Geräte sind sofort zu säubern! Substanzreste sollte man nie in Gefäßen stehen lassen. Die Abfallbehälter für Restmüll in den Laboratorien sind am Ende jedes Arbeitstages zu entleeren.

Schützen Sie sich vor Schnittverletzungen bei der mechanischen Reinigung. Mit Spülarbeiten betraute Personen dürfen keinen Gefahren durch Rückstände ausgesetzt sein, insbesondere müssen Behältnisse und Geräte vom Benutzer vorgereinigt am Spülplatz abgestellt werden. 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 Tätigkeiten dürfen nur vom Laborpersonal – gegebenenfalls in einem Abzug - durchgeführt werden.

Falls notwendig, müssen auch die Reinigungslösungen als Sonderabfall entsorgt werden. In der Regel kann die Reinigung von Laborgeräten mit Haushaltsreinigern (Spül- und Scheuermittel) durchgeführt werden. Hartnäckiger Schmutz, der nicht mit Haushaltsreinigern entfernt werden kann, ist mit Spezial-Laborglasreinigern zu beseitigen. Die Reinigungswirkung nimmt allgemein mit höherer Temperatur zu. Deshalb ist ggf. heißes Wasser zu benutzen. Eine besonders gründliche Reinigung von Laborgeräten erreicht man im Ultraschallbad. Defekte Glasgeräte dürfen wegen der Bruchgefahr jedoch nicht im Ultraschallbad gereinigt werden.

Das Spülen mit organischen Lösemitteln soll nach Möglichkeit vermieden werden. Ist eine Vermeidung nicht möglich, dann können organische Reste in einem geeigneten Lösungsmittel (z. B. Aceton, 2-Propanol) gelöst werden. Die Lösungen werden gesammelt. Das Lösungsmittel kann in der Regel durch Abdestillieren recycelt werden, wenn dieses gefahrlos möglich ist und keine Verunreinigung des Destillates mit giftigen oder krebserzeugenden Gefahrstoffen möglich ist. Die Destillationsrückstände sind je nach Halogengehalt als „halogenfreies Lösungsmittel“ bzw. „halogenhaltiges Lösungsmittel“ zu entsorgen. Sie dürfen auf keinen Fall in die Kanalisation gegeben werden. Organische Lösungsmittel, die zum Spülen benutzt werden, müssen in Kunststoff-Spritzflaschen aufbewahrt werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die Kunststoff-Spritzflaschen im Laufe der Zeit verspröden. Sie sollten in regelmäßigen Abständen ersetzt werden.

Für Reinigungszwecke dürfen keine hochentzündlichen, sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffe benutzt werden! Auf die Gefahren durch elektrostatische Aufladung z. B. beim Umfüllen der Lösungsmittel, wird besonders hingewiesen. Mit Lösungsmitteln gespülte Geräte dürfen nicht zum Trocknen in den Trockenschrank gelegt werden, da ggf. Explosionsgefahr besteht. Das Trocknen im Trockenschrank ist erst erlaubt, wenn die Geräte im Anschluss an die Reinigung mit Lösungsmitteln gründlich mit Wasser gespült wurden.

Als Reinigungsmittel stehen heute zahlreiche handelsübliche Spezialdetergenzien zur Verfügung. Diese Detergenzien sind in der Regel relativ harmlos und sollten stark reagierenden Reinigungsmitteln vorgezogen werden. Stark reagierende Reinigungsmittel sind beispielsweise konzentrierte Salpetersäure, konzentrierte Schwefelsäure und starke Alkalien. Anstelle von Chromschwefelsäure sind wegen ihrer kanzerogenen und umweltschädlichen Wirkung weniger gefährliche Ersatzstoffe zu verwenden.

Für den oxidativen Abbau hat sich alkalische Permanganatlösung bewährt. Hierzu wird gesättigte Kaliumpermanganatlösung in dem zu reinigenden Gefäß mit gleichem Volumen 20 %iger Natronlauge versetzt. Auch ein Ersatz durch Schwefelsäure/Wasserstoffperoxid, Kaliumydroxid/Wasserstoffperoxid oder spezielle Laborreiniger kommen in Frage. Mechanische Reinigung führt oft zum Ziel, besonders effektiv im Ultraschallbad.

Anorganische Rückstände (z. B. Salze) lassen sich ggf. leicht in Säuren oder Laugen auflösen. Stark reagierende Reinigungsmittel, wie z. B. konzentrierte Schwefelsäure, konzentrierte Salpetersäure, Wasserstoffperoxid, dürfen nur benutzt werden, wenn andere Reinigungsmethoden erfolglos waren. Selbstverständlich müssen alle Geräte, die vom Glasbläser bearbeitet werden sollen, absolut sauber sein!

## 9 Abfälle und Abwasser

Abfälle sind bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will oder deren geordnete Entsorgung zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere des Schutzes der Umwelt geboten ist. (Abfallgesetz). Grundregeln für die Entsorgung von Abfällen an der Technischen Universität Braunschweig können bei der Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698) kostenlos angefordert werden. Sie liegen grundsätzlich allen Instituten vor.

### 9.1 Abfallkonzept: Abfallvermeidung - Abfallverminderung - Abfallentsorgung

Die Abfallgesetze der Bundesrepublik Deutschland und des Bundeslandes Niedersachsen schreiben folgendes Abfallkonzept vor:

1. Abfallvermeidung: Soweit möglich, müssen Abfälle vermieden werden. Nur wenn die Abfallvermeidung nicht möglich ist, gilt:
2. Abfallverminderung: Soweit möglich, muss die Abfallmenge vermindert werden. Das kann z. B. erreicht werden durch:
    a. Recycling: Alle Stoffe, die noch verwendbar sind, müssen recycelt werden! Das gilt z. B. für Chemikalien, aber auch für Papier, Blechdosen, Styropor usw.
    b. Änderung der Arbeitsmethode: Bei allen Arbeitsabläufen, bei denen große Abfallmengen anfallen, muss kritisch überprüft werden, ob nicht durch die Wahl einer Alternative die Abfallmenge reduziert werden kann. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz von Küvettentests in der chemischen Analytik.
    c. Ersatz von Stoffen: Stoffe, die nur mit sehr hohen Kosten entsorgt werden können, müssen weitestgehend ersetzt werden. Nur wenn die Abfallverminderung nicht möglich ist, gilt:
3. Abfallentsorgung: Die Abfallentsorgung darf nur dann durchgeführt werden, wenn es keine Möglichkeit der Wiederverwertung gibt! Die Abfallentsorgung an der TU Braunschweig ist Aufgabe der Abteilung 31.

### 9.2 Abfallarten

An der TU Braunschweig fallen zur Entsorgung an:

1. Restmüll
2. Wertstoffe
3. Sonderabfälle
4. Abwasser.

Bei Zweifeln bzgl. der Zuordnung eines Stoffes zu einer der aufgeführten Entsorgungsmöglichkeiten wenden Sie sich bitte an die Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698). Hier können Sie auch die „Regeln für den Umgang mit Abfällen an der Technischen Universität Braunschweig“ erhalten, die ausführlichere Angaben zu Restmüll und Wertstoffen enthält.

#### 9.2.1 Restmüll

Zum Restmüll gehören alle Stoffe, die weder Wertstoffe noch Sonderabfälle sind.
Abfallbehälter in den Laboratorien müssen täglich am Arbeitsende von den Beschäftigten geleert werden. Scherben, scharfkantige Abfälle und spitze Gegenstände dürfen nicht ungeschützt in Abfallbeutel und -säcke gegeben werden. Die Abfallbehälter sind durch Auskippen zu entleeren. Dabei ist zu beachten, dass die Hände nicht mit dem Abfall in Kontakt kommen können. Ggf. sind Lederhandschuhe zu tragen.

#### 9.2.2 Wertstoffe

Folgende Stoffe müssen der Wiederverwendung zugeführt werden:

1. Papier und Pappe; sie sind in die Altpapiercontainer zu bringen.

2. Altglas (ausgenommen hoch schmelzendes Laborglas; die Glasgeräte müssen chemikalienfrei sein); es ist in Altglascontainer zu bringen.
3. Styropor; es ist dem Lieferanten zurückzugeben.
4. elektronische Geräte („Elektronikschrott“); sie werden von Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), entsorgt.
5. Metalle; sie sind einem Altmetallhändler zu bringen, ggf. über Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698).

Dazu müssen die Stoffe an der Entstehungsstelle (z. B. Büro, Labor, Werkstatt) getrennt gesammelt und anschließend von den Beschäftigten dem Recycling zugeführt werden. Styropor wird hausintern gesammelt. Informieren Sie sich bitte beim zuständigen Hausmeister.

### 9.2.3 Sonderabfälle

Abfallarten, die nach der Abfallbestimmungsverordnung als „besonders überwachungsbedürftige Abfälle, kurz Sonderabfälle genannt, gelten, sind nach Abfallarten getrennt zu halten und von den Abfallerzeugern unter der Aufsicht der NGS (Niedersächsische Gesellschaft für Sonderabfälle) zugelassenen Entsorgungsbetrieben anzudienen. Der Abfallerzeuger hat dabei Angaben über die Art des jeweiligen Sonderabfalls zu machen. Je nach Abfallart müssen bestimmte Grenzwerte für Inhaltsstoffe und Eigenschaften eingehalten werden. Zu den Sonderabfällen zählen generell Gefahrstoffreste und alle Abfallarten, die im Einzelnen unter „Erläuterungen zu den Abfallarten“ aufgeführt sind.

**Kostenregelung für die Sonderabfallentsorgung**

Die Entsorgungskosten für Sonderabfälle werden ebenso wie die Verwertungskosten aus einem zentralen Titel der TU getragen. Mehrkosten, die aufgrund unsachgemäßer Handhabung entstehen (z. B. Kosten für Analysen unbekannter Stoffe, TÜV-abgelaufene Gasflaschen), sind von den verursachenden Instituten und Einrichtungen zu tragen.

Bei neuen Arbeiten und neuen Forschungsvorhaben mit zu erwartenden Entsorgungen sind im Voraus mit der Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), die mögliche Entsorgung und Kostenübernahme zu klären.

**Vermeidung und Verminderung von Sonderabfällen**

Änderung der Arbeitsmethode: Bei allen Arbeiten, bei denen große Abfallmengen anfallen, ist kritisch zu prüfen, ob durch die Wahl anderer Methoden die Abfallmenge reduziert werden kann. Ein Beispiel dafür ist der Ersatz nasschemischer Verfahren durch den Einsatz von Küvettentests in der Analytik.

Verringerung der Reaktionsansätze: Es muss überprüft werden, ob die Versuche mit geringeren Substanzmengen durchgeführt werden können. Durch die Ausstattung der Laboratorien mit Geräten und durch die Wahl entsprechender Arbeitsmethoden lässt sich die Abfallmenge erheblich verringern.

Ersatz von Stoffen: Stoffe, die nur mit sehr hohen Kosten entsorgt werden können, sind möglichst durch Stoffe zu ersetzen, deren Entsorgung umweltschonender und kostengünstiger ist.

Wiederaufarbeitung: Abfallverminderung hat Vorrang vor Recycling. Organische Lösungsmittel wie Ethanol, Aceton, Chloroform, Diethylether müssen in den Laboratorien getrennt gesammelt und z. B. durch Destillation aufgearbeitet werden. Bei der Anwendung der HPLC und anderer chromatographischer Methoden lässt sich der Verbrauch an Lösungsmitteln für die mobile Phase erheblich reduzieren, wenn bei isokratischer Arbeitsweise „im Kreis“ gefahren wird. Bei wässrigen Lösungen kann die Abfallverminderung z. B. durch Aufkonzentrierung erfolgen.

**Sonderabfallsammlung in den Instituten**

Alle anfallenden Sonderabfälle sind den abfall- und gefahrstoffrechtlichen Vorschriften entsprechend zu sammeln. Die Sonderabfälle sind unter Beachtung entsprechender Vorschriften, wie z. B. der Gefahrstoffverordnung und der Gefahrgutverordnung Straße Eisenbahn (GGVSE), in den dafür vorgesehenen Behältern zu sammeln. Für jede Abfallart sind die vorgeschriebenen Behälter zu verwenden. Abfallarten dürfen nicht vermischt werden. Die einzelnen Abfallarten sind getrennt so zu sammeln, dass gefährliche Reaktionen ausgeschlossen sind.

Da sich die gesetzlichen Bestimmungen sowie die Vorgaben der Entsorgungseinrichtungen auch kurzfristig ändern können, sollten Sie sich im Zweifelsfall schon vor der Entstehung von Sonderabfall mit dem Abfallbeauftragten in Verbindung setzen.

Die Sammelbehälter werden den Instituten ausschließlich von der TU (Herr Weller) bereitgestellt. Sie sind nach Größe und Bauart für die Sammlung der einzelnen Abfallarten geeignet und können sicher transportiert und gelagert werden. Die Behälter müssen den zu erwartenden chemischen und mechanischen Beanspruchungen durch die Füllgüter standhalten. Achtung: Kanister, die z. B. Reinigungslösungen (z. B. Flüssigseife) enthalten haben und die die Raumpflegerinnen nicht mehr benötigen, sind nicht für die Entsorgung von Abfalllösemitteln geeignet. Werden Sonderabfälle in nicht geeignete Behälter eingefüllt, so müssen diese vor der Übernahme zur Entsorgung von Beschäftigten des verursachenden Instiutes umgefüllt werden!

Sammelbehälter dürfen nur zu maximal 90 % gefüllt werden. Sie müssen regelmäßig entsorgt werden. Die Anzahl und das Fassungsvermögen der Behälter müssen auf ein Mindestmaß beschränkt sein. Größere Sammelmengen sind zu vermeiden. Werden Sammelbehälter zu mehr als 90 % gefüllt, so müssen diese vor der Übernahme zur Entsorgung von Institutsmitarbeitern umgefüllt werden.

Sammelbehälter für Gefahrstoffabfälle sind innerhalb des Labors so aufzubewahren, dass sie die übliche Laborarbeit nicht beeinträchtigen oder zu einer Gefährdung führen. Zur Vermeidung elektrostatischer Aufladungen muss beim Einfüllen hochentzündlicher, leichtentzündlicher oder entzündlicher flüssiger Gefahrstoffabfälle der Trichter sowie der Sammelbehälter an einen Potentialausgleich angeschlossen sein. Dies gilt in der Regel nicht für Behälter mit einem Nennvolumen bis zu 5 l. Um ein sicheres Befüllen zu ermöglichen, sollte der Trichter beim Befüllen mit flüssigen Gefahrstoffabfällen fest mit dem Sammelbehälter verbunden sein. Dabei ist auf ausreichende Belüftung sowie auf Vermeidung elektrostatischer Aufladungen zu achten. Bei bestimmten Randbedingungen, wie beispielsweise bei sehr trockener Luft, können Gebinde auch unterhalb von 5 l Nennvolumen unzulässig hoch elektrostatisch aufgeladen werden. Bei der Bereithaltung und der Befüllung von Abfallsammelbehältern ist sicherzustellen, dass keine gefährlichen Gase oder Dämpfe in gefährlicher Konzentration oder Menge in die Laborluft gelangen können. Die Behälter sind gemäß dieser Betriebsanweisung zu kennzeichnen. Die entsprechenden Aufkleber erhalten Sie von Herrn Weller.

Abzüge sind als Abfalllager nicht geeignet! Sie sind Arbeitsplätze, an denen nur die für den Fortgang der Arbeiten unbedingt notwendigen Chemikalienmengen aufbewahrt werden dürfen. Abfallsammelkanister dürfen deshalb – abgesehen von der Zeit, in der sie befüllt werden – nicht unter den Abzügen abgestellt werden. Bewährt hat sich die Aufbewahrung der Sammelbehälter in Sicherheitsschränken oder außerhalb des Labors in geeigneten Lagerräumen. Während der Bereitstellung zur Entsorgung dürfen keine Gefahrstoffe in gefahrdrohender Konzentration oder Menge freigesetzt werden.

Abfallbehälter sind nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung zur Beseitigung von Abfällen beim Umgang" zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung

muss beständig und fest anhaftend sein. Abfallbehälter für den außerbetrieblichen Transport müssen den Vorschriften über den Transport von Gefahrgut entsprechen.

Die Entsorgung gefährlicher Abfälle ist in solchen Zeitabständen vorzunehmen, dass das Aufbewahren, der Transport und das Vernichten dieser Stoffe nicht zu einer Gefährdung führen können. Die Arbeitsplätze sind mindestens einmal jährlich auf gefährliche Abfälle hin zu prüfen und diese zur Vermeidung der Bildung von Altlasten zu entsorgen.

Abfälle, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften nicht durch Dritte entsorgt werden können, sind im Laboratorium gefahrlos zu vernichten oder in eine transportfähige Form umzuwandeln. Dafür sind spezielle Betriebsanweisungen zu erstellen.

**Übernahme der Abfälle zur Entsorgung**
Ist die Entsorgung eines Abfallstoffes gewährleistet, wird dieser nach Sammlung im Institut von der Abteilung 31, Herr Weller (Tel 4698), übernommen. Voraussetzung hierfür ist die Übergabe des Sonderabfalls in von Herrn Weller für die jeweilige Abfallart ausgegebenen Behälter sowie dessen korrekte Beschriftung und Etikettierung. Die zu entsorgenden Abfälle sind schriftlich anzumelden. Vordrucke zur Anmeldung, Behälter und Aufkleber zur Verpackung erhalten Sie von Herrn Weller. Für die korrekte Deklaration der Abfälle zeichnen die Arbeitgeber mit ihrer Unterschrift verantwortlich. Für jede Abfallart ist eine Deklaration zu erstellen, also ein Vordruck auszufüllen und zu unterschreiben. Sammelbehälter für flüssige Sonderabfälle dürfen maximal zu 90% befüllt werden. Die Behälter sind gut verschlossen zu halten. Beschädigte oder undichte Behälter sowie Behälter, denen äußerlich Gefahrstoffe anhaften, werden nicht angenommen. Auch unbenutzte Sammelbehälter haben ein Verfalldatum. Fragen Sie im Zweifelsfall bei Herrn Weller nach, ob der alte Behälter noch benutzt werden darf. Die Sammelbehälter sind in der Regel nach Absprache mit Herrn Weller im Abfalllager abzugeben. Die Vorschriften für den Transport von Gefahrgütern über die Straße (Gefahrgutverordnung Straße = GGVS) sind zu beachten. Die Vorschriften können bei Herrn Weller eingesehen werden. Falls die Abfälle bei Ihnen abgeholt werden sollen, werden Sie vorher informiert. Übergabeort ist in diesem Fall das Sammelfahrzeug.

Mit Schwierigkeiten verbunden ist insbesondere die Entsorgung von:

1. Stoffen, die unter das Sprengstoffgesetz fallen,
2. hoch toxischen Stoffen (z. B. Dioxine),
3. biologischen und chemischen Kampfstoffen,
4. unbekannten Stoffen,
5. infektiösen Abfällen, Tierkadavern und Organteilen.

Unbekannte Stoffe können erst nach einer Ermittlung der chemischen Zusammensetzung entsorgt werden! Zu den Kosten für die Analyse vergleichen Sie bitte unter „Kostenregelung für die Sonderabfallentsorgung“. Eine Einlagerung ins Sonderabfallzwischenlager ist nur für die im Genehmigungsbescheid der ehemaligen Bezirksregierung Braunschweig aufgeführten Sonderabfallarten zulässig. Die Entsorgungsfirmen dürfen nur Sonderabfälle annehmen, die von den Abfallerzeugern eindeutig deklariert wurden. Ist eine Deklaration aufgrund der fehlenden Kennzeichnung nicht möglich, muss eine Analyse des Stoffes durchgeführt werden. Die Kosten für die Analysen sind von der Einrichtung zu tragen, bei der der Abfallstoff angefallen ist. Achten Sie deshalb darauf, dass Chemikalienbehälter ordnungsgemäß gekennzeichnet sind und bleiben und dass die Mitarbeiter ihre Arbeitsplätze ordnungsgemäß übergeben.

Die Beseitigung von Sonderabfällen ist in solchen Zeitabständen vorzunehmen, dass das Aufbewahren, der Transport und das Vernichten dieser Stoffe nicht zu einer Gefährdung führen können. Die Arbeitsplätze sind mindestens einmal jährlich auf gefährliche Abfälle hin zu prüfen. Es ist verboten, Sonderabfälle in das Abwasser oder den Restmüll zu geben.

Sammelbehälter für Gefahrstoffe sind innerhalb des Laboratoriums so aufzubewahren, dass sie die übliche Laborarbeit nicht beeinträchtigen. Bei der Bereitstellung 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 Gefahrstoffe der Trichter sowie der Sammelbehälter an einen Potentialausgleich (Erdung) angeschlossen sein, wenn das Behältervolumen 5 Liter überschreitet. Es gelten für Sonderabfälle grundsätzlich auch alle Vorschriften, die für Neuchemikalien zu beachten sind!

### 9.3 Liste der von der TU entsorgbaren Sonderabfälle

Von der TU Braunschweig können zurzeit folgende Sonderabfälle entsorgt werden:

1. Altlacke/Altfarben, nicht ausgehärtet
2. Altöl
3. Asbestabfälle
4. Behälter mit schädlichem Restinhalt
5. Bohr- und Schleifölemulsionen
6. Druckgasflaschen (nur in Ausnahmefällen)
7. Eisensalzlösungen
8. Entwicklerbäder
9. Feinchemikalienreste
10. Fixierbäder
11. Laugen, Laugengemische und Beizen (basisch)
12. Leuchtstoffröhren
13. Lösungsmittel, halogenfrei
14. Lösungsmittel, halogenhaltig
15. Quecksilberhaltige Abfälle (elementares Quecksilber)
16. Radioaktive Abfälle
17. Säuren, Säuregemische und Beizen (sauer), anorganisch
18. Spül- und Waschwässer, metallsalzhaltig

**Altlacke / Altfarben, nicht ausgehärtet**

Die zu entsorgenden Stoffe müssen in Originalgebinden angeliefert werden. Ausgehärtete Farben und Lacke sind kein Sonderabfall, sondern Restmüll.

**Altöl**

Altöle sind dem Lieferanten des Öls wieder zurückzugeben. Die Lieferanten sind zur Rücknahme verpflichtet. Bitte achten Sie auf die saubere Getrennthaltung von Altöl - auf keinen Fall darf Altöl vermischt werden mit anderen Stoffen wie Emulsionen, Korrosionsschutzmitteln, Wasser, Bremsflüssigkeiten usw.. Als Altölbesitzer sind Sie für die ordnungsgemäße Entsorgung verantwortlich. Nur wenn eine Rücknahme des Altöls ausgeschlossen wurde, wenden Sie sich an die Abteilung 31, Herr Weller.

**Asbestabfälle**

Entsorgt werden Asbest haltige Gegenstände wie z. B. Drahtnetze aus Asbest, kleinere Asbestplatten, Geräte und Geräteteile, Asbestschnüre.

**Behälter mit schädlichem Restinhalt**

Darunter versteht man entleerte Behälter mit noch anhaftenden Chemikalienresten. Setzen Sie sich wegen der Entsorgung von solchen Behältern mit der Abteilung 31, Herrn Weller (Tel. 4698), in Verbindung.

**Bohr- und Schleifölemulsionen, Kühlschmierstoffe**
Die Emulsionen müssen frei sein von Halogenen. Typischerweise beträgt der Gehalt an Öl fünf Prozent.

**Druckgasflaschen**
Druckgasflaschen unterliegen je nach Gasart unterschiedlichen Prüffristen. Das Datum der nächsten Prüfung (Monat/Jahr) ist auf der Flaschenschulter eingeprägt oder aufgeklebt. Es ist bei allen Druckgasflaschen darauf zu achten, dass mindestens 6 Wochen vor dem nächsten Prüfdatum die Flaschen unabhängig vom Füllungsgrad den jeweiligen Fachfirmen zurückgegeben werden. Im Falle von Eigentumsflaschen ist eine Prüfung beim TÜV durch das Institut zu veranlassen. Ist die Prüffrist abgelaufen und sind die Flaschen nicht eindeutig drucklos, unterliegen sie besonderen Beförderungsvorschriften. Sie sind dann nur unter sehr hohem Kostenaufwand zu beseitigen oder zu verwerten.

**Eisensalzlösungen**
Eisensalzlösungen stammen in der Regel aus der Platinenätzung. Es werden nur solche Lösungen entsorgt, die ausschließlich Eisen-, Kupfer- und Chlorid-Ionen enthalten. Der pH-Wert muss kleiner als 7 sein. Die Lösung darf keine organischen Stoffe (z. B. Fette, Öle, Lösungsmittel) enthalten.

**Entwicklerbäder**
Bei dieser Abfallart handelt es sich ausschließlich um Rückstände aus Fotolaboratorien. Bei den Entwicklerbädern aus Fotolaboratorien muss der pH-Wert größer als 8 sein.

**Feinchemikalien (Chemikalienreste)**
Als Feinchemikalien können nur solche Stoffe entsorgt werden, die

1. nicht unter das Sprengstoffgesetz fallen,
2. nicht radioaktiv sind,
3. frei von hoch toxischen Bestandteilen (z. B. polychlorierte Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF), PCB, Kampfstoffe) sind,
4. in ihrer Zusammensetzung bekannt sind.

Jedes Gebinde muss eindeutig etikettiert sein! Auch kleinste Behälter müssen eindeutig beschriftet sein. Unbekannte Chemikalien (z. B. Chemikalien in nicht beschrifteten Gefäßen) müssen vor der Entsorgung analysiert werden. Falls Analysen nur gegen Berechnung durchgeführt werden können, tragen die Institute die Analysekosten. Chemikalien, die unter einer anderen Abfallbezeichnung entsorgt werden können (z. B. Salzsäure unter „anorganische Säuren, Säuregemische und Beizen“), müssen unter dieser Abfallart entsorgt werden. Sie dürfen nicht als „Feinchemikalien“ entsorgt werden.

**Fixierbäder**
Bei dieser Abfallart handelt es sich ausschließlich um Rückstände aus Fotolaboratorien.

**Laugen, Laugengemische und Beizen**
Der pH-Wert liegt über 8. Es werden nur wässrige Alkalihydroxide entsorgt, die frei sein müssen von

1. Cyaniden,
2. Ammoniumionen (max. 0,1 mol/L),
3. organischen Stoffen aller Art (z. B. Lösungsmittel, Fette, Öle).

**Beleuchtungsmittel**
Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen werden in der Regel von der Betriebstechnik ausgewechselt. Die defekten Röhren und Energiesparlampen sind an die Betriebstechnik zur Verwertung

und Entsorgung zurückzugeben. Auf keinen Fall dürfen Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen in die Restmülltonnen geworfen werden! Gewöhnliche Glühbirnen dagegen gehören zum Restmüll.

**Lösungsmittel**

Als halogenfreie Lösungsmittel können alle organischen Verbindungen entsorgt werden, die folgende Bedingungen erfüllen:

1. die Elemente C, H, N, Na, O, P, S dürfen enthalten sein,
2. flüssig bei Raumtemperatur,
3. zwar fest sind, aber in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst wurden,
4. pH-Wert zwischen 6 und 9 (ggf. neutralisieren),

Auf die Recyclingpflicht organischer, halogenfreier Lösungsmittel wird hingewiesen.

**Quecksilberhaltige Abfälle (elementares Quecksilber)**

Entsorgt werden kann elementares Quecksilber (z. B. defekte Quecksilberthermometer und Manometer, quecksilberhaltige Schalter, Quecksilberdampflampen, Quecksilber aus Diffusionspumpen). Quecksilberverbindungen gehören nicht zu dieser Abfallart, sie sind Feinchemikalien.

**Radioaktive Abfälle**

Für die Entsorgung radioaktiver Abfälle sind die jeweiligen Strahlenschutzbeauftragten zuständig. Nach Absprache können die Entsorgungskosten übernommen werden.

**Säuren, Säuregemische und Beizen, sauer, anorganisch**

Der pH-Wert liegt unter 6. Es werden nur wässrige Säurelösungen entsorgt, die frei sein müssen von

1. Cyaniden,
2. Ammoniumionen (max. 0,1 mol/L zugelassen),
3. organischen Stoffen aller Art (z. B. Lösungsmittel, Fette, Öle).
4. Säureabfälle mit Salpetersäurebestandteilen müssen vor der Übergabe neutralisiert und als Sonderabfall unter der Bezeichnung „Spül- und Waschwasser“ entsorgt werden.

**Spraydosen**

Die Verwendung von Einweg-Spraydosen sollte möglichst vermieden werden, da Spraydosen als Sonderabfall gelten. Verschiedene Produkte (Schweißtrennmittel, Motor- und Maschinenreiniger usw.) werden in wiederbefüllbaren Druckluftspraydosen angeboten. Wenn Sie Spraydosen zu entsorgen haben, rufen Sie Herrn Weller an (Tel. 4698).

**Wässrige Wachflüssigkeiten**

Unter dieser Abfallart können flüssige Mischungen aus organischen und anorganischen Stoffen entsorgt werden. Der pH-Wert sollte im Neutralbereich liegen. Liegt ein höherer Anteil leichtentzündlicher Substanzen vor, ist der Abfall als Lösemittelabfall zu entsorgen.

### 9.4 Abwasser

Es sind strenge Abwassergrenzwerte zu beachten. Die Schwellwerte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Bei Schwellwertüberschreitungen muss die TU erhöhte Abwassergebühren bezahlen. Grenzwertüberschreitungen (doppelter Schwellwert) sind verboten und können ordnungs- oder strafrechtlich geahndet werden. In der folgenden Tabelle nicht aufgeführte Stoffe, die keine Gefahrstoffe sind, dürfen in das Abwasser eingeleitet werden, sofern sie für die Umwelt und den Betrieb der Abwasseranlagen unschädlich sind. Im Zweifelsfall fragen Sie die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge um Rat. Beachten Sie die Regeln der TU für den Umgang mit Wasser!

| Parameter/Stoff | Schwellwert (mg/Liter) |
|---|---|
| Antimon | 0,25 |
| Aromaten, gesamt | 0,05 |
| Arsen | 0,05 |
| Barium | 1,0 |
| Benzol | 0,0025 |
| Blei | 0,5 |
| Cadmium | 0,05 |
| Chrom, gesamt | 0,5 |
| Chrom(VI) | 0,1 |
| Cobalt | 1,0 |
| Cyanid | 10 |
| Cyanid, leicht freisetzbar | 0,5 |
| Ethylbenzol | 0,025 |
| Fluorid | 25 |
| Halogenkohlenwasserstoffe, leichtflüchtige (LHKW) | 0,25 |
| Halogenkohlenwasserstoffe, LHKW-Einzelstoffe | 0,05 |
| Halogenverbindungen, adsorbierbare organische (AOX) | 0,5 |
| Kohlenwasserstoffe, aliphatische | 10 |
| Kohlenwasserstoffe, aromatische polycyclische (PAK) | 0,025 |
| Kupfer | 0,5 |
| Nickel | 0,5 |
| Öle und Fette, verseifbar | 125 |
| pH-Wert | 6,0-10,5 |
| Phenol | 0,025 |
| Quecksilber | 0,025 |
| Sauerstoffverbraucher, z. B. Sulfite, Eisen(II)-salze, Thiosulfate | 50 |
| Silber | 0,25 |
| Styrol | 0,03 |
| Sulfat | 300 |
| Sulfid | 1,0 |
| Temperatur | unter 35 °C |
| Toluol | 0,025 |
| Xylol | 0,03 |
| Zink | 2,5 |
| Zinn | 0,5 |

Farbstoffe: nur in so geringer Konzentration, dass in den öffentlichen Abwasseranlagen keine Verfärbung sichtbar wird.

Toxizität: Das abzuleitende Abwasser muss so beschaffen sein, dass die biologischen Vorgänge in den Abwasserbehandlungsanlagen, die Schlammbeseitigung oder die Schlammverwertung nicht beeinträchtigt werden.

## 10 Verhalten im Gefahrfall

! MENSCHENRETTUNG GEHT VOR SACHRETTUNG !

Gefährdungen in Laboratorien werden ganz wesentlich dadurch vermieden, dass die Arbeitsplätze in geeigneter Weise gestaltet und ausgerüstet sind. Hierzu zählen die baulichen Maßnahmen, die Gebäudeinfrastruktur, die Laboreinrichtung und die Beschaffenheit der Geräte, Apparate und sonstigen Arbeitsmittel. Ungünstig gestaltete Arbeitsplätze in Laboratorien erhöhen die Unfallgefahr und tragen zum unbeabsichtigten Freiwerden von Gefahrstoffen bei.

Einrichtungen, die der Sicherheit dienen, dürfen nicht unwirksam gemacht werden. Hierzu zählt auch das Abstellen von Gegenständen in aus Sicherheitsgründen freizuhaltenden Bereichen, beispielsweise unter Körpernotduschen oder vor Feuerlöschern.

Für Notfälle, wie z. B. Energieausfall, Brände oder Gasausbrüche, sind Evakuierungs- bzw. Alarmierungsmaßnahmen festzulegen und bekanntzumachen. Die Beschäftigten sind in angemessenen Zeiträumen im Rahmen von Alarmübungen mit den vorgesehenen Maßnahmen vertraut zu machen.

Der Arbeitgeber hat Vorkehrungen zu treffen, die Betriebsstörungen verhindern und bei Betriebsstörungen und bei Unfällen die Gefahren für die Beschäftigten nach dem Stand der Technik begrenzen. Bei Betriebsstörungen, Instandhaltungsarbeiten oder Unfällen, bei denen Beschäftigte außergewöhnlichen, vom normalen Betrieb abweichenden Konzentrationen von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz ausgesetzt sein können, hat der Arbeitgeber die Beschäftigten zu unterrichten. Bis der Normalzustand wieder eingetreten ist und solange die Ursachen für die außergewöhnliche Konzentration nicht beseitigt sind, dürfen neben den Rettungskräften nur die Beschäftigten im Gefahrenbereich verbleiben, die Reparaturen und sonstige notwendige Arbeiten zur Gefahrenabwehr ausführen.

Die Beschäftigten haben Mängel an sicherheitstechnischen Einrichtungen und gefahrbringende Zustände in Laboratorien unverzüglich zu beseitigen. Gehört dieses nicht zu ihren Aufgaben oder verfügen sie nicht über die notwendige Sachkunde (z. B. für die Reparatur von elektrischen Geräten), haben sie die Mängel umgehend dem Arbeitgeber zu melden.

### 10.1 Vorsorgemaßnahmen

Jeder Beschäftigte muss vom Arbeitgeber informiert werden über:

1. Flucht- und Rettungswege,
2. Alarmierung von Feuerwehr und Notarzt im Notfall,
3. Verhaltensregeln im Brandfall, Feuerlöscher und Löschdecken, ihre Bedienung und Standorte (Die TU bietet regelmäßige Löschübungen an, deren Teilnahme kostenlos ist. Informieren Sie sich über die nächsten Termine!); beim Umgang mit Alkalimetallen müssen Löschsandschütten oder Feuerlöscher der Brandklassen ABCD am Arbeitsplatz bereitgestellt werden,
4. Notduschen, Augennotduschen bzw. Augenspülflaschen (Bedienung und Standorte),
5. Erste-Hilfe-Einrichtungen (z. B. Erste-Hilfe-Kästen, Sanitätsräume) und deren Standorte,
6. Absperrmöglichkeiten für Wasser, Strom und Gase in seinem Arbeitsbereich,
7. den Umgang mit Adsorbentien und deren Aufbewahrungsorte,
8. ggf. den Umgang mit Atemschutzmasken/Atemschutzfiltern und deren Aufbewahrungsorte.

Im Rahmen der ersten Unterweisung vor der Aufnahme von Tätigkeiten im Labor muss der Beschäftigte arbeitsplatzbezogen über die o. g. Rettungseinrichtungen informiert werden.

### 10.1.1 Flucht- und Rettungswege

In Laboratorien müssen unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, der verwendeten Stoffe und Arbeitsverfahren Flucht- und Rettungswege und Ausgänge in ausreichender Zahl vorhanden sein. Fluchtwege dürfen nur dann über einen benachbarten Raum führen, wenn dieser Raum auch im Gefahrfall während des Betriebes ein sicheres Verlassen ohne fremde Hilfe ermöglicht. Es ist zu empfehlen, in jedem Laborraum eine zweite Fluchtmöglichkeit einzurichten. Die maximale Fluchtweglänge darf 25 m nicht überschreiten. Flucht- und Rettungswege, Notausgänge und Notausstiege müssen jederzeit freigehalten werden. Notausgangstüren und Notausstiege müssen jederzeit ohne Hilfsmittel zu öffnen sein. Schlüsselkästen usw. sind nicht zulässig.

### 10.1.2 Betriebsstörungen, Unfälle und Notfälle

Um die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten bei Betriebsstörungen, Unfällen oder Notfällen zu schützen, hat der Arbeitgeber rechtzeitig die Notfallmaßnahmen festzulegen, die beim Eintreten eines derartigen Ereignisses zu ergreifen sind. Dies schließt die Bereitstellung angemessener Erste-Hilfe-Einrichtungen und die Durchführung von Sicherheitsübungen in regelmäßigen Abständen ein. Tritt eine Betriebssstörung, ein Unfall oder ein Notfall auf, so muss der Arbeitgeber unverzüglich die festgelegten Notfallmaßnahmen ergreifen, um

1. betroffene Beschäftigte über die durch das Ereignis hervorgerufene Gefahrensituation im Betrieb zu informieren,
2. die Auswirkungen des Ereignisses zu mindern und
3. wieder einen normalen Betriebsablauf herbeizuführen.

Der Arbeitgeber hat Warn- und sonstige Kommunikationssysteme, die eine erhöhte Gefährdung der Gesundheit und Sicherheit anzeigen, zur Verfügung zu stellen, so dass eine angemessene Reaktion möglich ist und unverzüglich Abhilfemaßnahmen sowie Hilfs-, Evakuierungs- und Rettungsmaßnahmen eingeleitet werden können.

Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass Informationen über Maßnahmen bei Notfällen mit Gefahrstoffen zur Verfügung stehen. Die zuständigen innerbetrieblichen und betriebsfremden Unfall- und Notfalldienste müssen Zugang zu diesen Informationen erhalten. Zu diesen Informationen zählen:

1. eine Vorabmitteilung über einschlägige Gefahren bei der Arbeit, über Maßnahmen zur Feststellung von Gefahren sowie über Vorsichtsmaßregeln und Verfahren, damit die Notfalldienste ihre eigenen Abhilfe- und Sicherheitsmaßnahmen vorbereiten können (Hierbei handelt es sich um Feuerwehrpläne, die die Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge der Berufsfeuerwehr Braunschweig zu Verfügung stell)t.
2. alle verfügbaren Informationen über spezifische Gefahren, die bei einem Unfall oder Notfall auftreten oder auftreten können, einschließlich der notwendigen Informationen über die Verfahren.

Für Betriebszustände in Laboratorien und vergleichbaren Arbeitsbereichen, die vom Normalbetrieb abweichen und bei denen Beschäftigte erhöhten Konzentrationen von Gefahrstoffen ausgesetzt sein können oder andere gefährliche Betriebszustände auftreten, sind Maßnahmen festgelegt, nach denen die Beschäftigten für sich selbst oder andere Personen die notwendigen Schritte zur Schadensbegrenzung und Gefahrenabwehr durchführen müssen. Hierunter fallen z. B.

1. Störungen im Lüftungssystem, bei denen der Ausfall der Lüftung zu einem gefahrdrohenden Zustand führt,
2. Auslaufen, Verschütten oder Austreten von Gefahrstoffen in gefährlichen Mengen
3. Gefahr von Explosionen oder Verpuffungen bei durchgehenden chemischen Reaktionen oder bei verstopften Dewarbehältern mit flüssigem Stickstoff

In derartigen Fällen sind je nach Gefährdungsgrad folgende Maßnahmen zu ergreifen:

1. Einstellung der Arbeiten und Absicherung laufender Versuche,
2. Eingrenzungen von Kontaminationen auf die betreffenden Arbeitsräume bzw. Arbeitsplätze z. B. durch das Schließen von Fenstern und Türen,
3. Räumung des betroffenen Arbeitsbereiches; bei größeren Havarien auch Räumung des gesamten Gebäudes und Alarmierung der Berufsfeuerwehr Braunschweig
4. Information des Arbeitgebers,
5. Bekanntgabe und Aushang von Zutrittsverboten durch den Arbeitgeber oder einen Vertreter,
6. Betreten der Gefahrenbereiche nur durch ausdrücklich vom Arbeitgeber beauftragte Personen,
7. Wiederherstellung des Ausgangszustandes nur durch fachkundiges und besonders eingewiesenes Personal (z. B. bei der Instandsetzung oder Reinigung),
8. Durchführung aller Arbeiten im gefährdeten Bereich nur mit geeigneter und ausreichender persönlicher Schutzausrüstung,
9. Feststellung der Kontaminationsfreiheit nach Reinigung und vor Wiederinbetriebnahme der betroffenen Arbeitsräume bzw. Arbeitsplätze.

Maßnahmen zur Beseitigung eines gefährlichen Zustandes dürfen nur unter Selbstschutz und mit geeigneten Schutzmaßnahmen erfolgen. Dies gilt auch für die Beseitigung von verschütteten Stoffen. Die dafür erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen sind gut erreichbar an einem Ort aufzubewahren, wo diese jederzeit ohne Gefährdung zugänglich sind, zum Beispiel auf dem Flur vor dem Labor. Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten, die im Gefahrenbereich tätig werden, vor Aufnahme ihrer Tätigkeit geeignete Schutzkleidung und persönliche Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzmaske mit geeigneten Filtern) sowie gegebenenfalls erforderliche spezielle Sicherheitseinrichtungen und besondere Arbeitsmittel zur Verfügung zu stellen. Im Gefahrenbereich müssen die Beschäftigten die Schutzkleidung und die persönliche Schutzausrüstung für die Dauer des nicht bestimmungsgemäßen Betriebsablaufs verwenden. Die Verwendung belastender persönlicher Schutzausrüstung muss für die einzelnen Beschäftigten zeitlich begrenzt sein. Ungeschützte und unbefugte Personen dürfen sich nicht im festzulegenden Gefahrenbereich aufhalten.Die Exposition darf nicht von unbegrenzter Dauer sein und ist für jeden Beschäftigten auf das unbedingt erforderliche Mindestmaß zu beschränken.

### 10.1.3 Stromunfälle

Bei Stromunfällen ist sofort die Stromversorgung zu unterbrechen, z. B. durch Betätigen des NOT-AUS-Schalters, FI-Schutzschaltern oder Sicherungen. Keinesfalls dürfen Personen, die unter Strom stehen, angefasst werden. Ggf. können diese Personen mit Hilfe von islierenden Gegenständen von der Stromquelle getrennt werden.

### 10.1.4 Tätigkeiten fremder Personen im Labor, Zusammenarbeit verschiedener Firmen

Sollen in einem Labor von Fremdfirmen (dazu zählen auch Beschäftigte des Geschäftsbereichs 3) Tätigkeiten mit Gefahrstoffen oder Tätigkeiten in einem Bereich ausüben, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen sind, hat der Auftraggeber der Tätigkeiten sicherzustellen, dass nur solche Fremdfirmen herangezogen werden, die über die Fachkenntnisse und Erfahrungen verfügen, die für diese Tätigkeiten erforderlich sind. Der Auftraggeber hat gemeinsam mit dem für das Labor zuständigen Arbeitgeber die Fremdfirmen über Gefahrenquellen und spezifische Verhaltensregeln zu informieren. Tätigkeiten von Betriebsfremden sind in Laboratorien nur zulässig, wenn entweder vor Aufnahme der Beschäftigung die von einem Laboratorium ausgehenden Gefahren beseitigt oder geeignete Schutzmaßnahmen und Verhaltensweisen festgelegt und die Betriebsfremden eingewiesen wurden.

Der Arbeitgeber der im Labor beschäftigten Personen hat dafür zu sorgen, dass Arbeiten an Sicherheitseinrichtungen und ihren Versorgungs- und Entsorgungsleitungen nur nach vorheriger Absprache mit den Beschäftigten erfolgen und für die Dauer der Arbeiten entsprechende Hinweise an den Sicherheitseinrichtungen angebracht werden. Der Arbeitgeber informiert die Beschäftigten über die mit den Arbeiten verbundenen Beschränkungen. Aufgrund der auszuführenden Arbeiten kann es notwendig sein, dass die Labortätigkeiten für die Dauer dieser Arbeiten zu unterbrechen sind. Es wird empfohlen, die Freigabe für die Durchführung von Reparaturarbeiten und sonstigen Tätigkeiten erst schriftlich nach Gegenzeichnung aller Beteiligten zu erteilen.

Bei Tätigkeiten mehrerer Fremdfirmen müssen alle betroffenen Arbeitgeber bei der Durchführung ihrer Gefährdungsbeurteilungen zusammenzuwirken und die Schutzmaßnahmen abzustimmen. Dies ist zu dokumentieren. Die Arbeitgeber haben dabei sicherzustellen, dass Gefährdungen der Beschäftigten aller beteiligten Fremdfirmen und der eigenen Beschäftigten durch die Arbeiten wirksam begegnet wird. Jeder Arbeitgeber der Fremdfirmen ist dafür verantwortlich, dass seine Beschäftigten die gemeinsam festgelegten Schutzmaßnahmen anwenden.

Besteht bei Tätigkeiten von Beschäftigten einer Fremdfirma eine erhöhte Gefährdung von anderen Beschäftigten, ist vom Auftraggeber ein Koordinator zu bestellen. Wurde ein Koordinator nach den Bestimmungen der Baustellenverordnung bestellt, gilt diese Pflicht als erfüllt. Dem Koordinator sind von den beteiligten Arbeitgebern alle erforderlichen sicherheitsrelevanten Informationen sowie Informationen zu den festgelegten Schutzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen. Die Bestellung eines Koordinators entbindet die Arbeitgeber nicht von ihrer Verantwortung nach dieser Verordnung.

Vor dem Beginn von Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten oder Bauarbeiten muss der Auftraggeber für die Gefährdungsbeurteilung Informationen darüber einholen, ob entsprechend der Nutzungs- oder Baugeschichte des Objekts Gefahrstoffe, insbesondere Asbest, vorhanden oder zu erwarten sind. Weiter reichende Informations-, Schutz- und Überwachungspflichten, die sich für den Auftraggeber oder Bauherrn nach anderen Rechtsvorschriften ergeben, bleiben unberührt.

**10.2 Verhalten bei Bränden**

! MENSCHENRETTUNG GEHT VOR SACHRETTUNG !

Es ist die Brandschutzordnung der TU zu beachten. Die TU bietet regelmäßige Löschübungen an, die Teilnahme ist kostenlos. Informieren Sie sich über die nächsten Termine!

Brennende Personen mit dem am schnellsten zur Verfügung stehenden Mittel ablöschen, also z. B. unter der Notdusche, mit der Löschdecke (ggf. auch Kittel, Tücher usw.) oder mit einem Feuerlöscher.

Brände sofort bekämpfen, sofern dies gefahrlos möglich ist. Schlägt ein erster Löschversuch fehl, müssen alle Personen sofort den Raum verlassen, die Tür schließen, die Feuerwehr alarmieren:

Notruf 0-112 oder Handy 112 oder Feuermelder!

Legen Sie den Telefonhörer erst auf, wenn Sie von der Feuerwehr dazu aufgefordert werden!

Auf die Feuerwehr warten! Die Feuerwehr ist durch orts- und sachkundige Personen einzuweisen! Verrauchte Räume dürfen nur von der Feuerwehr betreten werden! Alle nicht für Löscharbeiten oder Rettungsmaßnahmen erforderlichen Personen benachrichtigen und das Gebäude evakuieren

lassen! Dazu, soweit vorhanden, die Druckknopfmelder der Brandmeldeanlage betätigen, wodurch automatisch auch die Berufsfeuerwehr Braunschweig alarmiert wird.

Alle Personen müssen sich auf dem Sammelplatz versammeln, auf dem keine Gefahr für die Personen besteht! Der Sammelplatz ist institutsintern festzulegen. Er befindet sich im Innenhof, Hagenring 30.

### 10.3 Erste-Hilfe-Maßnahmen

Die NOTRUF-Nummern können von allen Telefonen an der TU benutzt werden!

| | |
|---|---|
| Feuerwehr/Notarzt | 0-112 |
| Polizei | 0-110 |
| Rettungsleitstelle | 0-19222 |

Legen Sie den Telefonhörer erst auf, wenn Sie vom Rettungsdienst dazu aufgefordert werden!

Lassen Sie Verletzte niemals allein und lassen Sie Verletzte auch nicht allein zum Arzt gehen! Bitte begleiten Sie Verletzte solange, bis sie ausreichend medizinisch betreut werden.

#### 10.3.1 Allgemeines

Jede Universitätseinrichtung muss für den Notfall eine schnelle Erste Hilfe für Verletzte gewährleisten. Erste-Hilfe-Maßnahmen müssen auf die in Laboratorien möglichen Verletzungen und Gesundheitsschädigungen ausgerichtet sein. Soweit mit besonders gefährlichen Chemikalien umgegangen wird, sind dem Rettungsdienst Informationen über Notfallmaßnahmen in Bezug auf die Gefahrstoffe im Labor zur Verfügung zu stellen. Zur Vorbereitung der Maßnahmen sind dem Rettungsdienst geeignete Vorabinformationen zu übermitteln. Es muss sichergestellt werden, dass die gesamte Rettungskette funktioniert. Neben dem Vorliegen der erforderlichen Informationen vor Ort muss über eine wirksame Erste Hilfe hinaus auch eine schnelle und richtige Versorgung im Krankenhaus erreicht werden. Hierzu kann es erforderlich sein, dass nicht nur die vorliegenden Informationen (auch zur Behandlung) mitgegeben werden, sondern auch Antidots. Ebenso sollte mit dem oder den für die Behandlung in Frage kommenden Krankenhäusern vor Aufnahme entsprechender Arbeiten das Vorgehen abgestimmt sein, so dass auch dort die notwendigen Informationen über die einschlägigen Gefahren bei der Arbeit, über Maßnahmen zur Feststellung von Gefahren und über Vorsichtsmaßregeln vorliegen. Durch verzögerte oder gar falsche Versorgung besteht akute Gefahr für Leib und Leben des Unfallopfers.

Der Arbeitgeber hat die von den Landesunfallkasse 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.

Angemessene Erste-Hilfe-Einrichtungen müssen bereitgestellt werden. Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass ausreichend Verbandmaterial, erforderliche Ausrüstung und bei Tätigkeiten 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. Die Aus- und Fortbildung der Ersthelfer ist gemäß den betrieblichen Gefährdungen zu ergänzen.

Bei Tätigkeiten mit gefährlichen chemischen Stoffen, wie beispielsweise Flusssäure, sind in Absprache mit dem Betriebsarzt Antidots oder Mittel zur Begrenzung der Auswirkungen bereitzuhalten.

Jede Universitätseinrichtung muss für den Notfall eine schnelle Erste Hilfe für Verletzte gewährleisten. Hierzu sind erforderlich:

1. ausgebildete Ersthelfer (mindestens 10 % der anwesenden Beschäftigten, Ersthelfer sollten nach einem Grundkurs alle zwei Jahre an einem Auffrischungskurs teilnehmen, Kurstermine erfahren Sie bei der Stabsstelle für Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge,
2. Erste-Hilfe-Kästen,
3. Notfallblätter, die Angaben zum Notruf und über Ärzte und Krankenhäuser enthalten.

Jeder Beschäftigte muss wissen, wo sich der nächste Erste-Hilfe-Kasten befindet. Jeder Beschäftigte sollte die Grundlagen der Ersten Hilfe beherrschen, in jedem Institut muss mindestens ein ausgebildeter Ersthelfer vorhanden sein. Informieren Sie sich, wer der Ersthelfer ist. Alle Unfälle müssen unverzüglich dem Arbeitgeber und im Geschäftszimmer des Institutes gemeldet werden! Kleinere Verletzungen, für die keine ärztliche Hilfe in Anspruch genommen wurde, müssen im Verbandbuch eingetragen werden, das sich in den Erste-Hilfe-Kästen befindet. Das Eintragen sichert eventuelle Entschädigungsansprüche.

Es hat sich bewährt. die zusätzliche Fortbildung der Ersthelfer abgestimmt auf die speziellen Laborerfordernisse durchführen zu lassen. Mögliche Verletzungen sind beispielsweise Augenverätzungen, Hautverätzungen, Schnittverletzungen, Verbrennungen und Verbrühungen.

Bei wiederkehrenden Gesundheitsstörungen und Erkrankungen sowie beim Auftreten von Hautkrankheiten sind der Arbeitgeber und der Betriebsarzt zu informieren, wenn Verdacht besteht, dass diese durch Einwirkung von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz verursacht sein könnten.

### 10.3.2 Grundsätze der Ersten Hilfe

Die Grundsätze für die Erste Hilfe sind:

1. Ruhe bewahren.
2. Betroffenen aus der Gefahrenzone herausholen. Dabei auf eigene Sicherheit achten.
3. Verletzte niemals allein lassen!
4. Wegen Schockgefahr Verletzten niemals allein zum Arzt oder zur Klinik gehen bzw. fahren lassen.
5. Verletzten richtig lagern und beruhigen und damit zusätzliche Schäden verhindern.
6. Über Notruf Rettungsdienst alarmieren: Telefon 0-112 oder 0-19222.
7. Ständig Atmung und Kreislauf überwachen.
8. Bei Bewusstsein ggf. Schocklage erstellen; Beine nur leicht (max. 10 cm) über Herzhöhe mit entlasteten Gelenken lagern.
9. Bei Bewusstlosigkeit und vorhandener Atmung Person in die stabile Seitenlage bringen.
10. Bei Atemstillstand besteht in aller Regel auch Herzstillstand. Deshalb sofort mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung beginnen. Bei einsetzender Atmung Person in die stabile Seitenlage bringen.
11. Bei Herzstillstand sofort mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung beginnen.

Der Verletzte ist unverzüglich dem Arzt vorzustellen (ggf. Notruf!), auch wenn nur der Verdacht auf Einwirkung gesundheitsgefährdender Stoffe besteht. Der Arzt ist über die Art der Einwirkung der Stoffe zu unterrichten, insbesondere durch sachkundige Begleitpersonen und Begleitzettel.

### 10.3.3 Körperkontakt mit Gefahrstoffen

Mit Gefahrstoffen in Berührung gekommene Körperstellen sind sofort gründlich mit Wasser und gegebenenfalls Seife abzuwaschen, keinesfalls dürfen hierfür Lösemittel oder andere Gefahrstoffe verwendet werden. Mit Gefahrstoffen verunreinigte Kleidungsstücke, auch Unterkleidung, Strümpfe, Schuhe sind sofort auszuziehen. Verunreinigte Kleidungsstücke sind so zu behandeln, dass keine weiteren Personen gefährdet werden.

Bei großflächigem Hautkontakt ist die sofortige und gründliche Benutzung einer Notdusche sinnvoll. Für das Entfernen von wasserunlöslichen, viskosen und fettartigen Gefahrstoffen von der Haut kann der Einsatz von Polyethylenglykol (zum Beispiel Lutrol®) als Waschlösung sinnvoll sein.

Bei Kontamination oder Inkorporation gesundheitsgefährlicher Stoffe oder Verdacht darauf sind die Betroffenen unverzüglich einem Arzt vorzustellen. Am besten ist der Notarzt über Telefon 0-112 zu alarmieren. Der Arbeitgeber ist in allen Fällen unverzüglich zu benachrichtigen.

Der Arzt ist über die Art der Einwirkung des Stoffes zu unterrichten, beispielsweise durch telefonische Auskunft, Begleitzettel oder sachkundige Begleitpersonen. Es kann zweckmäßig sein, den Betroffenen liegend zu transportieren. Nach Einatmen beispielsweise von Ammoniak, Chlor, nitrosen Gasen oder Phosgen ist liegender Transport auch bei scheinbar gehfähigen Personen wegen möglicher späterer Folgen erforderlich.

### 10.3.4 Reizungen und Verätzungen der Haut

Reizungen und Verätzungen der Haut treten relativ häufig auf. Verätzungen durch Laugen sind oft schwerwiegender als Verätzungen durch Säuren. Besonders gefährliche Säuren sind Flusssäure und Ameisensäure.

Benetzte Hautstellen sofort mit viel Wasser und anschließend mit Wasser und Seife abwaschen. Geeignete Reinigungsmittel sind oft auf dem Etikett des Chemikaliengebindes angegeben. Neutralisationsversuche sind verboten! Anschließend Wunde keimfrei bedecken und ggf. ärztlichen Rat einholen oder Notarzt alarmieren. Beschmutzte oder getränkte Kleidung sofort ausziehen! Verunreinigte Kleidungsstücke so aufbewahren und behandeln, dass keine weiteren Personen gefährdet werden.

### 10.3.5 Reizungen und Verätzungen der Augen

Auge sofort mit Wasser spülen. Augennotduschen, Wasserhahn oder Augenspülflaschen benutzen! Augen grundsätzlich von der Nase nach außen hin bei gespreizten Augenlidern spülen. Spült man von außen zur Nasenwurzel hin, können Schadstoffe auch in das andere, ggf. nicht verletzte Auge gelangen. Das Spülen muss mindestens 10 Minuten lang erfolgen. Die sofortige Spülung der Augen mit ausreichenden Mengen von Wasser kann später durch keine ärztliche Maßnahme nachgeholt werden.
Anschließend Patienten zum Augenarzt bringen oder Notarzt rufen!

### 10.3.6 Vergiftungen

Vergiftungen werden durch folgende Einwirkungen verursacht:

1. Einatmen giftiger Gase, Dämpf, Stäube und Aerosole,
2. Hautkontakt mit giftigen Feststoffen und Flüssigkeiten, aber auch durch Aufnahme giftiger Gase durch die Haut,
3. Verschlucken von Giften, z. B.
   - bei verbotenem Pipettieren mit dem Mund,
   - beim Essen, wenn das Nahrungsmittel mit verschmutzten Händen angefasst wird..

Die Atemwege sind bei Einwirkung von Gasen, Dämpfen, Stäuben oder auch Aerosolen reizender und ätzender Stoffe stark gefährdet. Neben anderen Beeinträchtigungen besteht die Gefahr eines lebensgefährlichen Lungenödems (Flüssigkeitsansammlung in der Lunge). Bei anfänglich scheinbarer Beschwerdefreiheit tritt die Erkrankung unter Umständen erst nach Stunden auf (z. B. bei Phosgen, nitrosen Gasen). Aus diesen Gründen muss nach der Inhalation unbedingt ärztliche Hilfe in Anspruch genommen werden.

Beim Umgang mit giftigen und sehr giftigen Stoffen können 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.
Maßnahmen:
nach Verschlucken:

Brechreiz auslösen durch Trinken von lauwarmer Kochsalzlösung (3-4 Teelöffel auf 1 Glas Wasser) oder Berühren der Rachenhinterwand (Finger in den Mund!). Erbrochenes sammeln und für den Arzt mitnehmen. Aber: ein Erbrechen darf nicht ausgelöst werden, wenn der Verletzte bewusstlos ist oder eine Vergiftung durch Säuren oder Laugen verursacht wurde. Keine Neutralisierungsversuche durchführen!

1. Nach Verschlucken: Bei Verätzungen der Speiseröhre oder des Magens reichlich Wasser in kleinen Schlucken trinken lassen bzw. bei Verätzungen des Mundes den Mund reichlich mit Wasser ausspülen und anschließend das Wasser ausspucken lassen, nicht verschlucken!
2. Nach Einatmen: Verletzten an die frische Luft bringen.
3. Nach Hautkontakt: Benetzte Stelle gründlich reinigen. Verunreinigte Kleidung, ggf. auch Unterwäsche, schnellstens ausziehen.

Bewusstlose Personen in die stabile Seitenlage bringen. Bei Atemstillstand und/oder Herzstillstand Herz-Lungen-Wiederbelebung durchführen.

Bei allen Vergiftungen, auch bei scheinbarem Wohlbefinden, den Patienten sofort nach den Erste-Hilfe-Maßnahmen in ärztliche Obhut geben. Rettungsdienst über Notruf 0-112 oder 0-19222 alarmieren. Die Klinik muss sofort über den Notfall unter Angabe der Vergiftungsart informiert werden.

Stoffe, die eine Vergiftung ausgelöst haben (könnten), dem Rettungsdienst nennen. Wenn möglich dem Rettungsdienst das Chemikaliengebinde, zumindest das Etikett, sowie Erbrochenes mitgeben.

### 10.3.7 Verbrennungen und Verbrühungen

1. Brennende Person aufhalten und Brand mit Notdusche, Löschdecke (ggf. auch Laborkittel, Handtücher) oder einem Feuerlöscher ablöschen.
2. Bekleidung, die mit heißen Stoffen getränkt ist, sofort entfernen oder mit der Notdusche kühlen!
3. Vorsicht: Heiße oder brennende Stoffe, die unmittelbar auf die Haut gelangt sind, nicht manuell entfernen.
4. Betroffene Gliedmaßen sofort in kaltes Wasser eintauchen oder unter fließendes kaltes Wasser halten, bis Schmerzlinderung eintritt. Keine Anwendung von Mehl, Puder, Salben o. ä.!
5. Brandwunden keimfrei bedecken und ggf. ärztlichen Rat einholen.

### 10.3.8 Schnittwunden

Die häufigsten Verletzungen im Labor sind Schnittwunden an den Händen, die in der Regel durch zerbrechende Glasgeräte und scharfe Kanten an angebrochenen Glasgeräten verursacht werden.
Maßnahmen:
Bei allen Maßnahmen selbst Einmalhandschuhe zum Schutz vor Infektionen tragen!
Jede Wunde keimfrei verbinden.
Blutungen stillen! Fast alle Blutungen können mit einem Pflaster, Verband oder Druckverband gestillt werden. Bei starkem Blutverlust oder Wunden, deren Blutung nicht gestillt werden kann, Notarzt rufen.
Bei Verdacht der Verletzung von Sehnen oder Nerven ärztliche Versorgung veranlassen.

### 10.3.9 Prellungen, Verstauchungen, Verdacht auf Knochenbrüche

Die meisten Ursachen für Unfälle dieser Art sind heftiges Anstoßen, Umknicken und Ausrutschen auf Treppen und feuchten Böden, oft verursacht durch ungeeignetes Schuhwerk. Maßnahmen:

1. Betroffenen Körperteil ruhig stellen.
2. Bei Verdacht auf Prellungen und Verstauchungen sollte gekühlt werden.
3. Bei Verdacht auf einen Knochenbruch den Verletzten zum Unfallarzt bringen bzw. Notarzt rufen.
4. Bei Verdacht auf Wirbelsäulenverletzungen Lage des Verletzten nicht verändern. Lage des Verletzten durch Decken und feste Gegenstände fixieren. Notarzt rufen.

### 10.3.10 Unfälle durch elektrischen Strom

Maßnahmen:

1. sofort Strom unterbrechen durch Ausschalten, Stecker ziehen, Sicherung herausnehmen oder NOT-AUS betätigen.
2. Ist das nicht sofort möglich, Verunglückten durch nicht leitenden Gegenstand, z. B. Holzhocker, Besenstiel, von den unter Spannung stehenden Teilen trennen.
3. Anschließend Atmung und Puls kontrollieren, ggf. Beatmung, Herz-Lungen-Wiederbelebung oder stabile Seitenlage bei Bewusstlosigkeit.
4. Immer mit dem Verletzten zum Arzt gehen oder Notarzt alarmieren. Stromschläge können noch nach 24 Stunden zu lebensgefährlichen Zuständen führen!

**11 Besondere Vorschriften für Praktika**

Der Arbeitgeber muss vor Beginn jeder neuen Lehrveranstaltung die Unterweisung der Studierenden in Gegenwart der Praktikumsassistenten selbst vornehmen. Wird diese Pflicht an Assistenten übertragen, so muss dieses schriftlich erfolgen. Die Delegation der Unterweisung an eine kompetente Person enthebt den Arbeitgeber im Übrigen nicht von seiner Verantwortung für die Einhaltung der Gefahrstoffverordnung. Der Arbeitgeber muss sich in seinen Praktika regelmäßig von deren sicherheitsgerechtem Verlauf überzeugen. Es wird empfohlen, Gegenstände der Unterweisung in praktikumsbezogenen Prüfeinheiten abzufragen, um die Bedeutung der Arbeitssicherheit für Studium und Beruf hervorzuheben.

Im Verlauf der Unterweisung müssen den Studierenden im Praktikum im Praktikumssaal die Fluchtwege und alle wichtigen Rettungsgeräte wie z. B. Notduschen, Löschdecken, Feuerlöscher, Augennotduschen, Adsorbentien gezeigt werden. Studierende, die an der Unterweisung nicht teilgenommen haben, dürfen nicht am Praktikum teilnehmen.

Studienanfänger in den Fächern Chemie, Pharmazie und Biologie müssen zu Beginn ihrer praktischen Labortätigkeiten sowie bei besonders gefahrenträchtigen Versuchen über die formale Unterweisung nach der Gefahrstoffverordnung hinaus auch praktisch in das sichere Arbeiten in chemischen Laboratorien eingeführt werden. Dieses kann sowohl im Rahmen eines Vorkurses zum Praktikum als auch schwerpunktmäßig zu Beginn des Praktikums erfolgen.

Im weiteren Verlauf des Studiums müssen die Studierenden vor Beginn jeder neuen Lehrveranstaltung, soweit sie in dieser mit Gefahrstoffen umgehen, unterwiesen werden. Hierbei können bereits vermittelte Grundkenntnisse als bekannt vorausgesetzt werden. Studienanfänger sollten grundsätzlich von den Verantwortlichen alle notwendigen Informationen an Hand einer Betriebsanweisung im Rahmen einer Unterweisung erhalten.

Das Erlernen des sicheren Umgangs mit Gefahrstoffen durch die Studierenden ist ein Ausbildungsziel. Die Studierenden müssen entsprechend ihres Ausbildungsstandes im Laufe des Studiums an eigenständige Entscheidungen über Schutzmaßnahmen herangeführt werden.

Für jedes Praktikum ist eine Praktikums-Betriebsanweisung zu erstellen. Sie ist auf Grundlage dieser allgemeinen Betriebsanweisung für Laboratorien zu erstellen. Sie soll nur die für das entsprechende Praktikum notwendigen Punkte dieser Betriebsanweisung enthalten. Sie muss zusätzlich enthalten:

1. eine Liste aller im Praktikum benutzten und herzustellenden Gefahrstoffe einschließlich ihrer H- und P-Sätze (ausgenommen analytische Praktika, da dieses dem Praktikumsziel entgegensteht),
2. eine Bedienungsanleitung für alle zu benutzenden Geräte, soweit keine mündliche Unterweisung an diesen Geräten erfolgt,
3. genaue experimentelle Vorschriften und Arbeitsanweisungen, sofern nicht detaillierte Literaturangaben vorliegen.

Studierende müssen während experimenteller Arbeiten ständig von mindestens einem Praktikumsassistenten beaufsichtigt werden. Praktikumsassistenten müssen „fachkundig“ sein und eine abgeschlossene Ausbildung einer chemischen oder einer verwandten Fachrichtung besitzen (siehe Kapitel 2.3). Praktikumsassistenten müssen außerdem genügend Erfahrung und Zuverlässigkeit besitzen, um ein gefahrloses Arbeiten der Studierenden gewährleisten zu können.

Beaufsichtigen im Sinne dieser Betriebsanweisung heißt, dass sich der Praktikumsassistent im Praktikumsraum oder in einem Raum befindet, der unmittelbar an den Praktikumsraum angrenzt, um bei Unfällen sofort Hilfe leisten zu können. Von der Anwesenheitspflicht darf nur kurzzeitig z. B.

für den Gang zu Toilette abgewichen werden. Bei zu erwartender längerer Abwesenheit muss der Praktikumsassistent durch eine Person vertreten werden, die mit ihrer Ausbildung ebenfalls die Voraussetzungen eines Praktikumsassistenten erfüllt.

Studentinnen, die schwanger sind, sollen ihre Schwangerschaft unverzüglich dem Praktikumsleiter (Arbeitgeber, in der Regel der zuständige Hochschullehrer) oder bei dessen Abwesenheit dem Praktikumsassistenten oder im Sekretariat des Institutes mitteilen. Es gelten die Beschäftigungsbeschränkungen für werdende Mütter. Alle Praktikumsversuche und Prüfungen, die die Schwangere im Verlauf des Praktikums bereits absolviert hat, sollen bei einer Fortsetzung des Praktikums in einem späteren Semester anerkannt werden, sie brauchen nicht wiederholt zu werden. Es ist die Aufgabe des Arbeitgebers (Praktikumsleiters), dafür zu sorgen, dass die Schwangere auf eigenen Wunsch das Praktikum beenden kann, wobei gegen die Beschäftigungsbeschränkungen nicht verstoßen werden darf. Die fehlenden Versuche müssen so gestaltet werden, dass eine Gefährdung der Schwangeren und des ungeborenen Kindes nicht erfolgen kann. Dazu ist ggf. die Fortsetzung des Praktikums in einem gesonderten Labor notwendig, in dem kein Umgang mit sehr giftigen, giftigen, gesundheitsschädlichen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden oder sensibilisierenden Stoffen stattfinde). Der Arbeitgeber hat zu entscheiden, ob fehlende Versuche durch das Anfertigen einer schriftlichen Arbeit abgegolten werden können. Ist aus didaktischen Gründen der Umgang mit solchen Gefahrstoffen notwendig, mit denen Schwangere nicht beschäftigt werden dürfen, muss die Schwangere das Praktikum unterbrechen.

In den Praktika ist grundsätzlich auf krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe zu verzichten. Diese Gefahrstoffe sind durch weniger gefährliche zu ersetzen, wenn dadurch ein gleichwertiger didaktischer, inhaltlicher oder methodischer Zweck erreicht wird. Ausnahmen von der Ersatzpflicht sind nur zulässig, wenn sie für die Praxis des betreffenden Faches von besonderer Bedeutung sind. In den Praktika im Grundstudium sollten entsprechende Versuche, falls erforderlich, erst gegen Ende der Praktika durchgeführt werden, wenn die Studierenden eine hinreichende experimentelle Geschicklichkeit erworben haben und ausführlich unterwiesen worden sind.

Für eine Verbesserung der Arbeitssicherheit an Hochschulen besonders sinnvoll sind versuchsbezogene Betriebsanweisungen mit der Ermittlung von Gefahrstoffeigenschaften, Beschreibungen von Schutzmaßnahmen, Entsorgung etc., die möglichst jeder Studierende aus der Literatur selbst ermittelt, mit dem Versuchsbetreuer durchspricht und nachprüfbar protokollmäßig festhält. Protokolle für Versuche, bei denen Studierende Umgang mit Gefahrstoffen haben, sollten Angaben über die Gefahrstoffe enthalten, mindestens deren Namen und deren H- und P-Sätze.

**Literaturverzeichnis**

BERNABEI, D. (1991): Sicherheit, Handbuch für das Labor – GIT-Verlag 1991

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (**Chemikaliengesetz**) vom 02.07.2008, BGBl. I

Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich (GUV 19.17) – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, November 1998

Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien, Einführung für Studierende (GUV-I 8553) – Deutsche gesetzliche Unfallversicherung, März 2006

Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen (**Laborrichtlinien**) – BGI/GUV-I 850-0, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dezember 2008

Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung (GUV-V B2) - Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Januar 1997 und Dürchführungsanweisungen zur BG-Vorschrift Laserstrahlung – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, April 2007

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (GHS- / CLP-Verordnung) vom 20. Januar 2009

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (**Gefahrstoffverordnung**) vom 26.11.2010, BGBl. I

Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher StoffeChemikalienverbotsverordnung, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (**Chemikalienverbotsverordnung**) vom 26.11.2010, BGBl. I