

ALLGEMEINE BETRIEBSANWEISUNG

gemäß Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),

Richtlinien für Laboratorien (GUV 16.17)

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 CAROLO-WILHELMINA ZU BRAUNSCHWEIG

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

1. Geltungsbereich

1.1. Definitionen

- 1.1.1. Arbeitgeber
- 1.1.2. Beschäftigte
- 1.1.3. Laboratorium
- 1.1.4. Büroraum
- 1.1.5. Labortätigkeit
- 1.1.6. Bürotätigkeit
- 1.1.7. Umgang mit Chemikalien
- 1.1.8. Inverkehrbringen von Gefahrstoffen

1.2. Grundsätzliches zu Sicherheitseinrichtungen

1.3. Stand der Technik

2. Schutzausrüstungen

2.1. Persönliche Schutzausrüstung

- 2.1.1. Augen- und Gesichtsschutz
 - 2.1.2. Schutzhandschuhe
 - 2.1.3. Fußschutz
 - 2.1.4. Schutz des übrigen Körpers
 - 2.1.5. Atemschutz
- ### 2.2. Schutzausrüstung im Labor
- 2.2.1. Notdusche und Augennotdusche
 - 2.2.2. Augenspülflaschen
 - 2.2.3. Feuerlöscher
 - 2.2.4. Feuerlöschdecke
 - 2.2.5. Erste-Hilfe-Kasten
 - 2.2.6. Atemschutzmaske und Filter
 - 2.2.7. Adsorbentien
 - 2.2.8. Türen
 - 2.2.9. Bodenablauf und Waschbecken
 - 2.2.10. Absperrarmaturen
 - 2.2.11. Verkehrsfläche
 - 2.2.12. Arbeitstisch
 - 2.2.13. Umluftabsaugungen
 - 2.2.14. Lärmschutz
Abzug siehe Kapitel 4.6.

3. Nahrungsaufnahme, Rauchen, Hygiene

3.1. Ordnung, Sauberkeit, Nahrungsaufnahme, Rauchen

3.2. Hygiene

3.3. Getrennte Aufbewahrung von Laborkitteln und Straßenkleidung

3.4. Tragen von Laborkitteln und Laborhandschuhen außerhalb der Laboratorien

4. Allgemeine Labortätigkeiten

4.1. Aufbau von Versuchsapparaturen

4.2. Umgang mit Glasgeräten

4.3. Arbeiten bei erhöhter Temperatur, Erwärmen

4.3.1. Heizgeräte

4.3.2. Erwärmen von Flüssigkeiten in den Bereich des Siedepunktes, Destillationen

4.4. Arbeiten bei erniedrigter Temperatur, Kühlen

4.5. Elektrische Geräte

4.6. Abzug

4.7. Umgang mit speziellen Geräten: Bedienungsanleitungen

4.8. Dauerversuche

4.9. Trocknen von Geräten und Chemikalien

4.9.1. Trocknen von Geräten, Trockenschränke

4.9.2. Trocknen von Feststoffen

4.9.3. Trocknen von Flüssigkeiten

4.9.4. Trocknen von Gasen

5. Arbeiten unter Über- oder Unterdruck, Gase

5.1. Unterdruck

5.1.1. Arbeiten unter Unterdruck

5.1.2. Vakuumpumpen und Unterdruckregler

5.2. Arbeiten mit Gasen bei Normal- und Überdruck

5.2.1. Aufbewahrung von Druckgasflaschen

5.2.2. Entnahme von Gasen, Umgang mit Druckgasflaschen

5.2.3. Einleiten von Gasen

5.2.4. Arbeiten unter Überdruck, Autoklaven

6. Umgang mit Chemikalien, Ermittlungspflicht, Einstufung und Kennzeichnung

6.1. Gefahrstoffe

6.2. Etikettierung von Chemikaliengebinden

6.3. Kennzeichnung von Chemikalien

6.3.1. Vollständige Kennzeichnung

6.3.1.1. R-Sätze: Hinweise auf die besonderen Gefahren

6.3.1.2. S-Sätze: Sicherheitsratschläge

6.3.1.3. Gefahrensymbole

6.3.2. Vereinfachte Kennzeichnung

6.3.3. Nicht notwendige Kennzeichnung

6.3.4. Kennzeichnung von Stoffgemischen

6.3.5. Kennzeichnung noch nicht geprüfter Stoffe

6.4. Aufbewahrung von Chemikalien

6.4.1. Aufbewahren, Bereitstellen, Lagern, sich im Arbeitsgang befinden

6.4.2. Lagern von Chemikalien in Etagenlagern

6.5. Transport von Chemikalien

6.6. Umfüllen von Chemikalien

6.7. Ersatzstoffe, Herstellungs- und Verwendungsverbote, SEVESO-II-Richtlinie

6.7.1. Ersatzstoffe

6.7.2. Herstellungs- und Verwendungsverbote, SEVESO-II-Richtlinie

- 6.8. **Schutz vor Chemikalienaufnahme in den Körper**
 - 6.8.1. Rangfolge von Schutzmaßnahmen
 - 6.8.2. Schutz vor oraler Chemikalienaufnahme
 - 6.8.3. Schutz vor dermalen Chemikalienaufnahme
 - 6.8.4. Schutz vor inhalativer Chemikalienaufnahme
 - 6.8.5. MAK- BAT- und TRK-Werte, Auslöseschwelle
 - 6.8.6. Kontrollmessungen und arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
- 6.9. **Gefahrstoffverzeichnis**
- 6.10. **Chemikalien, deren Besitz polizeilich kontrolliert werden kann**
- 6.11. **Unterrichtung und Anhörung der Beschäftigten**

- 7. **Hinweise zum Umgang mit besonderen Gefahrstoffgruppen, gefahrstoffspezifische Betriebsanweisungen**
 - 7.1. **Explosionsgefährliche Gefahrstoffe (E)**
 - 7.2. **Brandfördernde Gefahrstoffe (O)**
 - 7.3. **Hochentzündliche, leichtentzündliche und entzündliche Gefahrstoffe (F, F+)**
 - 7.4. **Mit Wasser gefährlich reagierende Gefahrstoffe**
 - 7.5. **Mit Säure gefährlich reagierende Gefahrstoffe**
 - 7.6. **Gesundheitsschädliche Gefahrstoffe (Xn)**
 - 7.7. **Giftige und sehr giftige Gefahrstoffe (T, T+)**
 - 7.8. **Ätzende Gefahrstoffe (C)**
 - 7.9. **Reizende Gefahrstoffe (Xi)**
 - 7.10. **Krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende, erbgutverändernde und sonst chronisch wirkende Gefahrstoffe**
 - 7.10.1. Krebserzeugende Gefahrstoffe
 - 7.10.2. Erbgutverändernde Gefahrstoffe
 - 7.10.3. Fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe
 - 7.10.4. Sonst chronisch wirkende Gefahrstoffe
 - 7.11. **Sensibilisierende Gefahrstoffe**
 - 7.12. **Selbstentzündliche Gefahrstoffe**
 - 7.13. **Gefahrstoffe mit der Gefahr kumulativer Wirkung**
 - 7.14. **Gefahrstoffe mit besonderer Gefährdung der Augen**
 - 7.15. **Umweltgefährliche Chemikalien (N)**

- 8. **Unterweisungen, Beschäftigungsbeschränkungen**
 - 8.1. **Unterweisungen**
 - 8.2. **Beschäftigungsbeschränkungen für bestimmte Personengruppen**
 - 8.2.1. Jugendliche
 - 8.2.2. Werdende oder stillende Mütter
 - 8.2.3. Frauen im gebärfähigen Alter

- 9. **Abfälle**
 - 9.1. **Abfallkonzept: Abfallvermeidung - Abfallverminderung - Abfallentsorgung**
 - 9.2. **Abfallarten**
 - 9.2.1. Restmüll
 - 9.2.2. Wertstoffe
 - 9.2.3. Sonderabfälle
 - 9.2.4. Abwasser
 - 9.3. **Liste der von der TU Braunschweig entsorgbaren Sonderabfälle**
 - 9.4. **Reinigung von Laborgeräten**

10. Umgang mit elektromagnetischer Strahlung, radioaktiven Stoffen und gentechnisch verändertem biologischem Material

- 10.1. **Starke Magnetfelder**
- 10.2. **Intensives sichtbares Licht**
- 10.3. **UV-Licht**
- 10.4. **Röntgenstrahlung**
- 10.5. **Radioaktive Strahlung**
- 10.6. **Gentechnisch verändertes biologisches Material**

11. Verhalten im Gefahrfall

- 11.1. **Vorsorgemaßnahmen**
- 11.2. **Verhalten bei Bränden**
- 11.3. **Gefahren durch ausgelaufene Chemikalien**
- 11.4. **Gefahren bei Gasausbrüchen**

12. Erste-Hilfe-Maßnahmen

- 12.1. **Allgemeines**
- 12.2. **Schnittwunden**
- 12.3. **Prellungen, Verstauchungen, Verdacht auf Knochenbrüche**
- 12.4. **Reizungen und Verätzungen der Haut**
- 12.5. **Reizungen und Verätzungen der Augen**
- 12.6. **Verbrennungen und Verbrühungen**
- 12.7. **Vergiftungen**
- 12.8. **Unfälle durch elektrischen Strom**
- 12.9. **Notfallblatt**

13. Besondere Vorschriften für Praktika**14. Literaturverzeichnis****Stichwortverzeichnis**

VORWORT

„Derjenige, in dessen Verantwortungsbereich mit Gefahrstoffen umgegangen wird, hat eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen, in der auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen auftretenden Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen wird sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden; auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle ist hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form und in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekanntzumachen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe zu treffen.“ (Gefahrstoffverordnung, § 20)

Diese vorliegende Allgemeine Betriebsanweisung kann bei der Vielzahl der unterschiedlichen Arbeitsplätze an der TU Braunschweig nicht arbeitsplatzbezogen sein. Sie ist deshalb von den Verantwortlichen (den „Arbeitgebern“) an die Arbeitsbedingungen und Arbeitsvorgänge in den Instituten anzupassen. Für spezielle Arbeitsplätze oder Tätigkeiten ist zu prüfen, ob die in den o.g. Regelungen gegebenen Hinweise ausreichend sind und der Arbeitsplatzbezug gegeben ist. Ist dies nicht der Fall, so sind für diese Bereiche eigene Betriebsanweisungen zu erstellen. Zu den Arbeitsplätzen, für die im allgemeinen eigene Betriebsanweisungen sinnvoll sind, gehören insbesondere Praktika, Service-Labors und Werkstätten.

Die Inhalte der Betriebsanweisungen können auch in Experimentalvorschriften oder Arbeitsanweisungen enthalten sein, wenn sie die notwendigen Hinweise auf die Gefährlichkeit der verwendeten Stoffe und die zu treffenden Schutzmaßnahmen enthalten. Eine einfache Stoffdatenaufstellung in Tabellenform ist ungeeignet und nicht ausreichend.

Beim Arbeiten in chemischen Laboratorien lauern zahlreiche Gefahren für Leben und Gesundheit aller sich dort aufhaltenden Personen. Durch unsachgemäß ausgeführte Tätigkeiten drohen aber auch der Umwelt Gefahren.

Sinn dieser 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 Rauchverbot in Laboratorien. Daneben enthält sie aber auch Anleitungen, die es allen im Labor Beschäftigten ermöglichen sollen, selbständig Probleme zu lösen. Ein Beispiel dafür ist die Entsorgung von Abfällen aller Art.

Die Betriebsanweisung soll nicht unbeachtet in einer Laborecke verstauben, sondern ein Ratgeber für die täglich anfallenden Aufgaben und Probleme im Labor sein. Sie enthält deshalb in der Regel keine "trockenen" Gesetzestexte, sondern die Umsetzung zahlreicher Gesetze und Verordnungen in den Laboralltag.

Die Betriebsanweisung basiert auf Vorschriften, die speziell den Umgang mit Chemikalien regeln (z.B. Chemikaliengesetz, Gefahrstoffverordnung, Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich, Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF)), berücksichtigt aber auch allgemeingültige Vorschriften (z.B. Unfallverhütungs- und Arbeitsschutzvorschriften, Laborrichtlinien, Abfallgesetze, Vorschriften für den Umgang mit Druckgasflaschen).

Die Betriebsanweisung gilt verbindlich; bei Nichtbeachtung der Betriebsanweisung gehen der Arbeitgeber und die Beschäftigten das Risiko ein, ihren Versicherungsschutz zu verlieren und für Schäden haftbar gemacht zu werden. Von der Betriebsanweisung darf nur abgewichen werden, wenn durch die abweichende Maßnahme mindestens der gleiche Schutz von Menschen und Umwelt erreicht wird sowie bei Unfällen zur Menschenrettung. Der „Arbeitgeber“ im Sinne des § 3(4) der Gefahrstoffverordnung (vgl. auch Kapitel 1.1.1. dieser Betriebsanweisung) ist verpflichtet, die Beschäftigten so mit persönlicher Schutzausrüstung und allen notwendigen Geräten auszustatten, daß den Beschäftigten die Einhaltung der Betriebsanweisung möglich ist.

Die Betriebsanweisung ist als allgemeine Betriebsanweisung für alle Angehörigen der Universität erstellt worden, die in Laboratorien und Bereichen der Universität arbeiten, in denen Gefahrstoffe, d.h. für Mensch und Umwelt gefährliche Chemikalien (zur Definition vgl. Kapitel 6.1.), aufbewahrt werden oder in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird. Die Betriebsanweisung gilt auch für das Arbeiten mit Apparaturen, die für den Umgang mit Chemikalien notwendig sind. Sie mag deshalb den meisten Universitätsangehörigen zu umfangreich erscheinen. Es besteht aber die Möglichkeit, durch Streichen nicht benötigter Punkte z.B. eine Betriebsanweisung für ein bestimmtes Praktikum zu erstellen. Um diese Aufgabe zu erleichtern, wird die Betriebsanweisung als Diskette versandt. Die Betriebsanweisung wurde mit dem Textverarbeitungsprogramm WINWORD 6.0 erstellt.

Diese Betriebsanweisung muß allen Beschäftigten jederzeit zugänglich sein.

Die Betriebsanweisung besitzt ein Stichwortverzeichnis. Begriffe, die in diesem Stichwortverzeichnis aufgeführt sind, werden im Text unterstrichen gedruckt. Diese Betriebsanweisung enthält auch Listen der gesetzlich als krebserzeugend, erbgutverändernd, fortpflanzungsgefährdend oder sensibilisierend eingestufteten Stoffe. Von der Vielzahl dieser Stoffe sind jedoch nur diejenigen in das Stichwortverzeichnis aufgenommen, die erfahrungsgemäß im Labor gebräuchlich sind. Die Möglichkeit des elektronischen Suchens über die Suchfunktion des Textverarbeitungsprogrammes hat den großen Vorteil, die Betriebsanweisung sehr schnell nach Stichworten durchsuchen zu können, auch nach denen, die nicht im Stichwortverzeichnis aufgenommen sind.

Rückfragen, Ergänzungen, Mitteilungen und Änderungsvorschläge, die sich im täglichen Laborbetrieb ergeben, teilen Sie bitte formlos oder telefonisch dem Dezernat für Sicherheitstechnik, Arbeits- und Umweltschutz (Dezernat S) mit. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit im voraus.

Es wird darauf hingewiesen, daß lediglich aus Vereinfachungsgründen die weibliche Form (der/die Beschäftigte) unterblieben ist. Die Betriebsanweisung gilt selbstverständlich auch für alle weiblichen Arbeitgeber und Beschäftigten.

1. GELTUNGSBEREICH

1.1. DEFINITIONEN

Diese Betriebsanweisung gemäß § 20 der Gefahrstoffverordnung gilt für alle **Beschäftigten** (Definition vgl. Kap. 1.1.2.) und Gäste in allen Laboratorien der Technischen Universität Braunschweig.

1.1.1. ARBEITGEBER

Der Begriff des Arbeitgebers wird durch zwei Erlasse des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur vom 30.11.1992 und 31.1.1994 bestimmt. Die Erlasse können beim Dezernat S eingesehen werden. Sie liegen außerdem in verkürzter Form in allen Instituten vor.

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 bestimmt ist durch Weisungsbefugnis gegenüber zugeordnetem Personal und Verfügungsbefugnis über Ressourcen. 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 Fachbereiche, 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:

- a) den vorschriftsgemäßen Zustand der betrieblichen Einrichtungen (Geräte, Experimentaleinrichtungen) und die vorschriftsgemäße Anwendung der Materialien (z.B. Gefahrstoffe),
- b) die vorschriftsgemäße Nutzung überlassener Gebäude, Gebäudeteile, Räume, Einrichtungen und Geräte,
- c) die erforderliche Erforschung des Sachverhaltes, falls tatsächliche Anhaltspunkte für eine Gefahrenlage gegeben sind,
- d) die Beseitigung erkannter Gefahren und, soweit diese mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht dauerhaft möglich ist, das Treffen vorläufiger Maßnahmen und die Meldung solcher Gefahren an die zuständige Stelle der Hochschule,
- e) die vorschriftsgemäße Organisation der Betriebsabläufe in Forschung und Lehre (u.a. Betriebsanweisungen).

Zu den erforderlichen Maßnahmen gehören die Gefährdungsermittlung, das Einrichten und Betreiben von Schutzvorkehrungen, die Unterweisungen der Beschäftigten, ihre Überwachung und Kontrolle sowie auch die Veranlassung von Maßnahmen, die außerhalb des jeweiligen Zuständigkeitsbereiches liegen (z.B. von Bau- und größeren Beschaffungsmaßnahmen, Haushaltsanmeldungen). Die Arbeitgeber müssen sich mit den maßgebenden Vorschriften vertraut machen, die Beschäftigten zu deren Beachtung anhalten und für die Einhaltung Sorge tragen.

Innerhalb der Hochschule trifft diese Verantwortung im einzelnen:

- die Dekane der Fachbereiche,
- die geschäftsführenden Leiter der wissenschaftlichen Einrichtungen,
- die Leiter der Betriebseinheiten,
- 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.
- 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.

Diese Personen 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 Hochschulen zu unterrichten.

Die Dekane der Fachbereiche haben darauf hinzuwirken, daß im Fachbereich diese Betriebsanweisung wahrgenommen und Anhaltspunkten für Gefahrenlagen nachgegangen wird.

Damit auch in größeren Einrichtungen und Arbeitsbereichen die Einhaltung der Betriebsanweisung gewährleistet ist und die für die Arbeitgeber erforderliche Sachnähe gewährt ist, können die oben genannten Arbeitgeber ihnen 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 übertragende je nach Art der Tätigkeiten zu berücksichtigen, daß die mit den Aufgaben Betrauten in der Lage sind, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Aufgabenerfüllung zu beachtenden Bestimmungen dieser Betriebsanweisung einzuhalten und notwendigen Maßnahmen durchzuführen. Unabhängig davon bleiben jedoch die Organisations-, Auswahl- und Kontrollverantwortung bei dem Übertragenden.

Die Leitung der Hochschule trägt die Organisations- und Kontrollverantwortung für den Vollzug dieser Betriebsanweisung in allen Fachbereichen und Einrichtungen der Hochschule; unberührt bleibt die Zuständigkeit für die Ordnung in der Hochschule. Dazu gehören insbesondere

- die fachliche Information und Beratung; soweit erforderlich, die Konkretisierung von Schutzpflichten und die Abgrenzung von Verantwortlichkeiten durch allgemeine Regelungen oder Einzelregelungen,
- Überwachung des Vollzugs und Kontrollen,
- Einleitung der erforderlichen Maßnahmen zur Vorsorge und Abwehr gegen drohende und gegenwärtige Gefahren sowie zur Begrenzung von Schäden.

Unbeschadet dieser Gesamtverantwortung gehört es zu den Aufgaben des Kanzlers, im Rahmen der Geschäfte der laufenden Verwaltung für die Einhaltung dieser Betriebsanweisung in allen Fachbereichen und Einrichtungen der Hochschule zu sorgen. Der Dienstvorgesetzte ist verantwortlich, soweit die Betriebsanweisung die persönlichen Angelegenheiten der Bediensteten betrifft.

Bevor Beschäftigte mit gefährlichen Arbeiten umgehen, 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 allgemeinen und besonderen Vorschriften des Chemikalienrechtes, der Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften (UVV) zu treffen. Im übrigen sind die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln einschließlich der Regeln über

Einstufung, Sicherheitsinformation und Arbeitsorganisation sowie die sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zu beachten.

Weder die Hochschulleitung noch ein einzelner Hochschullehrer oder weitere Verantwortliche dürfen den Umgang mit gefährlichen Arbeiten zulassen oder anordnen, wenn der von 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 (vgl. Kap. 6.3.1.3.), die Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze, vgl. Kap. 6.3.1.1.), die Sicherheitsratschläge (S-Sätze, vgl. 6.3.1.2.) sowie die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern zu beachten.

1.1.2. BESCHÄFTIGTE

Beschäftigte (d.h. Arbeitnehmer bzw. Arbeitnehmern gleichgestellte Personen) sind alle Personen,

- die als **Arbeiter, Angestellte, Beamte** oder mit sonstigen Arbeits- und Ausbildungsverträgen von der TU beschäftigt werden,
- die als **Studenten** an der TU oder einer anderen Hochschule immatrikuliert sind,
- die **Hochschulangehörige** (Doktoranden, Gastwissenschaftler und Forschungsstipendiaten) sind, **auch wenn sie ohne Arbeitsvertrag tätig sind,**
- **die** bei beauftragten Firmen beschäftigt sind und **an der TU Arbeiten durchführen** (z.B. Reinigungspersonal, Handwerker).

Die Beschäftigten sind verpflichtet, die Betriebsanweisungen und sonstigen Anweisungen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz zu befolgen, es sei denn, es handelt sich um Weisungen, die offensichtlich unbegründet oder sicherheitswidrig sind. Sie haben Sicherheitsmängel und Notfälle dem Arbeitgeber mitzuteilen oder, soweit es zu ihren Aufgaben gehört, die Mängel zu beseitigen.

Es ist die Pflicht jedes Beschäftigten, persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrillen, Schutzhandschuhe usw.) zu tragen, regelmäßig zu säubern und instandzuhalten. Fehlende Schutzausrüstung und notwendige Ersatzbeschaffung sind dem Arbeitgeber zu melden, der für Abhilfe zu sorgen hat. Das Tragen von Atemschutz oder von Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein. Die Beschäftigten haben Arbeitsstoffe, Maschinen, Geräte, Werkzeuge, Transport- und sonstige Arbeitsmittel bestimmungsgemäß zu verwenden und einzusetzen. Sie dürfen nur mit Gefahrstoffen umgehen und Einrichtungen benutzen, die zur Durchführung ihrer Aufgaben bestimmt sind.

1.1.3. LABORATORIUM

Als Laboratorien werden in dieser Betriebsanweisung alle Räume bezeichnet,

- in denen Beschäftigte Umgang mit Gefahrstoffen im Sinne des Chemikaliengesetzes (Definition des Begriffes Umgang s.u., Definition des Begriffes Gefahrstoff siehe Kapitel 6) haben (Laboratorien im eigentlichen Sinne, Chemikalienlager, Druckgasflaschenlager, aber ggf. auch Werkstätten, Hörsäle, Seminarräume usw.),
- in denen Geräte und Apparaturen betrieben werden, von denen Gefahren für die Beschäftigten ausgehen, z.B. durch Strahlung aller Art, 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.

1.1.4. BÜRORAUM

Als Büroräume werden in dieser Betriebsanweisung alle Räume bezeichnet, die keine Laboratorien sind. Büroräume sind neben den Büroräumen im eigentlichen Sinne auch z.B. Bibliotheken und Sozialräume.

1.1.5. LABORTÄTIGKEIT

Labortätigkeiten sind alle Arbeiten in Laboratorien (Definition von "Laboratorium" siehe oben).

1.1.6. BÜROTÄTIGKEIT

Als Bürotätigkeiten werden alle Tätigkeiten bezeichnet, die keine Labortätigkeiten sind.

1.1.7. UMGANG MIT CHEMIKALIEN

Umgang mit Chemikalien ist das Herstellen oder Verwenden, Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- und Verarbeiten, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Entfernen, innerbetriebliche Befördern, Entsorgen und Vernichten. Unter Vernichten ist hier die chemische Umwandlung eines Gefahrstoffes mit dem Ziel zu verstehen, einen weniger gefährlichen Stoff zu erhalten. Umgang schließt das Reinigen von Geräten ein, die mit Gefahrstoffen behaftet sind.

Umgang mit Chemikalien schließt Tätigkeiten in deren Gefahrenbereich ein, z.B. den Besuch solcher Experimentalvorlesungen, in denen sich Studierende im Gefahrenbereich befinden, oder Arbeiten von Handwerkern in einem Gefahrenbereich.

Wenn in einem von mehreren Personen genutzten Labor eine Person mit Chemikalien umgeht, haben automatisch auch alle anderen Personen Umgang mit diesen Chemikalien. **Kein Umgang** mit Chemikalien liegt vor, wenn die Art und Menge der Chemikalien sowie die Arbeitsweise mit Chemikalien, mit denen gearbeitet wird, zu keiner Gefährdung von Personen oder Umwelt führen können (z.B. sehr stark verdünnte Lösungen, Arbeiten in geschlossenen, explosionsgeschützten Apparaturen, Arbeiten unter dem Abzug bei geschlossenem Frontschieber).

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

1.1.8. INVERKEHRBRINGEN VON GEFHRSTOFFEN

Ein Inverkehrbringen liegt vor, wenn beabsichtigt ist, Gefahrstoffe gewerbsmäßig oder selbständig im Rahmen einer wirtschaftlichen Unternehmung an Dritte abzugeben, oder bei der Bereitstellung für Dritte.

Diese Betriebsanweisung gilt **nicht** für das Inverkehrbringen von Gefahrstoffen gemäß §§ 5-14 der Gefahrstoffverordnung. 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 Abgabe von Gefahrstoffen durch die Hochschule zum Gebrauch innerhalb der Hochschule sowie die nichtgewerbliche Weitergabe von Substanzproben an andere wissenschaftliche Einrichtungen oder Analyselaboratorien zum Zwecke der Forschung ist kein Inverkehrbringen im Sinne der Gefahrstoffverordnung.

Es wird jedoch darauf hingewiesen,

- daß der Versand von Gefahrstoffen, zu denen grundsätzlich auch alle noch nicht vollständig geprüften Stoffe, insbesondere neu synthetisierte Chemikalien, gehören, gemäß der Gefahrstoffverordnung Straße (GGVS) durchgeführt werden muß,
- daß alle verschickten Chemikalien gemäß der Gefahrstoffverordnung etikettiert sein müssen. Alle Chemikalien, die nicht nachweislich keine Gefahrstoffe sind, müssen mindestens mit dem Hinweis "Achtung - noch nicht vollständig geprüfter Stoff" versehen werden.
- daß vor dem Versand durch die Post oder Paketdienste geklärt werden muß, ob diese überhaupt Gefahrstoffe befördern.

1.2. GRUNDSÄTZLICHES ZU SICHERHEITSEINRICHTUNGEN

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

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 (vgl. Kapitel 1.3.) 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 nur die für die Reparaturen und sonstigen notwendigen Arbeiten benötigten Beschäftigten Zugang zu den betroffenen Arbeitsbereichen haben. Den Beschäftigten müssen Schutzkleidung und Atemschutzgeräte zur Verfügung gestellt werden. Die Exposition darf nicht von unbegrenzter Dauer sein und ist für jeden Beschäftigten auf das unbedingt erforderliche Mindestmaß zu beschränken. Beschäftigte ohne persönliche Schutzausrüstung dürfen nicht in den betroffenen Arbeitsbereichen beschäftigt werden. Die Beschäftigten sind verpflichtet, die zur Verfügung gestellten persönlichen Schuttmittel zu benutzen.

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

- Störungen im Lüftungssystem, bei denen der Ausfall der Lüftung zu einem gefahrdrohenden Zustand führt,
 - Auslaufen, Verschütten oder Austreten besonders kritischer Gefahrstoffe in gefährlichen Mengen.
- In derartigen Fällen sind je nach Gefährdungsgrad folgende Vorkehrungen zu treffen:
- Einstellung der Arbeiten und Absicherung laufender Versuche,
 - Eingrenzungen von Kontaminationen auf die betreffenden Arbeitsräume bzw. Arbeitsplätze z.B. durch das Schließen von Fenstern und Türen,
 - Räumung des betroffenen Arbeitsbereiches,
 - Information des Arbeitgebers,
 - Bekanntgabe und Aushang von Zutrittsverboten,
 - Betreten der Gefahrenbereiche nur durch ausdrücklich beauftragte Personen,
 - Wiederherstellung des Ausgangszustandes nur durch fachkundiges und besonders eingewiesenes Personal (z.B. bei der Instandsetzung oder Reinigung),
 - Durchführung aller Arbeiten im gefährdeten Bereich nur mit geeigneter und ausreichender persönlicher Schutzausrüstung,
 - Feststellung der Kontaminationsfreiheit nach Reinigung und vor Wiederinbetriebnahme der betroffenen Arbeitsräume bzw. Arbeitsplätze.

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

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, daß Arbeiten an Sicherheitseinrichtungen und ihren Versorgungs- und Entsorgungsleitungen nur nach vorheriger Absprache mit den im entsprechenden Labor Beschäftigten erfolgen und für die Dauer der Arbeiten entsprechende Hinweise an den Sicherheitseinrichtungen angebracht werden. Er hat dafür zu sorgen, daß die Beschäftigten über die Arbeiten informiert werden.

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

Reinigungs- und Reparaturarbeiten dürfen in Laboratorien oder vergleichbaren Arbeitsbereichen (z.B. Werkstätten) nur ausgeführt werden, wenn der Arbeitgeber vorher die notwendigen Schutzmaßnahmen und Verhaltensweisen mit dem betreffenden Personal bzw. bei Fremdfirmen mit dem dort Verantwortlichen verbindlich vereinbart hat und innerhalb der Räume die entsprechenden Vorkehrungen für ein gefahrloses Arbeiten des Reinigungs- oder Instandhaltungspersonals getroffen sind. Die auftretenden Gefahren und ihre Abwehr können für routinemäßige Raum- und Gebäude-reinigung sowie die üblichen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten in Betriebsanweisungen erfaßt werden, die auf die besondere Situation betriebsfremder Personen eingehen und sich als Grundlage für die arbeitsplatzbezogenen Unterweisungen heranziehen lassen. Die Freigabe für die Durchführung von Reparaturarbeiten sollte durch ein schriftliches Freigabeverfahren mit Gegenzeichnung der Beteiligten erfolgen.

1.3. 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 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 den Stand der Arbeitsmedizin und Hygiene.

2. SCHUTZAUSRÜSTUNGEN

2.1. PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNG

Werden nach Durchführung von Schutzmaßnahmen (z.B. Arbeiten mit Gefahrstoffen im Abzug) die Luftgrenzwerte oder der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert (siehe Kapitel 6.8.5.) nicht unterschritten oder bestehen andere Gefährdungen, so hat der Arbeitgeber

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

Diese Anforderung gilt insbesondere auch beim Umgang mit sensibilisierenden, d.h. Allergien auslösenden Stoffen (siehe Kapitel 7.11.).

Die zu verwendende persönliche Schutzausrüstung muß ein CE-Zeichen tragen. Hinsichtlich der Auswahl der geeigneten persönlichen Schutzausrüstung sind das Dezernat S und der Betriebsarzt zu beteiligen. Es ist die Pflicht jedes Beschäftigten, persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrillen, Schutzhandschuhe usw.) zu tragen, regelmäßig zu säubern und instandzuhalten. Fehlende Schutzausrüstung und notwendige Ersatzbeschaffung sind dem Arbeitgeber zu melden, der für Abhilfe zu sorgen hat. Das Tragen von Atemschutz oder von Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein.

2.1.1. AUGEN- UND GESICHTSSCHUTZ

Schädlich für das Auge ist im Prinzip alles außer Wasser!

Die beste Schutzbrille und der beste Gesichtsschutz helfen nur, wenn sie auch getragen werden! In der Kitteltasche oder einer Schublade sind sie wirkungslos!

In einem Laboratorium ist deshalb immer eine Schutzbrille zu tragen.

Eine Gefährdung der Augen ist z.B. gegeben beim Umgang mit Gefahrstoffen, bei Arbeiten unter Vakuum oder Druck sowie beim Umgang mit zerbrechlichen Gegenständen oder durch wegfliegende Teile. In Laboratorien, in denen eine Gefährdung der Augen auftreten kann, haben alle Personen ständig eine Schutzbrille mit zusätzlicher Augenraumabdeckung zu tragen.

SCHUTZBRILLE

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

KORBBRILLE

Eine Korbbrille ist eine Schutzbrille, die mit ihrem gesamten Rand dicht an der Gesichtshaut anliegt.

SCHUTZSCHIRM

Ein Schutzschirm ist ein aus unzerbrechlichem Material gefertigter Schirm, der das gesamte Gesicht vor verspritzenden Flüssigkeiten schützt. Ein Schutzschirm sollte z.B. beim Öffnen von aufgewölbten Gebinden oder festsitzenden Verschlüssen getragen werden.

Auf das Tragen einer **Schutzbrille** darf nur verzichtet werden, wenn in dem Laboratorium

- nur Bürotätigkeiten ausgeübt werden,
- alle chemischen Reaktionen in einem Abzug durchgeführt werden und die Abzugsscheiben geschlossen sind oder
- alle chemischen Reaktionen in geschlossenen, unzerbrechlichen Apparaturen durchgeführt werden, aus denen keine Gefahrstoffe in die Umgebung freigesetzt werden können oder freigesetzte Stoffe sicher aus der Umgebungsluft des Beschäftigten ferngehalten werden, z.B. durch unmittelbaren, gasdichten Anschluß einer Belüftungsöffnung an eine Abluftleitung,
- mit Chemikalien nur in so geringer Menge und Art umgegangen wird, daß eine Gefährdung von Augen und Gesicht mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Dies kann z.B. in analytischen Laboratorien der Fall sein, wenn nur im Mikroliter/Mikrogramm-Maßstab gearbeitet wird.

Brillenträger müssen

- entweder eine Schutzbrille mit Korrekturgläsern oder
- zusätzlich zu ihrer Brille eine **Überbrille** mit ausreichendem Seitenschutz oder einen Schutzschirm tragen. Normale Korrekturbrillen sind als Augenschutz ungeeignet.

Schutzschirme müssen immer getragen werden *

- beim Umfüllen von mehr als 2,5 Liter einer ätzenden Flüssigkeit,
- beim Umfüllen tiefkalter verflüssigter Gase (z.B. flüssiger Stickstoff),
- beim Umgang mit explosionsgefährlichen Stoffen mit dem Gefahrensymbol "explodierende Bombe" (Kennbuchstabe E),
- beim Umgang mit Gefahrstoffen in oder über Augenhöhe,
- bei Reaktionsstörungen, die zu Implosionen, Explosionen oder Verspritzen von Gefahrstoffen führen können,
- bei Reaktionen, bei denen erfahrungsgemäß immer mit dem „Durchgehen“ der Reaktion gerechnet werden muß, z.B. bei der Nitrierung von aromatischen Verbindungen.

Beim Tragen von Schutzschirmen muß zusätzlich eine Schutzbrille getragen werden.

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

Können augenschädigende Gase, Dämpfe oder Aerosole auftreten, ist der Schutz der Augen durch das Tragen einer Atenschutz-Vollmaske mit geeignetem Filter sicherzustellen.

Bei Öffnungsversuchen von Gefäßen mit festsitzenden Verschlüssen müssen immer Schutzbrille und Schutzschirm getragen werden, die sicher vor den zu erwartenden Gefahren schützen (Verspritzen von Chemikalien).

2.1.2. SCHUTZHANDSCHUHE

Hände gut, alles gut!

Schutzhandschuhe sind vor jeder Benutzung auf Beschädigungen zu kontrollieren. Beschädigte Schutzhandschuhe dürfen nicht benutzt werden und sind vom Arbeitgeber zu ersetzen.

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. Geringe Mengen und kurzfristige Einwirkung liegen vor, wenn nur wenige Tropfen oder Spritzer auf die Handschuhe gelangen.

Leder- und Stoffhandschuhe schützen in aller Regel nicht vor Gefahrstoffen und sind deshalb für diesen Zweck völlig ungeeignet.

Verschmutzte Schutzhandschuhe sind vor dem Ausziehen zu reinigen.

Es gibt kein Handschuhmaterial, das sicher gegen alle bekannten Chemikalien schützt. Ein Hinweis auf die Beständigkeit von Handschuhen gegen Chemikalien enthält das Handschuhmerkblatt ("Sicheres Arbeiten in Chemischen Laboratorien", S. 86, GDCh et. al.). Sicherheitsdatenblätter geben Auskunft über die zu benutzenden Schutzhandschuhe; Handschuhhersteller müssen Angaben über die Chemikalienbeständigkeit ihrer Handschuhe machen und haften für ihre Angaben.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß das "Baden" der Hände in Gefahrstoffen auch dann zu erheblichen gesundheitlichen Schäden führen kann, wenn Schutzhandschuhe getragen werden.

Schutzhandschuhe können sich mit Gefahrstoffen vollsaugen und müssen deshalb regelmäßig ersetzt werden.

Beim Tragen von Schutzhandschuhen beginnt die Haut zu schwitzen und wird dann 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 oder die Verwendung von speziellen Hautpflegemitteln empfohlen.

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 zu tragen

- bei längerfristiger Handhabung von Geräten mit Temperaturen von -100 bis +150 °C oder
- bei Handhabung von Geräten mit Temperaturen unter -100 °C oder Temperaturen über +150 °C.

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 Türklinken, Telefonhörer usw. Grundsätzlich gilt wie auch für das Tragen des Laborkittels (vgl. Kapitel 3.4.), daß Büroräume nicht mit verschmutzten Handschuhen betreten werden dürfen.

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).

Innen gepuderte Handschuhe aus Latex sind in der Vergangenheit dadurch negativ aufgefallen, daß sie zu Hautallergien geführt haben. Sie sollten deshalb nicht verwendet werden.

2.1.3. FUßSCHUTZ

Zum Schutz der Füße vor Gefahrstoffen ist in Laboratorien festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk zu tragen. Beim Umfüllen großer Chemikalienmengen sind **Sicherheitsschuhe** (z.B. **Sicherheitsgummistiefel**) zu tragen. Beim Transport und der Handhabung von schweren Lasten müssen **Sicherheitsschuhe** getragen werden.

2.1.4. SCHUTZ DES ÜBRIGEN KÖRPERS

Der gesamte Körper mit Ausnahme von Kopf und Händen muß durch eine **Arbeitskleidung** bedeckt sein. Die Arbeitskleidung muß **aus schwer entflammbarem Gewebe** (z.B. Baumwolle, Wolle) bestehen. Synthetikfasern sind grundsätzlich nicht zulässig. Die Arbeitskleidung schützt die Person vor dem direkten Hautkontakt mit Gefahrstoffen. Es ist unerlässlich, die Arbeitskleidung **stets sauber zu halten**, um eine Kontamination z.B. der Hände am verschmutzten Laborkittel zu vermeiden. Auch die unter der Schutzkleidung getragene Kleidung muß aus schwer entflammbarem und nicht schmelzendem Stoff bestehen. Synthetikfasern sind von Ausnahmen abgesehen leicht entflammbar und zeigen im Brandfall außerdem ein sehr gefährliches Schmelzverhalten. Frauen werden ausdrücklich vor dem Tragen von **Nylonstrumpfhosen** gewarnt.

Zum Schutz der Beine sind eine **Hose** oder ein **langer Rock** aus schwer entflammbarem Stoff zu tragen, die die Beine vollständig bedecken. Hose und Rock dürfen nicht mit Chemikalien kontaminiert sein.

Zum Schutz des Rumpfes und der Arme ist ein **Laborkittel** mit langen Ärmeln zu tragen. Der Laborkittel muß aus einem schwer entflammbarem Gewebe (Baumwolle, Wolle) bestehen. Er darf nicht mit Chemikalien kontaminiert sein und darf 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 Aufkrepeln der Ärmel ist unzulässig. Laborkittel, die mit Gefahrstoffen verunreinigt sein können, dürfen nur in Arbeitsräumen oder an Arbeitsplätzen im Freien getragen werden, nicht aber in sauberen Bereichen wie z.B. Büros, Bibliotheken, Seminarräumen oder Sozialräumen und Sozialbereichen.

Es wird dringend empfohlen, an Laborkitteln modische Accessoires zu entfernen, die zu Unfällen führen können. Laborkittel besitzen häufig Schlaufen im Rücken, mit denen man leicht an Gegenständen hängenbleiben kann.

Beim Umgang mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen ist Arbeits- und Schutzkleidung vom Arbeitgeber zu reinigen. Erforderlichenfalls ist sie geordnet zu entsorgen und vom Arbeitgeber zu ersetzen. Diese Bestimmung gilt nicht für Studierende.

Beim Umgießen von Gefahrstoffmengen über 10 Litern muß eine **Gummischürze** getragen werden.

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

2.1.5. ATEMSCHUTZ

Besteht die Gefahr des Einatmens von Gefahrstoffen in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen, z.B. bei Reparaturarbeiten oder Unfällen, sind geeignete Atemschutzgeräte zu tragen. **Filtergeräte dürfen nicht bei Bränden in geschlossenen Räumen eingesetzt werden, da hier nicht genügend Sauerstoff vorhanden sein kann!**

In Laboratorien werden in der Regel 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. 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 zunächst durch technische Maßnahmen (z.B. Arbeiten im Abzug, Arbeiten in geschlossenen Apparaturen) verhindert werden.**

Beschäftigte, die Atemschutzgeräte regelmäßig benutzen müssen, haben sich Vorsorgeuntersuchungen zu unterziehen. Die Durchführung der Untersuchungen ist im Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 26 "Atemschutzgeräte" beschrieben. 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. Die Einweisung ist zu protokollieren.

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 Atemschutzmasken 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 einschl. radioaktivem Iodmethan

Bei Flüssigkeiten mit einem Siedepunkt unter 66 °C (z.B. Diethylether, Aceton, Dichlormethan) dürfen nur Filter des Types "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 Niedersiedern 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.

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.

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.

2.2. SCHUTZAUSRÜSTUNG IM LABOR

2.2.1. 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 L/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.

Im Laboratorium muß - möglichst im Bereich der Notdusche oder eines Ausgußbeckens - 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 aber auch bewegliche Augennotduschen mit am Griff angebrachten selbsttätig schließenden Ventilen zulässig.

Der Standort von Notduschen und Augennotduschen muß durch das Hinweiszeichen "Notdusche" bzw. "Augenspüleinrichtung" gem. der UVV "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz" (VGB 125) gekennzeichnet sein. Die Zugänge sind ständig freizuhalten.

Notdusche und Augennotdusche sind einmal monatlich zu kontrollieren. Die Kontrolle ist durch Unterschrift zu protokollieren. Die Düsen des Brausekopfes dürfen nicht verstopft sein. An den Betätigungshebel dürfen keine Kittel oder ähnliches angehängt werden. Bei Störungen ist die Betriebstechnik unter Tel. 11 zu benachrichtigen.

2.2.2. AUGENSPÜLFLASCHEN

Grundsätzlich muß in jedem Labor eine Augennotdusche installiert sein. Augenspülflaschen dürfen in Laboratorien, in denen eine Augennotdusche installiert ist, nicht bereitgehalten werden.

In jedem Laboratorium, in dem keine Augennotdusche und kein Wasserhahn mit Trinkwasseranschluß vorhanden ist, muß in der Nähe der Tür mindestens eine Augenspülflasche mit steriler Spülflüssigkeit bereitgehalten werden.

2.2.3. FEUERLÖSCHER

Die regelmäßige Kontrolle der vorhandenen Feuerlöcher ist Aufgabe des Dezernates S. Benutzte Feuerlöcher sind umgehend dem Dezernat S zu melden, damit sie wieder in gebrauchsfähigen Zustand versetzt werden.

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

Brennende Personen können mit Feuerlöschern, Notduschen oder Löschdecken, ggf. auch Kittel oder ähnlichem, abgelöscht werden. Feuerlöcher zum Löschen brennender Personen dürfen wegen des hohen Löschmitteldruckes nicht aus unmittelbarer Nähe eingesetzt werden.

2.2.4. FEUERLÖSCHDECKE

Feuerlöschdecken sind in einsatzfähigem Zustand in den vorgesehenen Behältern aufzubewahren. Sie dürfen nicht verpackt sein (z.B. Plastiktüte). Die Benutzung einer Löschdecke sollte mindestens einmal jährlich geübt werden. Feuerlöschdecken müssen frei zugänglich sein.

2.2.5. ERSTE-HILFE-KASTEN

Der Erste-Hilfe-Kasten ist mindestens einmal jährlich auf Vollständigkeit zu kontrollieren. Die Kontrolle ist zu protokollieren. Alle Verletzungen von Personen müssen im Verbandsbuch eingetragen werden. Der Erste-Hilfe-Kasten ist vor Gefahrstoffen geschützt so aufzuhängen, daß er jederzeit ohne Schlüssel erreichbar ist, z.B. im Flur.

2.2.6. 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. Beachten Sie Kapitel 2.1.5.

2.2.7. 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 Chemikaliengebindes die ausgeflossene Chemikalie gebunden werden kann. Es ist zulässig, Adsorbentien für mehrere Laboratorien gemeinsam an einer genau festgelegten Stelle (z.B. dem Flur) aufzubewahren, wenn der Zugriff rasch und ohne Schwierigkeiten möglich ist. Fluchtwege dürfen durch die Adsorbentien nicht blockiert werden.

2.2.8. TÜREN

Sichtfenster in Labortüren dürfen aus Sicherheitsgründen nicht beklebt werden, ausgenommen notwendige vorgeschriebene Sicherheitskennzeichnungen (z.B. Isotopenlabor).

2.2.9. BODENABLAUF UND WASCHBECKEN

Laboratorien dürfen keine Bodenabläufe besitzen. Sind Bodenabläufe vorhanden, so müssen sie von der Betriebstechnik geschlossen werden. Solange die Bodenabläufe noch nicht geschlossen sind, müssen sie wöchentlich mit ca. 1 Liter 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 aus der Abwasserkanalisation in die Laboratorien verhindert.

2.2.10. ABSPERRARMATUREN

Für die ständige Zuführung flüssiger und gasförmiger Stoffe zu den Labortischen und Abzügen müssen festverlegte, auf Dichtheit geprüfte Leitungen vorhanden sein. Können durch Verwechslung Gefahren entstehen, müssen fest verlegte Zuführungsleitungen eindeutig und dauerhaft gem. DIN 2403 gekennzeichnet sein.

Jede Brenngasleitung, die zu einer oder mehreren nebeneinander liegenden Entnahmestellen führt, muß gesondert absperrbar sein. Die Absperrvorrichtung muß leicht erreichbar und jederzeit zugänglich sein. Zusätzlich muß eine Hauptabsperreinrichtung vorhanden sein. Stellteile dieser Absperreinrichtung müssen außerhalb des Laboratoriums, in dessen Nähe leicht erreichbar, eindeutig gekennzeichnet und jederzeit zugänglich sein. Als Entnahmestelle für Brenngase sind nur Armaturen zulässig, die gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert sind. Zwischenabspernungen sind, sofern sie verwechselt werden können, z.B. durch einen Farbanstrich oder durch Beschriften zu kennzeichnen. Stellteile von Laborarmaturen müssen nach dem Durchflußstoff gekennzeichnet sein.

2.2.11. VERKEHRSFLÄCHE

Bedien- und Verkehrsflächen müssen ausreichend bemessen sein. Die Mindestbreite an allen Stellen im Labor darf 1 Meter nicht unterschreiten. Als Mindestmaß werden für die Bedienfläche, d.h. die Breite des Arbeitsplatzes, 45 cm und für die Verkehrsfläche, d.h. die Breite des Verkehrsweges z.B. zwischen den Bedienflächen, 55 cm angegeben. Hierbei handelt es sich um Mindestmaße.

Die Verkehrsfläche ist zu verbreitern, wenn z.B.

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

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

2.2.12. ARBEITSTISCH

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

2.2.13. UMLUFTABSAUGUNGEN

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

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

2.2.14. LÄRMSCHUTZ

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

Werden Geräte, die einen Schalleistungspegel von mehr als 85 dB(A) erzeugen, länger als nur kurzfristig betrieben, sind Lärmschutzmaßnahmen erforderlich.

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.

3.1. ORDNUNG, SAUBERKEIT, NAHRUNGS-AUFNAHME, RAUCHEN

Für Ordnung und Sauberkeit hat im Labor jeder selbst zu sorgen! Das Reinigungspersonal reinigt nur Fußböden! Die Fußböden dürfen nicht mit Chemikalien kontaminiert sein.

Im Labor sind Essen, Trinken, Rauchen, sich Schminken oder Schnupftabakschnupfen verboten. Außerdem soll in Sozialräumen, in denen gegessen oder getrunken wird, nicht geraucht werden. Nahrungs- und Genußmittel dürfen nicht zusammen mit Gefahrstoffen aufbewahrt werden. Chemikalien dürfen nicht in Gefäßen aufbewahrt werden, die üblicherweise für Lebensmittel genutzt werden. Für Gefahrstoffe dürfen keine Gefäße benutzt werden, die üblicherweise zur Aufnahme von Speisen oder Getränken bestimmt sind.

Lebensmittel dürfen nicht in Chemikalien- oder Laboratoriumsgefäßen zubereitet oder aufbewahrt werden. Das Aufwärmen von Speisen und Getränken ist nur mit dafür vorgesehenen Geräten zulässig. Zum Kühlen von Lebensmitteln dürfen nur dafür bestimmte und mit der Aufschrift "Nur für Lebensmittel" gekennzeichnete Kühlschränke benutzt werden, die außerhalb der Laboratorien aufgestellt sein müssen. Das Aufbewahren anderer Produkte außer Lebensmitteln ist in diesen Kühlschränken verboten.

Für die Beschäftigten ist mindestens ein Raum zur Verfügung zu stellen, in dem sie gefahrlos Nahrungsmittel zu sich nehmen können. Als Sozialraum sind Räume zulässig, in denen keine Gefahrstoffe vorhanden sind. Kann ein Sozialraum nicht zur Verfügung gestellt werden, so muß ein Sozialbereich außerhalb der Laboratorien (z.B. Tisch und Stühle in Flurnischen) zur Verfügung gestellt werden.

Steht im Institut nur ein Sozialraum zur Verfügung, so kann er von allen Beschäftigten der verschiedenen Arbeitsgruppen genutzt werden.

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 Arbeiten nicht beschäftigt werden und keine Laboratorien betreten.

3.2. HYGIENE

Es wird empfohlen, sich **regelmäßig** die Hände und das Gesicht mit Seife zu waschen. Auf keinen Fall dürfen Lösungsmittel zum Reinigen benutzt werden.

Die Hände müssen nach dem Umgang mit sehr giftigen, giftigen, reizenden, ätzenden, krebserzeugenden, sensibilisierenden, erbgutschädigenden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen sowie vor dem Verlassen des Laboratoriums gewaschen werden.

Es wird empfohlen, in jedem Labor ein Waschbecken nur für das Waschen von Händen und Gesicht zu nutzen. Handtücher sind direkt neben dem Waschbecken aufzuhängen. Sie müssen regelmäßig gewaschen werden. Es wird empfohlen, die Hände regelmäßig mit einer Hautschutzcreme zu pflegen.

3.3. GETRENNTE AUFBEWAHRUNG VON LABORKITTELN UND STRASSENKLEIDUNG

Laborkittel und Straßenkleidung müssen voneinander getrennt aufbewahrt werden. Eine getrennte Aufbewahrung ist gegeben, wenn Laborkittel und Straßenkleidung nicht in direkten Kontakt miteinander kommen, wenn sie z.B. in getrennten Schränken aufbewahrt werden.

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 Umkleieräume für Straßen- bzw. Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen, die durch einen Waschraum mit Duschen voneinander getrennt sind. Dieses dürfte jedoch an der TU erfahrungsgemäß nicht notwendig sein.

3.4. TRAGEN VON LABORKITTELN UND LABORHANDSCHUHEN AUSSERHALB DER LABORATORIEN

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 (Definitionen von Laboratorium und Büroraum siehe Kap. 1.), insbesondere Sozialräume/Sozialbereiche, in denen gegessen und getrunken wird, Hörsäle, Seminarräume und Bibliotheken.

4. 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!

Anträge auf **Nacht- und Wochenendarbeit** sind auf dem Dienstweg vom Arbeitgeber an Abteilung 11 zu richten.

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

Ist es notwendig, einen Versuch über längere Zeit oder über Nacht unbeaufsichtigt laufen zu lassen, müssen geeignete Sicherheitsvorkehrungen mit dem Arbeitgeber getroffen werden. Besondere Vorschriften für Versuche, die unbeaufsichtigt und/oder über Nacht laufen und nur in Dauerversuchsräumen durchgeführt werden dürfen, enthält Kapitel 4.8.

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 erhöhtem Sicherheitsrisiko. Wenn man einen Versuch bereits am Vortage vorbereitet, gewinnt man Zeit und Flexibilität.

Personen, die mit der Durchführung von Versuchen betraut sind, 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.

4.1. AUFBAU VON VERSUCHSAPPARATUREN

Der Bruch von Apparaturen zählt zu den größten Risiken chemischen Arbeitens, insbesondere weil dadurch gefährliche Substanzen entweichen oder Brände entstehen können. Schon beim Aufbau von Apparaturen müssen daher einige wichtige Sicherheitsgrundsätze beachtet werden.

Alle Arbeitsgeräte sind vor ihrer Benutzung auf einen einwandfreien, sicheren Zustand zu überprüfen. Defekte Geräte dürfen nicht benutzt werden und sind aus dem Verkehr zu ziehen.

Jede Improvisation durch Verwendung ungeeigneter Apparaturteile ist zu vermeiden.

Apparaturen müssen standfest, spannungsfrei, übersichtlich und an sicheren Standorten aufgebaut werden. Befestigt werden sie am besten mit Klammern und Muffen an festinstallierten Stativgerüsten

(Harfen). Die zum Einspannen von Glasteilen benutzten Klemmen müssen innen mit elastischem Material belegt sein. Müssen Einzelstative verwendet werden, so ist die Apparatur über dem Schwerpunkt, d. h. über der Bodenplatte des Statives zu zentrieren. Wackelige Stative dürfen nicht benutzt werden. Mechanisch spannungsfrei lassen sich Apparaturen z.B. durch Kugelschliffe, Schraubkappenverbindungen oder PTFE-Faltenbälge aufbauen.

Reaktionsgefäße müssen so groß sein, daß die gesamte Reaktionslösung nicht mehr als 2/3 des Volumens des Reaktionsgefäßes einnimmt. Apparaturen sollten gleichzeitig aber nur so groß wie unbedingt nötig sein. Zum Aufbau und Bedienen von hohen, nicht mehr im Griffbereich liegenden Apparaturen sind Leitern und Tritte zu benutzen. Behelfsaufstiege, z.B. Hocker, Stühle, Kisten, Fässer, sind ungeeignet und dürfen nicht verwendet werden.

Für den Aufbau von Apparaturen gilt das vertikale Aufbauprinzip. Zunächst wird das Reaktionsgefäß (bzw. der Destillationskolben usw.) sicher befestigt. Die Positionierung richtet sich nach der Forderung, daß Heiz- und Kühlbäder oder die Reaktionsgefäße sofort und ohne Veränderungen an der Apparatur (z.B. das Entfernen von Schläuchen, Lösen von Klammern) entfernbar sein müssen. Weitere Apparaturteile werden durch Aufstellen auf die Kolbenschliffe hinzugefügt und dann durch Anklammern gesichert. Beim Anklammern dürfen weder Schliffverbindungen gelockert werden noch Spannungen durch Verkanten auftreten. Insbesondere Rührwellenschäfte müssen fest und sicher mit dem Reaktionsgefäß verbunden sein.

Zum Aufbau von hohen Apparaturen und zum Arbeiten an außerhalb des Griffbereiches liegenden Teilen hoher Apparaturen sind Leitern oder Tritte zu benutzen, die den Unfallverhütungsvorschriften entsprechen.

Bewegliche Teile, z.B. Vorlagen und Spinnen, müssen unterstützt werden.

Beim Aufbau von Apparaturen sind zwischen Gefäßen mit Stoffen, deren Vermischung gefährlich werden kann, ausreichend bemessene Zwischengefäße einzubauen. Auf die richtige Durchflußrichtung ist zu achten. Das zusätzliche Vorschalten von Rückschlagventilen kann zweckmäßig sein. Gefährlich beim Vermischen sind z.B. konzentrierte Säuren mit Laugen oder Wasser, feste Alkalioxide oder -hydroxide (z.B. in Trockentürmen) mit Wasser oder Säure, Calciumchlorid mit Alkoholen.

In den Apparaturen - außer in Druckreaktoren - darf sich beim Betrieb kein Überdruck aufbauen können; sie müssen daher einen Druckausgleich zur Außenatmosphäre besitzen. Der Schutz des Apparaturinhaltes vor Luftfeuchtigkeit kann durch Trockenrohre erfolgen, wobei Trockenmittel benutzt werden müssen, die nicht zusammenbacken und das Trockenrohr verstopfen können, sowie nicht mit Chemikalien der Reaktion reagieren können (z.B. kein Calciumchlorid beim Umgang mit Aminen). Das Verstopfen kann z.B. auch durch Beimischung von gekörntem, inertem Material vermieden werden. Außerdem ist sicherzustellen, daß ein mögliches Eintropfen von Flüssigkeit aus dem Absorptionsgefäß in das Reaktionsgefäß verhindert wird.

Ist beim Betrieb von Apparaturen die Gefahr eines Zerknalls oder einer Implosion nicht ausgeschlossen, so dürfen diese nur im geschlossenen Abzug oder hinter allseitig widerstandsfähigen Schutzscheiben aufgebaut werden, die gegen Umfallen gesichert sind.

Die Funktion von Apparaturen, z.B. des Kühlwassersystems, des Rührwerkes, der elektrischen Antriebe, der Vakuumdichtheit, müssen vor der Beschickung mit Chemikalien überprüft werden!

Apparaturen für Verfahren, bei denen ein Stromausfall erhöhte Gefährdungen mit sich bringen kann, sind an einen eigenen Stromkreis anzuschließen. Als eigener Stromkreis gilt z.B., wenn eine Steckdose nicht mit anderen zusammen über eine gemeinsame Schutzeinrichtung (Sicherung, Fehlerstromschutzschalter) abgesichert ist. Als Verfahren, bei denen ein Stromausfall erhöhte Gefährdungen mit sich bringen kann, gelten z.B. metallorganische Reaktionen.

Schläuche

Es dürfen nur Schläuche verwendet werden, die den zu erwartenden Drucken und anderen mechanischen, thermischen sowie chemischen Beanspruchungen standhalten. Schläuche sind so zu legen, daß sie zu keiner Gefährdung führen können. Alle Schläuche sind an den Geräteanschlußstellen gegen Abrutschen mit Schlauchschellen oder anderen geeigneten Geräten zu sichern. Die Anschlußstellen sind regelmäßig auf Dichtheit zu überprüfen. Schadhafte oder poröse Schläuche müssen ausgetauscht werden.

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

Wenn noch Glasgeräte ohne Steck- oder Schraubkupplungen verwendet werden, müssen die folgenden Bestimmungen beachtet werden. Um Schläuche gefahrlos auf Anschlußstellen aufschieben zu können, sollten die Schlauchenden mit einem Gleitmittel (z.B. Glycerin, Paraffinöl) benetzt werden. PVC-Schläuche können in heißem Wasser weich gemacht und anschließend in noch warmem Zustand leicht auf die Anschlüsse geschoben werden. Glasgeräte, die mit Schläuchen versehen werden, sollten beim Aufschieben der Schläuche mit einem Tuch umwickelt werden, um eine Gefährdung bei plötzlichem Abbrechen des Glasanschlusses zu verhindern. Notwendig ist außerdem das Tragen von festen Lederhandschuhen mit Stulpen, um auch die Handgelenke zu schützen. Festsitzende Schläuche sollten zum Ablösen mit einem Messer abgeschnitten werden. Es gelten die gleichen Vorschriften wie beim Befestigen der Schläuche (Umwickeln von Glasgeräten mit einem Tuch, Tragen von Lederhandschuhen).

Gasbrenner (Bunsenbrenner)

Gasbrenner (Bunsenbrenner) dürfen nur mit DVGW-geprüften Laborschläuchen betrieben werden. 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)!

An Bunsenbrennern sind absperrbare Einstellgeräte (Hähne, Ventile) für das Brenngas nicht zulässig. Bunsenbrenner dürfen nicht vollständig absperrbar sein, da kein Gas unter Druck in dem Gasschlauch zwischen Absperrventil und Laborbrenner nach Abstellen des Brenners verbleiben soll.

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

Stopfen und Verschlüsse

Beim Umgang mit Gefahrstoffen müssen Kegelschliff-, Kugelschliff-, Flansch- oder Schraubkappenverbindungen bzw. -verschlüsse eingesetzt werden. Werden ausnahmsweise Kork- oder Gummistopfen benötigt, sind zum Durchbohren Korkbohrer zu verwenden, die mit einem Gleitmittel (z.B. Glycerin, Paraffinöl) benetzt werden. Niemals darf ein Stopfen in der Hand durchbohrt werden. Ein Stopfen darf nur auf fester Unterlage gebohrt werden. Die Bohrer sind scharf zu halten.

Bei Verwendung von Gummistopfen sind diese so auf die Apparaturen abzustimmen, daß bei Vakuum ein Einsaugen unmöglich ist. Bei stark alkalischen oder schmierenden Substanzen sind die Stopfen gegen Herausgleiten zu sichern.

Festsitzende Glasstopfen und Schliffe können durch vorsichtiges Klopfen mit einem Holzstiel oder besser durch kurzzeitiges, aber rasches Erhitzen der Schliffhülse z.B. mit heißem Wasser oder einem Föhn (nur bei nicht brennbarem Kolbeninhalt!) gelöst werden; die Benutzung eines Gasbrenners ist verboten. Beim Erwärmen der Schliffhülse dehnt sich diese etwas aus und wird so vom Kern getrennt. Dabei ist der Kolben mit einem Tuch abzudecken. Bei diesen Arbeiten sind Lederhandschuhe möglichst über Kunststoffhandschuhen zu tragen. Enthalten die zu bearbeitenden Geräte Gefahrstoffe oder allgemein größere Chemikalienmengen, müssen die Arbeiten über Auffangwannen durchgeführt werden. Gelingt ein erster Versuch des LöSENS festsitzender Schliffe nicht, so sind die Glasgeräte zum Glasbläser zu bringen.

Um dem Festsitzen von Schliffen vorzubeugen, müssen die Schliffe mit speziellem Schliffett gefettet werden. Vorteilhaft erweisen sich Pasten aus Polytetrafluorethylen, Poly(chlortrifluorethylen) oder Kunststoffhülsen aus den gleichen Materialien. Üblich sind auch Exsikkator-Fett (Gemisch aus

Bienenwachs und Vaseline) sowie für das Arbeiten im Hochvakuum spezielles Silikon-Hochvakuumfett.

Rührer und Zentrifugen

In sich bewegende Anlagen darf man niemals hineingreifen. Rührer oder Zentrifugen müssen langsam Stufe um Stufe hinauf- oder heruntergeschaltet werden. Bei ungewohnten Geräuschen sofort abschalten und nach Stillstand des Motors nachsehen.

Für den Betrieb von **Zentrifugen** ist eine Betriebsanweisung zu erstellen. Zentrifugen dürfen nur von unterwiesenen Personen benutzt werden. Für Ultrazentrifugen ist ein Betriebsbuch zu führen. Beschäftigte, die mit Ultrazentrifugen umgehen, sind namentlich festzuhalten. Auf die besonderen Gefahren beim Umgang mit leicht- und hochentzündlichen Stoffen ist zu achten (Explosionsgefahr). Auf die Vorschriftensammlungen "Betriebsanleitungen für Zentrifugen; Hinweise für die Erstellung" (DIN 24403), "Sicherheitsanforderungen an elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; Besondere Bestimmungen für Laborzentrifugen" (DIN VDE 0411 Teil 112) und die Unfallverhütungsvorschrift "Zentrifugen" (VBG 7z, GUV UVV 3.16) wird besonders hingewiesen. Zentrifugen sind gemäß ihrer Bedienungsanleitung regelmäßig zu warten.

Apparate zur Schmelzpunktbestimmung

Diese Apparate dürfen nicht mit Schwefelsäure gefüllt werden. Als Badflüssigkeiten eignen sich z.B. Silikonöle. Zu empfehlen ist die Benutzung von Metallblock- oder elektrisch beheizten Flüssigkeitsschmelzpunktbestimmungsapparaten.

4.2. 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 entsprechende Schutzkleidung getragen werden.

Defekte Glasgeräte dürfen nicht verwendet werden. Glasgeräte sind defekt, wenn sie einen Sprung oder ein "Sternchen" besitzen oder Glasteile abgesplittert sind.

Glas bricht leicht, daher immer kurz anfassen (kurzer Hebelarm). Herausragende Glasenden (T-Stücke, Krümmer an Kühlern etc.) dürfen nicht als Hebelarm benutzt werden.

Scharfe Kanten von Glasgeräten, z.B. von Glasrohren, Glasstäben, sind von den Beschäftigten 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 ineinanderverschiebenden Teile mit einem Gleitmittel (z.B. Glycerin, Paraffinöl) zu schmieren und unter leicht drehenden Bewegungen ineinanderverschieben. Diese Gegenstände dürfen niemals gegen den Körper oder auf eine Unterlage gedrückt werden.

Festsitzende Glasstopfen siehe Kapitel 4.1.

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

Mit Gefahrstoffen darf nicht in dünnwandigen Glasgefäßen mit einer Menge von mehr als 5 Litern gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden. Als dünnwandige Glasgefäße gelten z.B. Rundkolben, Stehkolben, Erlenmeyerkolben.

4.3. ARBEITEN BEI ERHÖHTER TEMPERATUR, ERWÄRMEN

Chemische Reaktionen bilden ein besonderes Gefahrenpotential, wenn bei erhöhter Temperatur gearbeitet wird, 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-, Wasser- und Sandbäder, Heizhauben (Heizpilze), Heißluftgeräte.

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

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 Gläsern aus Borosilicatglas 3.3 nach E DIN ISO 3585 sind Temperaturdifferenzen bis 200 °C zulässig. Dieser Glastyp kann mit Maximaltemperaturen von 500 °C beaufschlagt werden, wenn Abkühlgeschwindigkeiten nach Herstellerangabe beachtet werden.

4.3.1. HEIZGERÄTE

Standsicherheit

Heizgeräte sind immer kippsicher aufzubauen. Heizgeräte oder die Apparatur müssen jederzeit rasch und gefahrlos entfernt werden können, ohne Änderungen an der Apparatur vornehmen zu müssen. Für das Entfernen der Heizbäder sind Laborhebebühnen ("Laborboys") am besten geeignet. Stativringe sind zur Höheneinstellung verboten.

Schutz vor Verbrennungen

Bei Arbeiten an Apparaturen, die auf höhere Temperaturen erwärmt sind, müssen geeignete Handschuhe bereitliegen, um ein gefahrloses Arbeiten an den erwärmten Gegenständen zu ermöglichen (siehe Kap. 2.1.2.).

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

Gasbrenner

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 bei Bruch des Reaktionsgefäßes sofort die auslaufende Flüssigkeit entzündet. Bei elektrisch beheizbaren Öl- oder Wasserbädern ist die Gefahr weit geringer.

Elektrisch beheizbares Wasserbad

Der Wasserstand in elektrisch beheizbaren Wasserbädern muß ständig kontrolliert werden, da das erhitzte Wasser im Laufe der Zeit verdampft. Sie dürfen deshalb nicht in Dauerversuchsräumen betrieben werden.

Wasserbäder dürfen nicht beim Umgang mit Chemikalien benutzt werden, die bei Gefäßbruch gefährlich mit dem Wasser reagieren können (z.B. Natrium, Kalium oder Metallalkyle).

Elektrisch beheizbares Ölbad

Wassermischbare Wärmeträger sind vorzuziehen. Geeignet sind Glycole, Glycerin sowie von der Industrie angebotene Spezialflüssigkeiten, sogenannte Wärmeträgeröle.

Nicht mit Wasser mischbare Wärmeträger müssen nach Verunreinigung mit Wasser erneuert oder ausreichend ausgeheizt werden. Als nicht wassermischbare Badflüssigkeiten dürfen nur Öle verwendet werden, deren Flammpunkt mindestens 20 °C oberhalb der erreichbaren Ölbadtemperatur liegt. Geeignete Badflüssigkeiten sind spezielle Silikonöle, Mineralöle und Paraffine.

Aus einem Ölbad, das z.B. nach Platzen eines Kühlwasserwasserschlauches wasser enthält, muß das Wasser vorsichtig unter dem Abzug herausgekocht werden. Bei größeren Wassermengen ist das Öl zu erneuern. Gelangt in heiße Ölbad plötzlich Wasser (z.B. beim Platzen oder Abrutschen eines Kühlwasserschlauches), so siedet dieses Wasser schlagartig und reißt dabei heiße Öltropfen mit sich, die zu schweren Verbrühungen vor allem im Gesicht führen können. Es sei deshalb hier nochmals darauf hingewiesen, daß Kühlwasserschläuche an Apparaturen immer mit Schlauchschellen gesichert werden müssen! Das Herabtropfen von Kondenswasser kann durch Anbringen von Papiermanschetten verhindert werden.

Die Temperatur in elektrisch beheizbaren Ölbadern muß ständig kontrolliert werden. Bei Ausfall des Thermostates kann der Flammpunkt des Öls erreicht werden, wodurch ein Brand entstehen kann. Für die Temperaturkontrolle muß sich ständig ein Thermometer im Ölbad befinden. Ausnahmen gelten nur, wenn das Ölbad mit einer Übertemperatursicherung ausgestattet ist, die beim Erreichen dieser Temperatur das Ölbad dauerhaft abschaltet.

Ölbäder, die auf Temperaturen über 150 °C aufgeheizt werden, müssen im Abzug betrieben werden, da das heiße Öl gesundheitsschädliche Dämpfe an die Luft abgeben kann. Öl, das lange Zeit bei Temperaturen über 150 °C betrieben wird, kann gesundheitsschädliche Pyrolyseprodukte enthalten. Es sollte regelmäßig ausgewechselt werden.

Wassermischbare und nicht wassermischbare Wärmeträger dürfen nicht miteinander vermischt werden. Die Wärmeträger müssen PCB-frei sein.

Die maximale Betriebstemperatur muß mindestens 20 °C unter dem Flammpunkt des Wärmeträgers liegen.

Heißluftgeräte

Heißluftgeräte sind Geräte, die heiße Luft produzieren und mittels Gebläse abgeben. Das bekannteste Beispiel eines Heißluftgerätes ist der Föhn. Heißluftgeräte enthalten Heizdrähte, die bis zum Glühen erhitzt werden. Heißluftgeräte dürfen zum Erwärmen von Reaktionsgefäßen, die eine brennbare Flüssigkeit enthalten, nur verwendet werden, wenn bei Bruch des Reaktionsgefäßes gewährleistet ist, daß keine brennbare Flüssigkeit oder deren Dämpfe in das Heißluftgerät gelangen können.

Sandbad

Als Füllung geeignet ist geglähter See- oder Flußsand; scharfkantiger Sand darf nicht verwendet werden. Verunreinigter Sand ist sofort zu erneuern. Sandbäder dürfen nur verwendet werden, wenn die bei ihnen insbesondere beim Nachheizen auftretende ungleichmäßige Temperaturverteilung zu keiner Gefährdung führen kann. Bei Arbeiten mit Natrium, Kalium und Metallalkylen sind chemisch inerte Sandbäder optimal geeignet, da bei unvorhersehbarem Bruch der Apparatur keine unmittelbaren Gefahren resultieren: die ausgelaufenen Chemikalien können unverzüglich mit weiterem trockenem Sand abgedeckt werden.

Heizplatten

Reaktionsgefäße, die brennbare Flüssigkeiten enthalten, dürfen nicht direkt auf Heizplatten erhitzt werden, um lokale Überhitzungen zu vermeiden. Es sind geeignete Gefäße (z.B. Töpfe, Bechergläser) mit Wasser oder Öl zur gleichmäßigen Wärmeübertragung zwischen Heizplatte und Reaktionsgefäß zwischenschalten.

Metallbad

Metallbäder werden vornehmlich bei Temperaturen über 200 °C verwendet. Sie zeichnen sich durch eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit aus. Die niedrig schmelzende Legierung nach WOOD (Schmelzpunkt etwa 75 °C) besteht aus etwa 50 % Wismut, 25 % Blei, 12,5 % Zinn und 12,5 % Cadmium. Da beim Erhitzen der Legierung gesundheitsschädliche Dämpfe freigesetzt werden können, dürfen Metallbäder nur im Abzug betrieben werden.

Heizhauben

Heizhauben (Heizpilze) dürfen nur mit Reaktionskolben in der richtigen Größe verwendet werden. Es ist z.B. unzulässig, einen 50 ml-Kolben mit einer 1 Liter-Heizhaube zu erhitzen. Aus Sicherheitsgründen dürfen Heizhauben nicht zum Erwärmen evakuierter Gefäße benutzt werden, da durch lokale Überhitzungen Glasbrüche mit anschließenden Bränden und Explosionen auftreten können. Heizhauben dürfen nicht als Luftbäder eingesetzt werden, da sie sich aufgrund ungenügender Wärmeableitung leicht überhitzen können. Heizhauben erreichen Temperaturen bis 900 °C! Heizhauben aus Asbest müssen aus den Laboratorien entfernt werden. Die Entsorgung erfolgt über das Dezernat S.

4.3.2. ERWÄRMEN VON FLÜSSIGKEITEN IN DEN BEREICH DES SIEDEPUNKTES, DESTILLATIONEN

Sollen Flüssigkeiten bis wenig unter oder auf den Siedepunkt erwärmt werden, muß gewährleistet sein, daß kein Siedeverzug auftreten kann. Das kann erreicht werden

- durch geeignete Siedesteinchen,
- durch geeignete Siedestäbchen,
- durch ständiges kräftiges Rühren, z.B. mit einem Magnetrührer oder KPG-Rührer; ein gelegentliches Rühren, z.B. mit einem Glasstab, ist nicht ausreichend!
- durch Durchsaugen/Durchblasen eines Gasstromes, z.B. der Verwendung einer Siedekapillare bei Hochvakuumdestillationen.

Sind Flüssigkeiten bereits bis in die Nähe des Siedepunktes erhitzt und wird bemerkt, daß keine Hilfsmittel zum Vermeiden eines Siedeverzuges im Kolben vorhanden sind, muß die Flüssigkeit erst wieder deutlich unter den Siedepunkt abgekühlt werden. Auf keinen Fall dürfen in eine bis nahe an den Siedepunkt oder darüber hinaus erhitzte Flüssigkeit Siedesteinchen, Siedestäbchen oder andere Gegenstände und Stoffe (z.B. Aktivkohle) eingeworfen werden, da sonst Siedeverzüge entstehen. Bei Siedeverzügen sprudelt die Flüssigkeit wild auf. Siedeverzüge können zum Überlaufen und Verspritzen der Flüssigkeit, aber auch zum Bersten der Apparatur führen. Siedesteinchen und Siedestäbchen, die unter Vakuum genutzt wurden, verlieren nach dem Belüften der Anlage ihre Wirksamkeit. Vor dem neuen Evakuieren müssen deshalb unbenutzte Siedesteinchen bzw. Siedestäbchen zugegeben werden.

Vorschriften über den Umgang mit Trockenschränken und Trockenpistolen werden im Kapitel 4.9. aufgeführt.

Destillationen

Destillationsanlagen sind in ihrer Größe der Menge und Art des Destillationsgutes anzupassen. Die Destillationskolben dürfen maximal zu 2/3 mit zu destillierender Flüssigkeit gefüllt sein. Die Destillationsapparatur ist so auszuwählen, daß kein Stau von Dampf oder Kondensat auftreten kann. Der Kühler muß ausreichend wirksam sein. Bei leicht erstarrendem Destillat besteht die Gefahr des Verstopfens und eines gefährlichen Druckanstieges in der Apparatur. Der Kühlmitteldurchfluß ist am Ausgang des Kühlers zu überwachen.

Die Destillationsvorlagen füllen sich im Laufe der Destillation. Sie sind sicher zu befestigen und ggf. zu unterstützen oder mit geeigneten Klammern zu sichern.

Zeigen sich im Verlauf einer Destillation Anzeichen für eine beginnende Zersetzung des Kolbeninhaltes, z.B. plötzliches Schäumen oder Ausgasen, ist mit einem Kolbenzerknall zu rechnen. In solchen Fällen ist der gefährdete Bereich zu räumen und die betroffene Umgebung zu warnen. Die Beheizung und die in der Nähe befindlichen Flammen sind von ungefährlicher Stelle aus abzuschalten, z.B. durch Betätigen des NOT-AUS-Schalters.

Manche Lösungen zeigen beim Destillieren eine starke Neigung zum Schäumen. Dies kann bei wäßrigen Lösungen einfach durch die Zugabe einiger Tropfen Octanol bzw. Silicon-Entschäumer unterbunden werden.

Größere Lösungsmittelmengen werden am besten mit Rotationsverdampfern abdestilliert. Durch das Rotieren des Destillationskolben werden bei Rotationsverdampfern Siedeverzüge verhindert. Keinesfalls dürfen Siedesteinchen verwendet werden wegen der Gefahr des Kolbenbruches.

Destillationen unter vermindertem Druck (Vakuumdestillationen) werden im Kapitel 5.1. beschrieben.

4.4. ARBEITEN BEI ERNIEDRIGTER TEMPERATUR, KÜHLEN

Sollen Reaktionen bei erniedrigter Temperatur durchgeführt werden, muß die Abkühlung mit geeigneten Geräten erfolgen.

Kühlgeräte einschließlich des Kühlmediums sind immer so aufzubauen, daß sie jederzeit rasch und gefahrlos entfernt werden können!

Bei Arbeiten an Apparaturen, die auf niedrige Temperaturen abgekühlt worden sind, müssen geeignete Handschuhe griffbereit sein, um ein gefahrloses Arbeiten an den kalten Gegenständen zu ermöglichen (siehe Kap. 2.1.2.).

An kalten Geräten kondensiert leicht der Wasserdampf der Luft. Er macht die Geräte besonders rutschig! Angebrochene Packungen mit feuchtigkeitsempfindlichen Chemikalien (z.B. Lithiumaluminiumhydrid) sollten wegen des Kondensierens von Luftfeuchtigkeit nicht im Kühlschranks, sondern besser im Exsikkator über geeigneten Trocknungsmitteln aufbewahrt werden (siehe Kap. 4.9.2.).

Das Kühlen und Kondensieren von Dämpfen erfolgt in der Regel durch spezielle Kühler (z.B. Dimroth-Kühler, Intensivkühler, Claisenaufsatz von Destillationsanlagen), die meist aus Glas gefertigt sind und mit Wasser gekühlt werden. Dabei ist zu beachten,

- daß die Kühlung im Gegenstromprinzip durchgeführt wird,
- daß die Kühlwasserschläuche mit Schlauchschellen an den Kühlern gesichert sind,
- daß der Kühlwasserstrom aus Gründen der Wassereinsparung so gering wie möglich eingestellt wird. Bei Apparaturen, die unter Rückfluß betrieben werden, kann besonders sparsam gearbeitet werden, wenn die Wärmequelle nur geringfügig über den Siedepunkt erhitzt wird, da dann ein Großteil der gebildeten Dämpfe bereits an der Glaswand des Kolbens kondensiert.

Aus Gründen der Wassereinsparung sollte anstelle von Leitungswasser (Trinkwasser!) ein elektrisch betriebener Umlaufkühler oder ein hausinterner Kühlwasserkreislauf benutzt werden. Das Kühlaggregat sollte aber keine FCKWs oder FKWs enthalten, da diese Stoffe bei Undichtigkeiten die Ozonschicht der Erdatmosphäre schädigen können und hohe Entsorgungskosten verursachen.

Sind in einem Kolben elementare Alkalimetalle, Metallalkyle oder andere Chemikalien vorhanden, die mit Wasser gefährlich reagieren, so müssen die kühlwasserführenden Teile eines Rückflußkühlers aus Metall sein. Zerplatzende Kühlschlangen aus Glas führen zu einer explosiven Reaktion des freiwerdenden Wassers mit dem Alkalimetall.

Kühlschränke/Tiefkühlschränke

Kühlschränke und Tiefkühlschränke dürfen zum Aufbewahren von Gefäßen mit brennbaren oder explosiven Flüssigkeiten nur benutzt werden, wenn sie mindestens im Innenraum explosionsgeschützt sind. Sie sind im Innenraum explosionsgeschützt, wenn sich hier weder eine Beleuchtung noch Regelelemente noch eine Abtauautomatik oder andere elektrischen Teile befinden.

Umgerüstete Kühlschränke und Kühltruhen müssen mit einem Hinweiszeichen mit der Aufschrift "Nur Innenraum frei von Zündquellen" gemäß der UVV "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz" (VBG 125) versehen sein. Diese Hinweiszeichen können kostenlos vom Dezernat S bezogen werden.

Kühlschränke und Kühltruhen, die nicht explosionsgeschützt sind, müssen mit einem deutlich sichtbaren Aufkleber versehen sein, der beim Dezernat für Sicherheitstechnik, Arbeits- und Umweltschutz kostenlos bezogen werden kann:

Dieser Kühlschrank ist
NICHT EXPLOSIONSGESCHÜTZT

Deshalb dürfen darin keine brennbaren bzw.
explosiven Flüssigkeiten gelagert werden.

In Kühlschränken, die der Aufbewahrung von zum Verzehr bestimmten Lebensmitteln dienen, dürfen keine Chemikalien aufbewahrt werden. Diese Kühlschränke dürfen nicht in Laboratorien aufgestellt werden und sind deutlich mit einem Aufkleber "Nur für Lebensmittel" (oder einem ähnlichen, sinnentsprechenden Schild) zu kennzeichnen.

Flüssiggase

Beim Umfüllen von tiefkalten verflüssigten Gasen (z.B. flüssiger Stickstoff) müssen neben der Arbeitskleidung (Laborkittel, Hose, geschlossenes Schuhwerk) auch Schutzbrille, Schutzschirm und beim Hantieren mit Schläuchen vor Kälte schützende Handschuhe (vgl. Kapitel 2.1.2.) getragen werden.

Tiefkalt verflüssigte Gase (z.B. flüssiger Stickstoff) dürfen nur in zugelassene Gefäße umgefüllt werden. Diese sind spezielle TÜV-überprüfte Metallkannen für die Aufnahme größerer Mengen und spezielle Dewargefäße, die mit einem (Metall-) Mantel als Implosionsschutz versehen sein müssen. Diese Gefäße dürfen nur in trockenem und sauberem Zustand mit verflüssigten Gasen gefüllt werden. Dewargefäße lassen sich oft durch bruch sichere Gefäße aus geschäumtem Kunststoff ersetzen. Nach Gebrauch der Tiefkühlbäder sind diese umgehend abzudecken. In Gefäßen, die tiefkalt verflüssigte Gase enthalten, darf sich kein Überdruck aufbauen; sie dürfen also nicht fest verschlossen sein. Gefäße dürfen nur bis maximal 5 cm unterhalb des Randes gefüllt werden.

Für die Tiefkühlung wird flüssiger Stickstoff (Sdp. -196 °C) verwendet. Bei längerem Stehen kann aus der Luft Sauerstoff (Sdp. -183 °C) einkondensieren, erkennbar an einer blauen Färbung des Kühlmediums. Solche Mischungen dürfen wegen der starken Oxidationswirkung des flüssigen Sauerstoffes nicht mehr verwendet werden. Sie sollten durch Verdampfen, z.B. Ausgießen im Freien, vernichtet werden.

Flüssiger Sauerstoff bzw. flüssige Luft dürfen nicht zum Kühlen verwendet werden.

Zur Erzeugung von Tieftemperatur-Kühlbädern dürfen verflüssigte Gase nur in kleinen Portionen unter Rühren in die Badflüssigkeit eingetragen werden. Andernfalls könnte es zum explosionsartigen Verdampfen des verflüssigten Gases kommen.

Tiefkalt verflüssigte Gase dürfen in Aufzügen wegen der Gefahr des Behälterbruches nicht zusammen mit Personen befördert werden (vgl. Kapitel 5.2.2.).

Eis-/Trockeneis-Kühlung

In chemischen Laboratorien werden Reaktionsgefäße häufig durch Eintauchen in ein Kühlmittel gekühlt, das sich in einer Wanne/ Schale befindet, z.B. Eis/Kochsalz-Kühlung. Es muß gewährleistet sein, daß das Kühlmittel rasch und problemlos ausgetauscht werden kann z.B. durch das Austauschen der Wanne/Schale. Zum Kühlen verwendet man Eis, Eis/Kochsalz-Mischungen (3 Teile Eis und 1 Teil Natriumchlorid, bis ca. -20 °C), Lösemittel/Trockeneis-Mischungen (-20 bis -78 °C) oder flüssigen Stickstoff (-196 °C).

Für die Trockeneiskühlung (festes Kohlendioxid) benutzt man häufig brennbare organische Lösungsmittel als Übertragungsmedien. Auf die damit verbundene Brandgefahr ist zu achten, offene Flammen sind verboten. Als Medien werden häufig Aceton oder Methanol benutzt. Soweit möglich, ist Isopropanol zu benutzen, dessen Vorteile in der geringen Toxizität und seiner hohen Viskosität liegen, die ein Überspritzen bei Trockeneiszugabe verhindert. Das Trockeneis muß dem Übertragungsmedium vorsichtig in kleinen Stücken zugegeben werden, um ein Überschäumen zu verhindern.

Es ist darauf zu achten, daß beim Bruch des Reaktionsgefäßes der Inhalt nicht in gefährlicher Weise mit dem Kühlmittel reagieren kann. So darf z.B. Aceton als Kühlmittel nicht verwendet werden, wenn peroxidhaltige Flüssigkeiten gekühlt werden.

4.5. ELEKTRISCHE GERÄTE

Die meisten Stromunfälle werden durch die Benutzung von schadhafte oder ungeeigneten elektrischen Betriebsmitteln oder Anlagen verursacht. Schäden werden oft von Laien fehlerhaft behoben ohne Kenntnis der Zusammenhänge oder ohne das Wissen um die doch zum Teil recht komplizierten Maßnahmen, die vor den Gefahren des elektrischen Stroms schützen sollen. Als wichtigste Maßnahme gilt die Isolierung als Schutz vor der Berührbarkeit spannungsführender Teile. Die folgenden Regeln müssen unbedingt beachtet werden.

Bei Arbeiten im Labor dürfen elektrische Geräte nur nach Bedienungsanleitung bestimmungsgemäß verwendet werden. Elektrische Geräte müssen sich in einwandfreiem Zustand befinden. Sicherheitseinrichtungen dürfen nicht verstellt oder unbrauchbar werden. Nasse elektrischen Geräte dürfen nicht benutzt werden. Elektrische Geräte sind vor Feuchtigkeit zu schützen. Bei Schäden oder ungewöhnlichen Erscheinungen (z.B. Ansprechen der Labor-sicherung) sind elektrische Geräte und Anlagen abzuschalten und der Benutzung durch weitere Personen zu entziehen. Arbeiten einschließlich Reparaturen an elektrischen Anlagen und Geräten dürfen nur ausgebildete Elektrofachkräfte durchführen.

Elektrische Zuleitungen von Geräten werden in Laboratorien besonders häufig an heißen Gegenständen (z.B. Heizplatten von heizbaren Magnetrührern, Photolampen) angeschmolzen oder durch Durchschneiden beim Herunterdrehen von Laborhebebühnen zerstört. In allen Fällen können die Geräte, durch die die elektrischen Zuleitungen beschädigt werden, unter lebensgefährliche Spannung gesetzt werden!

Elektrische Geräte sind regelmäßig auf ihre Sicherheit zu überprüfen. Diese regelmäßigen Überprüfungen führen Elektrofachkräfte oder unterwiesene Personen durch. 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 trotzdem 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.

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.

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.

Es wird insbesondere darauf hingewiesen, daß elektrische Leitungen nur eine bestimmte, vor allem von der Leitungsdicke abhängige Leistungsaufnahme besitzen. Dieses muß insbesondere bei der Benutzung von Mehrfachsteckdosen beachtet werden. Mehrfachsteckdosen dürfen grundsätzlich nicht hintereinandergeschaltet werden.

Alle elektrische Leitungen, vor allem Gerätekabel, sind so zu verlegen, daß sie zu keiner Gefährdung führen können (Stolperfallen usw.).

4.6. ABZUG

Die richtige Nutzung eines Abzuges schützt im Labor tätige Personen vor unnötigen Expositionen mit Gefahrstoffen. Der Abzug bietet nur einen wirksamen Schutz, wenn der Abzugsschieber (Frontscheibe) geschlossen ist.

Grundsätzlich ist durch die Wahl einer geeigneten Methode zu verhindern, daß Gefahrstoffe bei chemischen Versuchen und bei ihrer Vorbereitung in solchen Mengen in die Luft gelangen können, daß MAK-, BAT- oder TRK-Werte (Erklärung siehe Kapitel. 6.8.5.) überschritten werden und dadurch eine gesundheitliche Schädigung der Beschäftigten zu befürchten ist. Dies ist z.B. durch Benutzung von geschlossenen Apparaturen oder der direkten Verbindung der Öffnung einer Apparatur mit einer Absaugung möglich. Ist eine gesundheitliche Schädigung der Beschäftigten nicht sicher auszuschließen, müssen die Versuche in einem Abzug durchgeführt werden.

Mit sehr giftigen, giftigen, reizenden, krebserzeugenden, erbgutschädigenden und fortpflanzungsgefährdenden Chemikalien darf nur in Abzügen gearbeitet werden. Das gilt auch für Umfüll-, Wäge- und Reinigungsvorgänge.

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

Der Abzug bietet aber auch 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!

Abzugsschieber sind stets geschlossen zu halten, wenn der Abzug nicht in Benutzung ist oder die aufgebaute Apparatur im Moment nicht bedient werden muß. Hierauf ist mit einem Schild mit der Aufschrift "Frontschieber geschlossen halten" gemäß der UVV "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz" (VBG 125) hinzuweisen, das am Frontschieber an gut sichtbarer Stelle angebracht sein muß.

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

Die Funktion des Abzuges ist durch geeignete Geräte anzuzeigen. Geeignet sind z.B. Unterdruckmeßgeräte nach DIN 12924 T2, Windräder, die sich bei laufendem Abzug drehen, oder Papierstreifen vor der Abzugsöffnung, die bei Betrieb in den Abzug hineingezogen werden.

In Abzügen dürfen nur die Chemikalien aufbewahrt werden, die für die Versuchsdurchführung unbedingt benötigt werden. Eine allgemeine Aufbewahrung von Chemikalien in Abzügen ist nur dann zulässig, wenn in dem Abzug keine Arbeiten durchgeführt werden.

Perchlorsäure darf nur in speziellen Perchlorsäure-Abzügen abgeraucht werden, da sich Perchlorsäure mit organischen Stoffen zu explosionsfähigen Verbindungen verbindet. Beim Abrauchen von Perchlorsäure muß die Wasserberieselung im Abzugskanal eingeschaltet 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 z.B. dadurch erreicht werden, daß ein mindestens 10 mm hoher freier Raum für eine Luftströmung unter der Apparatur gelassen wird, z.B. bei Brandschutzwannen oder Sandbädern. Außerdem empfiehlt es sich, möglichst große Abstände zu den Abluftöffnungen einzuhalten. Keinesfalls dürfen Abluftöffnungen zugestellt werden.

4.7. UMGANG MIT SPEZIELLEN GERÄTEN: BEDIENUNGSANLEITUNGEN

Zu allen Geräten, deren Funktion und gefahrlose Bedienung nicht offensichtlich ist, gehört eine schriftliche Bedienungsanleitung. Die Bedienungsanleitung kann entfallen, wenn eine kurze mündliche Einweisung eine funktionelle und gefahrlose Bedienung ermöglicht.

Eine schriftliche Bedienungsanleitung braucht für folgende übliche Laborgeräte nicht erstellt zu werden, wenn eine mündliche Einweisung erfolgt:

- Beleuchtungsgeräte
 - Magnetrührer
 - KPG-Rührer
 - Trockenschränke (*)
 - Heißbäder (*)
 - Rotationsverdampfer
 - Vakuum-Konstanthalter
 - einfache Schmelzpunktbestimmungsapparaturen
 - einfache Refraktometer
 - Photolampen
 - einfache Laborwaagen
 - einfache Heizgeräte (Öl- und Wasserbäder, Heizplatten, Heizhauben/Heizpilze)
 - einfache Kühlgeräte (Tiefkühlschränke, Umlaufkühler).
- (* : zusätzliche Hinweise in anderen Kapiteln dieser Betriebsanleitung beachten!)

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

- einen Hinweis auf Störungsmelder (z.B. akustische oder optische Alarmgeber),
- einen Hinweis auf Möglichkeiten zur Störungsbehebung (z.B. von jedem durchführbare Bedienungsoperationen),
- Angaben zu Personen, die bei Störungen zu benachrichtigen sind (Raum-Nr., Telefon-Nr. usw.),
- Anleitung für eine Not-Ausschaltung, bei deren Anwendung das Gerät nicht beschädigt wird (elektro-

nische 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:

- Geräte, die ständig gekühlt oder mit einem Gas versorgt werden müssen,
- Chromatographie-Anlagen (z.B. MPLC, HPLC, GC, GPC),
- Spektrometer aller Art (z.B. UV/VIS-, IR-, NMR-, Massen-, Röntgenfluoreszenz-Spektrometer, AAS),
- Vakuum-Pumpen (*),
- Zentrifugen (*),
- Autoklaven (*),
- Analysenwaagen,
- Datenverarbeitungs-Anlagen,
- Laser (*),
- Photometer.

(*: zusätzliche Hinweise in anderen Kapiteln dieser Betriebsanweisung beachten!)

4.8. DAUERVERSUCHE

Versuche, die unbeaufsichtigt und/oder über Nacht laufen, dürfen nur in Dauerversuchsräumen durchgeführt werden.

Für Dauerversuchsräume gelten zusätzlich zu den Bestimmungen für Laboratorien folgende Besonderheiten:

Zum Erwärmen von Reaktionslösungen müssen Ölbäder verwendet werden. Ölbäder müssen mit einer zusätzlichen Temperaturbegrenzungseinrichtung ausgestattet sein, die bei Erreichen einer Temperatur von 200 °C das Ölbad total abschaltet und nicht wieder selbständig einschalten kann. Die Benutzung von Wasserbädern, Heizhauben (Heizpilzen) oder Gasbrennern ist verboten.

Es dürfen keine Versuche durchgeführt werden, bei denen Reaktionslösungen gekühlt werden müssen, wenn bei Ausfall der Kühlung eine Gefährdung für Menschen und Umwelt entsteht (z.B. Selbstentzündung, Freisetzen gefährlicher Gase).

Personen, die Versuche im Dauerversuchsraum betreiben, müssen ihren Namen und die Platznummer ihres Versuchsaufbaus im Laborbuch eintragen. Von allen Chemikalien, die sich in den Reaktionsgefäßen befinden, müssen Stoffbezeichnungen, Mengen und R- und S-Sätze in das Laborbuch eingetragen werden, damit bei Unfällen oder Bränden die von den Chemikalien ausgehenden Gefahren abgeschätzt werden können. Das Laborbuch muß neben der Tür des Dauerversuchsraumes außerhalb des Raumes aufbewahrt werden.

Es dürfen außer den Chemikalien, die sich in den betriebenen Reaktionsapparaturen befinden, keine weiteren Chemikalien im Dauerversuchsraum aufbewahrt werden.

Wenn in einer Reaktionsapparatur eine Flüssigkeit zum Sieden erhitzt werden soll, muß die Temperatur des Heizgerätes so eingestellt werden, daß die Flüssigkeit nur wenig siedet. Dadurch ist gewährleistet, daß bei Ausfall des Kühlwassers die Flüssigkeit im Reaktionskolben nicht in die Raumluft verdampfen kann.

Eine regelmäßige tägliche Kontrolle der Dauerversuchsräume am Ende der Arbeitszeit muß von einer bestellten Person der nutzenden Institute durchgeführt werden. **Bei Verstößen gegen diese Betriebsanweisung muß die entsprechende Apparatur abgeschaltet werden.**

4.9. TROCKNEN VON GERÄTEN UND CHEMIKALIEN

4.9.1. TROCKNEN VON GERÄTEN, TROCKENSCHRANK

Trockenschränke in chemischen Laboratorien sind in der Regel nicht explosionsgeschützt und nicht an die Abluft angeschlossen. In diesen Trockenschränken dürfen deshalb nur Laborgeräte getrocknet werden, die zuvor gründlich gereinigt und mit Wasser ausgespült worden sind.

Sollen in Trockenschränken Gegenstände oder Produkte getrocknet werden, die eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln können, dürfen nur explosionsgeschützte Trockenschränke benutzt werden.

4.9.2. TROCKNEN VON FESTSTOFFEN

Das Trocknen von festen Chemikalien bzw. das Regenerieren von Adsorbentien (z.B. Molekularsieb, Aluminiumoxid, Silicagel) ist in Trockenschränken verboten, wenn beim Trocknen Gefahrstoffe (z.B. brennbare, giftige, reizende Dämpfe) in die Luft abgegeben werden können oder die Gefahr von Zersetzungsreaktionen oder Explosionen besteht. Diese Chemikalien müssen in speziellen Geräten getrocknet werden, die an die Abluftanlage angeschlossen sind.

Feststoffe werden am besten im Exsikkator oder in einer Trockenpistole unter Vakuum getrocknet. Dabei dürfen Feststoffe und Trocknungsmittel nicht miteinander in Berührung kommen.

4.9.3. TROCKNEN VON FLÜSSIGKEITEN

Ausführliche Informationen für das Trocknen von Flüssigkeiten enthält das Buch "Sicherheit - Handbuch für das Labor" (vgl. Literaturliste). Im folgenden werden nur die wichtigsten Punkte zusammengefaßt.

Flüssigkeiten werden in der Regel getrocknet, indem sie mit dem Trocknungsmittel vermischt werden und längere Zeit stehengelassen werden (statische Methode). Beim Trocknen mit Aluminiumoxiden, Kieselgelen und Molekularsieben werden die Flüssigkeiten häufig durch eine mit dem Trocknungsmittel gefüllte Glassäule hindurchgeleitet (dynamische Methode).

Es wird darauf hingewiesen, daß Flüssigkeiten nur mit den Trocknungsmitteln getrocknet werden können, mit denen sie nicht chemisch reagieren. So dürfen z.B. halogenhaltige Kohlenwasserstoffe (z.B. Chloroform, Dichlormethan) niemals mit elementarem Natrium oder Kalium getrocknet werden, da hier höchste Explosionsgefahr besteht!

Häufig benutzte Trocknungsmittel sind:

- | | |
|------------------------------|---|
| - Alkalimetalle: | Natrium, Kalium |
| - Säuren, Säureanhydride: | konz. Schwefelsäure, Phosphorpentoxid |
| - Basen: | Kaliumhydroxid, Kaliumcarbonat, Calciumoxid, Natriumhydroxid, Lithiumaluminiumhydrid, |
| - kristallwasserfreie Salze: | Magnesiumsulfat, Natriumsulfat, Calciumchlorid, Kupersulfat |
| - Adsorbentien: | Aluminiumoxid, Kieselgel, Molekularsieb |

Natrium, Kalium

Von alters her hat sich die Verwendung von blankem Natriumdraht direkt aus der Natriumpresse zur Trocknung organischer Lösungsmittel bewährt. Während des Trocknungsvorganges überzieht sich der Natrium-Draht mit einem blättrigen Belag von Natriumhydroxid, der aber die Trocknungswirkung wenig beeinträchtigt. In gleicher Weise werden häufig auch Natrium-Kalium-Legierungen (flüssig bei

Kaliumgehalten von 30-90 %) verwendet, deren Vorteil darauf beruht, daß sie eine noch höhere Trocknungswirkung aufweisen und sich beim Schütteln der flüssigen Legierung immer wieder eine blanke, reaktive Oberfläche bildet.

Während des Trocknungsvorganges reagiert zuerst das Kalium, weshalb die Legierung immer kaliumärmer wird und dadurch erstarren kann.

Der Nachteil dieser Trocknungsmittel ist ihre außergewöhnliche Reaktivität mit Wasser unter Bildung von Wasserstoff (Knallgas!). Lösungsmittelflaschen, in die ein Natriumdraht hineingepreßt wurde, dürfen deshalb die ersten Tage nicht fest verschlossen werden, da sich sonst ein gefährlicher Überdruck bilden kann. Kalium kann sich bereits bei hoher Luftfeuchtigkeit entzünden. Deshalb müssen Lösungsmittel, die über Kalium getrocknet werden, mit einem Inertgas überschichtet sein. Auch bei der Vernichtung von Natrium- und Kaliumabfällen ist besondere Vorsicht geboten. Details hierzu siehe Entsorgung von Laborabfällen, Kapitel 9. Zur Kontrolle auf Restfeuchtigkeit haben sich Benzo-phenon und Triphenylmethan bewährt, die bei völliger Wasserfreiheit eine intensive Färbung zeigen.

Natrium und Kalium sind geeignet zum Trocknen von Ethern, gesättigten aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen und Aminen; auf keinen Fall dürfen Säuren, Säurederivate, Aldehyde, Ketone und Alkohole mit ihnen getrocknet werden. Halogenkohlenwasserstoffe wie z.B. Trichlormethan (=Chloroform), Dichlormethan (=Methylenchlorid) oder Tetrachlormethan (=Tetrachlorkohlenstoff) reagieren explosiv mit Natrium bzw. Kalium.

Konzentrierte Schwefelsäure, Phosphorpentoxid

Konzentrierte Schwefelsäure kann schwere Verätzungen verursachen und bei Aufnahme organischer Dämpfe Schwefeldioxid freisetzen. Konzentrierte Schwefelsäure ist geeignet zum Trocknen von aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen, ungeeignet zum Trocknen von oxidierbaren Stoffen, ungesättigten Kohlenwasserstoffen, Aldehyden, Ketonen, Alkoholen.

Phosphorpentoxid kann beim unvorsichtigen Öffnen von Exsikkatoren verpuffungsartig aufgewirbelt werden. Phosphorpentoxid, das schon zum Teil Feuchtigkeit gezogen hat, überzieht sich mit einer sirupartigen Oberfläche, wodurch die Trocknungskapazität erheblich eingeschränkt wird. Phosphorpentoxid ist geeignet zum Trocknen von Alkyl- und Arylhalogeniden, Anhydriden, Nitrilen und Schwefelkohlenstoff, ungeeignet zum Trocknen von Alkoholen, Aminen, Ethern, Ketonen, Aldehyden, Säuren.

Behälter, die Schwefelsäure bzw. Phosphorpentoxid enthalten, müssen sehr vorsichtig geöffnet werden.

Es sind Trocknungsmittel auf Basis von Phosphorpentoxid bzw. konz. Schwefelsäure in Granulatform im Handel (z.B. Sicapent und Sicacide der Firma Merck), die nicht nur einen gefahrloseren Umgang ermöglichen, sondern wegen ihrer größeren Oberfläche auch eine höhere Trocknungskapazität aufweisen.

Kaliumhydroxid, Natriumhydroxid, Kaliumcarbonat, Calciumoxid, Lithiumaluminiumhydrid

Diese Stoffe sind geeignet zum Trocknen von Substanzen, die keine protischen Eigenschaften haben und nicht im alkalischen Milieu reagieren.

Kaliumhydroxid und Natriumhydroxid dienen zum 1- bis 2-tägigen Vortrocknen von Diethylether, bevor ein Natriumdraht eingepreßt werden kann.

Durch zehnstündiges Erhitzen über Calciumoxid kann Ethanol wasserfrei gemacht werden.

Halogenkohlenwasserstoffe wie z.B. Trichlormethan (=Chloroform), Dichlormethan (=Methylenchlorid) oder Tetrachlormethan (=Tetrachlorkohlenstoff) reagieren explosiv mit Natriumhydroxid bzw. Kaliumhydroxid.

Natriumsulfat, Magnesiumsulfat, Calciumchlorid, Kupfersulfat

Diese Substanzen binden das Wasser als Kristallwasser. Sie sind chemisch inert und damit zum Trocknen fast aller Chemikalien geeignet.

Aluminiumoxid, Kieselgel, Molekularsieb

Zum Trocknen von Flüssigkeiten werden diese drei Stoffe entweder in einem statischen oder einem dynamischen Verfahren eingesetzt. Beim statischen Verfahren werden die Trocknungsmittel in die Flüssigkeitsbehälter hineingegeben und die Flüssigkeiten über dem Trocknungsmitteln aufbewahrt. Beim dynamischen Verfahren wird das Trocknungsmittel in eine Glassäule gefüllt. Anschließend läßt man die zu trocknende Flüssigkeit durch das Trocknungsmittel hindurchfließen. Beim dynamischen Verfahren ist zu empfehlen, am Säulenende einen Feuchtigkeitsindikator einzusetzen, der die Erschöpfung des Trocknungsmittels z.B. durch eine Farbänderung anzeigt.

Molekularsiebe weisen in der Regel die besten Trocknungseigenschaften auf. Sie sind chemisch inert und können für das Trocknen aller gängigen Lösungsmittel benutzt werden. Molekularsiebe werden zur Regeneration zunächst in eine größere Wassermenge geschüttet, um adsorbierte organische Lösungsmittel zu entfernen (Abzug!). Anschließend wird das Wasser abfiltriert und das Molekularsieb im Trockenschrank bei 250 °C vorgetrocknet. Der verbleibende Restwassergehalt wird im Ölpumpenvakuum bei 300 °C entfernt. Wasserstrahlpumpen sind zum Evakuieren wegen ihres hohen Wasserpartialdruckes völlig ungeeignet. Molekularsiebe können mehr als hundertmal regeneriert werden.

Aluminiumoxid und Kieselgel können unter Umständen mit Lösungsmitteln reagieren und sind deshalb nicht so universell einsetzbar wie Molekularsiebe. Molekularsiebe sollten deshalb bevorzugt werden. Die Trocknungsleistung von Molekularsieben übertrifft oft die Trocknung mit Natrium, ist dabei völlig gefahrlos! Man beachte auch die fehlenden Entsorgungsprobleme! Molekularsiebe, Aluminiumoxide und Kieselgele, die Peroxide enthalten können, dürfen nicht regeneriert werden.

Molekularsiebe sind mit unterschiedlichen Porenweiten erhältlich. Je nach Flüssigkeit müssen verschiedene Porenweiten benutzt werden. Beispiele:

Molekularsieb, Porenweite 0,3 nm:

Aceton, Acetonitril, Ethanol, Formamid, Methanol, 1-Propanol.

Molekularsieb, Porenweite 0,4 nm:

Benzol, 1-Butanol, 2-Butanol, tert-Butanol, n-Butylacetat, Chlorbenzol, Chloroform, Cyclohexan, Dichlormethan, Diethylenglycoldimethylether, Diethylether, Diisopropylether, Dimethylformamid, Dimethylsulfoxid, Ethylacetat, Ethylenglycol, n-Hexan, Isobutanol, Methylenchlorid, Pyridin, Toluol, Trichlorethylen, Trichlormethan, Xylol.

Molekularsieb, Porenweite 0,5 nm:

1,4-Dioxan, 2-Propanol.

4.9.4. TROCKNEN VON GASEN

Ausführliche Informationen für das Trocknen von Gasen enthält das Buch "Sicherheit - Handbuch für das Labor" (vgl. Literaturliste). Im folgenden werden nur die wichtigsten Punkte zusammengefaßt.

Gase werden getrocknet, indem sie durch das Trocknungsmittel hindurchgeleitet werden. Geeignete Trocknungsmittel sind z.B.:

- Molekularsiebe,
- Aluminiumoxid,
- Kieselgel,
- konz. Schwefelsäure.

Molekularsiebe, Aluminiumoxid und Kieselgel werden als Feststoffe in eine Säule eingefüllt. Anschließend läßt man das zu trocknende Gas durch die Säule hindurchströmen. Es wird empfohlen, am Säulenende einen Feuchtigkeitsindikator vorzulegen, der die Erschöpfung der Trocknungssubstanz farblich anzeigt.

Weitere feste Trocknungssubstanzen wie z.B. Calciumchlorid oder Kaliumhydroxid neigen bei der Aufnahme von Feuchtigkeit dazu, zu verkleben und die Säule zu verstopfen. Sie sind deshalb weit weniger geeignet als die o.g. Substanzen.

Konzentrierte Schwefelsäure wird in einer Waschflasche vorgelegt und vom Gas durchströmt. Es empfiehlt sich, als Austrittsöffnung des Gases in der Schwefelsäure eine Glasfritte zu benutzen, da das Gas hierdurch in zahlreichen kleinen Bläschen austritt und sich so innig mit der Schwefelsäure vermischen kann.

5. ARBEITEN UNTER ÜBER- ODER UNTERDRUCK, GASE

Arbeiten mit Apparaturen, die unter vermindertem oder erhöhtem Druck stehen, sind immer als gefährlich einzustufen, da Implosionen bzw. Explosionen drohen. Apparaturen, die aus Glasgeräten bestehen, müssen so aufgestellt werden, daß sie gegen unbeabsichtigtes Anstoßen oder Darauffallen von Gegenständen geschützt sind. Die Apparaturen müssen hinter Schutzschirmen aufgestellt sein, die bei Zerbersten der Apparatur die im Labor anwesenden Personen sicher vor umherfliegenden Teilen und verspritzenden Chemikalien schützen. Schutzschirme in diesem Sinne sind insbesondere Abzüge, wenn die Frontscheibe geschlossen ist.

Es versteht sich von selbst, daß Arbeiten unter erhöhtem oder vermindertem Druck mit besonderer Vorsicht und unter Beachtung der Sicherheitsregeln durchgeführt werden müssen.

Bei allen Arbeiten, die unter erhöhtem oder vermindertem Druck durchgeführt werden, muß eine Schutzbrille getragen werden. Brillenträger müssen eine Brille mit Seitenschutz oder eine Überbrille tragen. Die Benutzung eines Schutzschirmes wird empfohlen. (Vgl. Kapitel 2.1.1.)

Beim Umgang mit Flüssigkeiten unter vermindertem Druck müssen Maßnahmen ergriffen werden, um Siedeverzüge zu verhindern. Das kann z.B. durch die Benutzung von Siedesteinchen, Siedekapillaren oder Rührern erreicht werden (vgl. Kapitel 4.3.2.).

5.1. UNTERDRUCK

5.1.1. ARBEITEN UNTER UNTERDRUCK

In chemischen Laboratorien wird häufig unter vermindertem Druck gearbeitet. Typische Beispiele sind Destillationen, Sublimationen, Absaugen von Niederschlägen, Trocknen. Die verwendeten Apparaturen müssen dabei einer erheblichen Belastung durch den Außendruck standhalten. Bei Verwendung von Wasserstrahlpumpen (20 hPa = 20 mbar) entspricht die Druckbelastung ca 1 kg/cm² Glasoberfläche. Es ist ein weitverbreiteter Irrtum, daß das Arbeiten unter "Wasserstrahlvakuum" im Vergleich mit "Hochvakuumarbeiten" harmlos sei. In der Tat unterscheiden sich die Druckbelastungen nur um 10-20 g/cm², also 1-2 %.

Der Unterdruck ist nach Möglichkeit auf das experimentell notwendige Maß zu begrenzen. Eine Unterdruckregelung mittels Vakuumkonstanthaltern (Vakuum-Controllern) muß erfolgen, wenn die Geräte vorhanden sind.

Es dürfen nur Glasgeräte mit unbeschädigter Oberfläche verwendet werden (Sichtkontrolle). Zusätzliche Belastungen durch Spannungen infolge verkanteter Befestigung von Apparaturen sind auszuschließen. Evakuierte Apparaturteile dürfen nicht einseitig erwärmt werden.

Für Arbeiten unter vermindertem Druck dürfen nur Glasgeräte mit gewölbter Oberfläche verwendet werden, keinesfalls also Erlenmeyerkolben oder sonstige Gefäße mit flachem Boden. Hiervon abweichend dürfen Geräte benutzt werden, die eigens für Vakuumarbeiten hergestellt werden, z.B. Saugflaschen, Exsikkatoren.

Beim Absaugen ist auf guten Sitz und ausreichende Größe der Gummimanschetten zwischen Absaugtrichter und Saugflasche zu achten. Plötzliches Durchrutschen des Trichters kann zum Bruch des Auffanggerätes führen.

Wirksamer Splitterschutz für den Fall von Implosionen sind neben der Verwendung von Schutzschilden die Sicherung in Drahtkörben oder das Bekleben der Gefäßoberfläche mit Klarsichtfolie. Exsikkatoren müssen mit einer Klarsichtfolie beklebt oder kunststoffbeschichtet sein. Kunststoffbeschichtete Geräte sind im Handel erhältlich und sollten bevorzugt werden.

Es dürfen nur DewargefäÙe verwendet werden, die von einem Metall- oder Kunststoffmantel umgeben sind.

Apparaturen, die evakuiert werden sollen, müssen vor dem Einfüllen von Chemikalien probeweise auf ihre Dichtigkeit überprüft werden.

Apparaturen, die unter einem Unterdruck stehen, müssen nach Beendigung des Versuches langsam belüftet werden. Schlagartiges Belüften kann zu Implosionen und zum Verspritzen von Chemikalien führen. Um Geräte sicher belüften zu können, ist der Einbau einer Woulffschen Flasche zwischen Vakuumpumpe und Apparatur notwendig, soweit keine speziellen Belüftungsöffnungen am Gerät bereits vorhanden sind.

Bei Apparaturen, die unter einem Unterdruck stehen und gleichzeitig beheizt werden sollen, muß zuerst der gewünschte Unterdruck erreicht werden. Erst dann darf die Apparatur beheizt werden. Nach Beendigung des Versuches muß zuerst das Heizbad entfernt werden. Anschließend kann die Apparatur belüftet werden. Evakuierte GlasgefäÙe dürfen nicht einseitig erhitzt werden, um Glasbruch infolge Spannungen zu verhindern.

Werden Feststoffe in Exsikkatoren über Kaliumhydroxid und konz. Schwefelsäure getrocknet, muß die Schwefelsäure so aufbewahrt werden, daß sie nicht in das GefäÙ mit Kaliumhydroxid gelangen kann. Die Schwefelsäure sollte z.B. unterhalb der Siebscheibe des Exsikkators, das Kaliumhydroxid oberhalb der Siebscheibe aufbewahrt werden. Inerte Trocknungsmittel, wie z.B. Kieselgel, Molekularsieb oder Aluminiumoxid, müssen möglichst an Stelle von gefährlichen Trockenmitteln wie Schwefelsäure/Kaliumhydroxid benutzt werden.

Bei Vakuumdestillationen müssen nicht kondensierte Dämpfe auskondensiert oder auf sonstige Weise gefahrlos abgeführt werden. Dazu können z.B. Kühlfallen benutzt werden. Besteht die Gefahr, daß sich der Destillationsrückstand in Gegenwart von Sauerstoff zersetzt, darf nur Inertgas zum Entspannen eingelassen werden.

5.1.2. VAKUUMPUMPEN UND VAKUUMKONSTANTHALTER

Ein Unterdruck wird durch geeignete Vakuumpumpen erzeugt. Verwendet werden:

Wasserstrahlpumpen

Wasserstrahlpumpen erzeugen ein Vakuum bis ca. 20 hPa (=20 mbar). Der Enddruck ist abhängig von der Wassertemperatur und dem Wasserdruck. Bei plötzlich sinkendem Wasserdruck besteht die Gefahr, daß Wasser in die Vakuumpumpe eingesogen wird. Wasserstrahlpumpen muß deshalb immer eine Woulffsche Flasche nachgeschaltet werden.

Die von Wasserstrahlpumpen abgesaugten Gase und Dämpfe gelangen in das Abwasser. Dadurch können Schadstoffbelastungen des Abwassers entstehen, die nicht zulässig sind. Vor allem beim Umgang mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (z.B. Dichlormethan, Trichlormethan, Trichlorethylen) werden Überschreitungen des Grenzwertes sehr schnell erreicht.

Der Wasserverbrauch von Wasserstrahlpumpen ist extrem hoch. Er liegt bei ca. 1 m³ Wasser pro Stunde, wobei stets bestes Trinkwasser verwendet wird. Wegen des hohen Wasserverbrauches verursachen diese Pumpen sehr hohe Betriebskosten (z. Zt. ca. 7 DM/m³). Wasserstrahlpumpen dürfen nicht verwendet werden, wenn andere geeignete Vakuumpumpen zur Verfügung stehen.

Teflon-Membranpumpen

Teflon-Membranpumpen sind chemikalienbeständige Vakuumpumpen, bei denen das Vakuum durch Bewegen einer Polytetrafluorethylen-Membran (=Teflon-Membran) mittels Elektromotor erzeugt wird. Alle Teile dieser Pumpen, die mit Dämpfen und Gasen in Verbindung kommen, sind aus Polytetrafluorethylen hergestellt. Teflon-Membranpumpen erreichen in der Regel ein Endvakuum von ca. 10 mbar und sind damit mit Wasserstrahlpumpen vergleichbar. Modernste Geräte erreichen ein Endvakuum von 1 mbar und sind deshalb für fast alle Arbeiten unter vermindertem Druck einsetzbar. Wegen ihres geringen Stromverbrauches sind die Betriebskosten sehr gering.

An Teflon-Membranpumpen muß

- entweder hinter dem Gasauslaß ein Kondensationssystem aus Kühler und Auffanggefäß (z.B. Kolben und Rückflußkühler) installiert sein, um abgesaugte Dämpfe und Gase bei Normaldruck kondensieren und weiterverwenden zu können oder
- vor der Teflon-Membranpumpe eine Kühlfalle installiert sein, die alle Dämpfe vor dem Erreichen der Pumpe kondensiert.

Die erste Variante ist ungefährlicher und weniger aufwendig; sie sollte deshalb bevorzugt werden.

Das Kondensationssystem kann entfallen, wenn sichergestellt ist, daß keine Gefahrstoffe in die Luft gelangen können (z.B. Absaugen wäßriger Salzlösungen).

Teflon-Membranpumpen besitzen in der Regel eine so hohe Leistung, daß in Verbindung mit Vakuumkonstanthaltern (Vakuum-Controllern) und Regelventilen mehrere (bis zu 10) Vakuumpumpen gleichzeitig betrieben werden können. Der Ersatz mehrerer Wasserstrahlpumpen durch eine Teflon-Membranpumpe macht sich innerhalb kurzer Zeit bezahlt.

Teflon-Membranpumpen dienen nur dem Fördern von Gasen; beim Fördern von Flüssigkeiten wird die Pumpe innerhalb weniger Sekunden zerstört.

Drehschieberpumpen und Diffusionspumpen

Drehschieberpumpen und Diffusionspumpen werden in der Regel nur dann eingesetzt, wenn ein Vakuum unter 1 hPa (= 1 mbar) benötigt wird. Da unter den Versuchsbedingungen abgesaugte Dämpfe und Gase in das Öl dieser Pumpen eindringen können, dürfen die Pumpen nur betrieben werden, wenn zwischen Reaktionsgefäß und Vakuumpumpe eine wirksame Kühlfalle zwischengeschaltet ist. Die Kühlfalle ist in der Regel mit flüssigem Stickstoff zu beschicken. Die besonderen Vorschriften für den Umgang mit tiefkalt verflüssigten Gasen und Vakuumpumpen sind zu beachten (Kap. 4.4. und 5.1.1.).

Drehschieber- und Diffusionspumpen erreichen ihr Endvakuum erst in betriebswarmen Zustand ca. 15 Minuten nach dem Einschalten der Pumpe. Das Öl dieser Pumpen muß gemäß der Bedienungsanleitung dieser Geräte regelmäßig ausgetauscht werden.

Alle Vakuumpumpen sollten unbedingt mit Regelgeräten betrieben werden, die den vorhandenen Unterdruck genau anzeigen und einen gewünschten Unterdruck genau regulieren können.

Für die Druckanzeige sind Manometer mit einem Zeiger oder elektronische Geräte zu installieren. Quecksilbermanometer dürfen nur noch für Druckbereiche unter 1 hPa (= 1 mbar) verwendet werden.

Für die Regulierung des Unterdruckes sind elektronische Vakuumkonstanthalter (Vakuum-Controller) einschließlich Regelventilen einzusetzen. Durch das genau einstellbare Vakuum können

- Reaktionen und Arbeitsvorgänge (z.B. Destillationen) unter kontrollierbaren und reproduzierbaren Bedingungen durchgeführt werden,
- Abwasserbelastungen bei der sonst notwendigen Benutzung von Wasserstrahlpumpen erheblich reduziert werden,
- die Lebensdauer von Teflon-Membranpumpen, Drehschieber- und Diffusionspumpen erheblich erhöht werden.

5.2. ARBEITEN MIT GASEN BEI NORMAL- UND ÜBERDRUCK

Gase werden oft als Reaktanden oder als Schutzgase in chemischen Reaktionen eingesetzt oder können bei chemischen Reaktionen entstehen. Sie finden auch als Hilfsmittel bei einigen analytischen Verfahren Anwendung. Der Umgang mit Gasen ist stets problematisch: Gase diffundieren sehr rasch in die Laboratmosphäre. Brennbare Gase bilden dann leicht zündfähige Gemische, giftige Gase gefährden Personen. Besondere Gefahren ergeben sich beim Arbeiten mit Gasen unter Druck.

5.2.1. AUFBEWAHRUNG VON DRUCKGASFLASCHEN

Druckgasflaschen einschließlich Gaskartuschen sind zur Vermeidung von Gefahren möglichst außerhalb der Laboratorien aufzustellen und die Gase den Arbeitsplätzen durch festverlegte Rohrleitungen zuzuführen. Ist dies nicht möglich und müssen in Laboratorien mit erhöhter Brandgefahr Druckgasflaschen betrieben werden, sind die Druckgasflaschen durch besondere Schutzmaßnahmen im Brandfall vor zu starker Erwärmung zu schützen. Sind solche Schutzmaßnahmen nicht möglich oder zweckmäßig, müssen Druckgasflaschen nach Arbeitsschluß oder nach Beendigung einer Versuchsreihe an einen sicheren Ort (Lagerraum) gebracht werden.

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

- Unterbringen in (dauerbelüfteten) Sicherheitsschränken nach DIN 12925 Teil 2,
- Einrichtungen, die Druckgasflaschen selbsttätig mit Wasser berieseln (z.B. nach DIN 14494),
- Aufstellung der Druckgasflaschen hinter feuerhemmender Abtrennung.

Räume, in denen Druckgasflaschen aufgestellt sind, müssen mit dem Warnzeichen W15 "Warnung vor Gasflaschen" gemäß der UVV "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz" (VBG 125) gekennzeichnet sein. Werden Druckgasflaschen in Sicherheitsschränken aufbewahrt, müssen diese Sicherheitsschränke so gekennzeichnet sein.

Arbeiten mit sehr giftigen, giftigen, gesundheitsschädlichen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Gasen müssen immer im Abzug durchgeführt werden. Die entsprechenden Druckgasflaschen müssen dauerabgesaugt aufgestellt werden, also im Abzug oder in speziellen Gasflaschen-Sicherheitsschränken.

Das gilt z.B. für folgende Gase:

<u>Ammoniak</u>	<u>1,3-Butadien</u>	<u>Chlorethylen (Vinylchlorid)</u>	<u>Dicyan</u>
<u>Ethylenoxid</u>	<u>Kohlenmonoxid</u>	<u>Schwefelwasserstoff</u>	

Druckgasflaschen müssen an ihrem Aufbewahrungsort immer mit einer Kette oder einem speziellen Gasflaschenhalter gegen Umfallen gesichert sein.

Beim Umgang mit Acetylen ist zu beachten, daß es mit zahlreichen Schwermetallen Acetylide zu bilden vermag, die sehr leicht explodieren können. Acetylen darf deshalb nicht mit Kupfer oder Kupfer-Legierungen in Berührung kommen.

Grundsätzlich gilt, daß Gase nur in solchen Mengen beschafft werden dürfen, die auch tatsächlich benötigt werden! Bewährt haben sich sogenannte "Lecture bottles".

Die Lagerung von Druckgasflaschen innerhalb von Gebäuden darf nur in speziellen Lagerräumen oder Sicherheitsschränken nach DIN 12 925 Teil 2 erfolgen.

5.2.2. ENTNAHME VON GASEN, UMGANG MIT DRUCKGASFLASCHEN

Gase werden heute in aller Regel aus Druckgasflaschen entnommen. Gase, die Gefahrstoffe sind, dürfen im Labor nicht hergestellt werden, wenn durch Benutzung von Chemikalien eine Bildung dieser Gase mit einem insgesamt geringeren Gefährdungspotential möglich ist. Z.B. kann Schwefelwasserstoff durch Erwärmen von Sulfidogen der Fa. Merck hergestellt werden. Das früher gebräuchliche Thioacetamid (TAA) ist als krebserzeugend eingestuft und darf nicht mehr benutzt werden. Der Kippsche Apparat sollte nicht benutzt werden.

Druckgasflaschen

Vor jedem Umgang mit Druckgasflaschen muß überprüft werden, ob ihr TÜV-Prüftermin noch nicht abgelaufen ist. Druckgasflaschen mit abgelaufenem TÜV-Stempel dürfen nicht mehr transportiert und benutzt werden. Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, daß alle Druckgasflaschen entsprechend den Vorschriften regelmäßig vom TÜV überprüft werden.

Die meisten Gase werden in verdichteter Form (verflüssigt oder unter hohem Druck) in Druckgasflaschen angeboten. Druckgasflaschen stellen ein Gefahrenpotential an sich dar, denn sie können bei grob unsachgemäßer Behandlung (Umfallen, starke Hitzeeinwirkung usw.) bersten. Daraus ergeben sich einige unbedingt einzuhaltende Sicherheitsvorschriften.

An Verbrauchsstellen in Räumen dürfen nur die für den Fortgang der Arbeiten notwendigen Druckgasflaschen vorhanden sein. Druckgasflaschen, die brennbare oder sehr giftige Gase enthalten, müssen einen Sicherheitsabstand zur nächsten Zündquelle von mindestens 2 Metern besitzen (weitere Angaben siehe TRG 280). Es müssen möglichst kleine Druckgasflaschen verwendet werden. Sie sind immer vor direkter Wärmeeinwirkung zu schützen.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß Druckgasflaschen mit sehr giftigen, giftigen, gesundheitsschädlichen, erbgutverändernden, krebserzeugenden oder fortpflanzungsgefährdenden Gasen in Laboratorien dauerabgesaugt aufgestellt werden müssen, d.h. in Abzügen oder in speziellen Gasflaschen-Sicherheitsschränken. Druckgasflaschen sind auch in Abzügen und Sicherheitsschränken gegen Umfallen zu sichern.

Druckgasflaschen dürfen nur transportiert werden

- mit aufgeschraubter Schutzkappe und
- auf Stahlflaschentransportkarren mit geschlossener Sicherheitskette.

Der Transport ohne Schutzkappe oder mit angebautem Entnahmeventil ist verboten, da sonst die Gefahr besteht, daß bei einem Abgleiten der Flasche das Hauptventil abgeschlagen werden kann und die Stahlflasche wie ein Geschoß mit enormer Wucht über den Boden schießt.

Druckgasflaschen dürfen nicht in der Hand oder auf der Schulter transportiert werden. Ausgenommen sind Flaschen mit einem Volumen bis 1 Liter.

Falls ätzende, brennbare, giftige, sehr giftige oder erstickend wirkende Gase im Aufzug befördert werden, ist die Mitfahrt von Personen strengstens verboten.

Druckgasflaschen müssen an ihrem Aufbewahrungsort immer mit einer Kette oder einem speziellen Gasflaschenhalter gegen Umfallen gesichert sein.

Wird eine Druckgasflasche nicht benutzt, muß das Flaschenventil durch Aufschrauben der Schutzkappe gesichert sein.

Druckgasflaschen besitzen hinter dem Flaschenventil einen Gewindeanschluß zum Anbringen des Entnahmeventils. Hochkomprimierte Gase (z.B. Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Edelgase, gasförmige Kohlenwasserstoffe, Kohlendioxid) müssen über Druckminderer entnommen werden. Für verflüssigte Gase (z.B. Ammoniak, Chlorwasserstoff, Schwefeldioxid, Chlor) verwendet man einfache Nadelventile.

Es dürfen nur die für die Gasart vorgeschriebenen Entnahmeventile verwendet werden. Die Montage der Ventile ist durch eingewiesene Personen vorzunehmen. Stahlflaschen mit brennbaren Gasen sind am Ventil mit Linksgewinde ausgerüstet, alle übrigen haben Rechtsgewinde.

Armaturen, Manometer, Dichtungen und andere Teile für stark oxidierende Druckgase müssen frei von Öl, Fett, Glycerin usw. gehalten werden. Sie dürfen auch nicht mit ölhaltigen Putzlappen oder mit fettigen Fingern berührt werden. Reste von Lösungsmitteln, die zum Entfetten verwendet werden, müssen durch Abblasen mit ölfreier Luft entfernt werden. Stark oxidierende Gase sind z.B. Sauerstoff und Distickstoffmonoxid. Für Sauerstoff dürfen nur Manometer verwendet werden, die blau gekennzeichnet sind und die Aufschrift "Sauerstoff! Öl- und fettfrei halten" tragen.

Ventile von Druckgasflaschen für brennbare und brandfördernde, oxidierende Gase sind langsam zu öffnen. Dies gilt insbesondere für Wasserstoff, Sauerstoff und Fluor. Hierdurch soll eine Entzündung dieser Gase bzw. ein Ventilbrand vermieden werden.

Zur Entnahme von Gas wird zunächst bei geschlossenem Entnahmeventil das Hauptventil (Flaschenventil) geöffnet. Sollte sich das Hauptventil nicht von Hand öffnen lassen, darf die Druckgasflasche nicht benutzt werden. Die Benutzung von drehmomenterhöhenden Werkzeugen (z.B. Zangen) ist streng verboten. Druckgasflaschen, deren Ventil sich nicht von Hand öffnen läßt, sind außer Betrieb zu nehmen, entsprechend zu kennzeichnen und dem Füllbetrieb zuzustellen. Nichtgängige Hauptventile werden vor allem bei korrosiven Gasen beobachtet. Gerade hier führt unsachgemäßes Manipulieren immer wieder zu gefährlichen Situationen. Schließlich wird zur Entnahme das Feinventil (ggf. zuvor das Druckminderventil) vorsichtig geöffnet und der gewünschte Gasstrom eingestellt.

Umgekehrt ist das Anziehen des Hauptventils mit Werkzeugen verboten.

Nadelventile für korrosive Gase müssen nach Benutzung sofort mittels Durchspülen und Ausblasen gereinigt werden, da sonst die Gefahr der Fehlfunktion bei der nächsten Benutzung besteht.

Die Hauptventile von Druckgasflaschen sind nach Gebrauch und nach dem Entleeren zu schließen. Das Entnahmeventil am Manometer ist zur Entspannung zu öffnen, damit die gesamte Entnahmeeinrichtung druckfrei ist.

Entleerte Druckgasflaschen müssen noch einen geringen Restdruck von mindestens 2 bar aufweisen. Sie müssen eindeutig als entleert gekennzeichnet werden.

Vor Versuchsbeginn muß überprüft werden, ob die Gasflasche genügend Gas enthält, damit nicht während des Versuches die Gasflasche gewechselt werden muß. Das kann z.B. bei der Umsetzung selbstentzündlicher Metallalkyle zu Bränden führen.

Reparaturen an Manometern und Nadelventilen dürfen nur Fachleute der Hersteller- oder Lieferfirmen durchführen.

Gasarmaturen und Gasleitungen sind vor der ersten Inbetriebnahme und nach Umrüstungen vor der Wiederinbetriebnahme von einem Sachkundigen auf Dichtheit prüfen zu lassen, sofern nicht typgeprüfte Einrichtungen verwendet werden. Sachkundiger ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Gasarmaturen und -leitungen hat und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. DIN, VDE-Bestimmungen) soweit vertraut ist, daß er den arbeitssicheren Zustand der Gasarmaturen und -leitungen beurteilen kann.

Gasleitungen dürfen nur von Fachfirmen verlegt werden.

5.2.3. EINLEITEN VON GASEN

Alle Apparaturen, in die Gase eingeleitet werden oder in denen Gase gebildet werden, müssen mit einem Blasenähler versehen werden. Gase werden in Reaktionsapparaturen über mit Schlauchschellen gesicherte Schläuche eingeleitet, die gegenüber dem verwendeten Gas beständig sein müssen. Universell geeignet sind Silikonschläuche. Durch Einschalten von genügend großen Zwischengefäßen (Sicherheitsflaschen) ist das Zurücksteigen des Reaktionsgemisches zur Gasentnahmestelle, insbesondere aber auch eine Vermischung mit Trocknungsflüssigkeiten (z.B. konzentrierte Schwefelsäure) zu verhindern. Die Sicherheitsflaschen müssen so groß sein, daß sie den gesamten Reaktionsansatz aufnehmen können.

Gase dürfen in Apparaturen nur eingeleitet werden, wenn sichergestellt ist,
 - daß sich in der Apparatur kein unzulässiger Überdruck aufbauen kann,
 - daß alle Schlauchverbindungen und der Versuchsaufbau so dicht sind, daß keine Gase an unerwünschten Stellen austreten können.
 Bewährt hat sich eine Sicherheitstauchung.

Wenn beim Einleiten feste Reaktionsprodukte gebildet werden, besteht die Gefahr des Verstopfens des Einleitungsrohres und eines unkontrollierten Druckanstieges im Einleitungssystem. Solche Reaktionen bedürfen der ständigen Beobachtung. Es sind spezielle Einleitungssysteme zu verwenden, die die mechanische Entfernung von Feststoffen aus dem Einleitungsrohr ohne Öffnen der Apparatur erlauben.

Alle Gaseinleitungsapparaturen müssen eine drucklose Austrittsöffnung besitzen. Diese Öffnung muß mittels Schlauch mit dem Abzugssystem verbunden sein, wenn die verwendeten Gase Gefahrstoffe sind. **Das Entweichen größerer Mengen gasförmiger Gefahrstoffe in das Abluftsystem ist zu verhindern. Dies geschieht durch Absorption der Gase in geeigneten Reaktionsmedien (z.B. Säuredämpfe in verd. Laugen). Solche Zusatzapparaturen haben den Charakter von Reaktionsapparaturen und müssen daher den gleichen Sicherheitsanforderungen entsprechen, wie bisher beschrieben. So muß z.B. der Gehalt der Absorptionslösung der erwarteten Gasmenge entsprechen, bei exothermen Reaktionen für Kühlung gesorgt werden und beachtet werden, daß die Löslichkeit gebildeter Feststoffe nicht überschritten wird.**

Beim Verdampfen von verflüssigten Gasen durch äußere Erwärmung muß eine örtliche Überhitzung vermieden werden. Die Temperatur des Heizmediums darf 50 °C nicht überschreiten. Die äußere Erwärmung kann z.B. durch feuchte heiße Tücher, temperaturgeregelte Wasserbäder oder Berieselung mit warmem Wasser erfolgen.

Beim Umfüllen von Gasen in flüssigem Zustand in kleinere Druckgasflaschen muß eine Überfüllung sicher vermieden werden. Der zulässige Füllgrad ist durch Wägen der kleineren Druckgasflaschen zu kontrollieren. Ist dies z.B. bei einer Probenahme nicht möglich, ist ein Teil des verflüssigten Gases nach der Füllung in eine Abgasleitung abzulassen.

5.2.4. ARBEITEN UNTER ÜBERDRUCK, AUTOKLAVEN

Reaktionen unter erhöhtem Druck dürfen nur in geeigneten und dafür zugelassenen Druckbehältern durchgeführt werden. Die im Labor am häufigsten benutzten Druckbehälter sind Autoklaven.

Druckbehälter (Autoklaven zur Durchführung bekannter Reaktionen) müssen so beschaffen sein, daß sie den aufgrund der vorgesehenen Betriebsweise zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen sicher genügen und dicht bleiben können. Sie müssen insbesondere den zulässigen Betriebsdruck und die zulässige Betriebstemperatur sicher aufnehmen können.

Die Druckbehälter müssen gemäß den Vorschriften der Druckbehälterverordnung ausgelegt, ausgerüstet, aufgestellt und betrieben werden. Ggf. sind regelmäßige TÜV-Prüfungen

erforderlich. Sicherheitseinrichtungen wie Berstscheiben und Druckbegrenzungsventile dürfen nicht außer Betrieb gesetzt werden.

Bombenrohre dürfen nur verwendet werden, wenn sie nicht durch andere, weniger gefährliche Apparaturen ersetzt werden können. Weniger gefährliche Apparaturen sind z.B. verschraubbare Aufschlußbomben. Vor dem Umgang mit Bombenrohren sind besondere Informationen vom Arbeitgeber einzuholen. Beim Zuschmelzen sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Als Schutzmaßnahmen gelten z.B. das Kühlen der Proben, Evakuieren oder Inertisieren des Bombenrohres. Bombenrohre sind sofort nach dem Zuschmelzen in eine Stahlhülse zu legen. Nach dem Versuch dürfen sie erst nach vollständigem Erkalten und nur in der Schutzhülse aus dem Schießofen herausgenommen werden. Bombenrohre dürfen erst aus der Schutzhülse genommen werden, wenn sie drucklos gemacht sind. Dies erfolgt z.B. durch Aufschmelzen, Abschlagen oder AbknEIFen der Spitze. Schießöfen sind so aufzustellen, daß im Falle des Zerknalls eines Bombenrohres keine Gefährdung der Beschäftigten eintreten kann.

Das Öffnen der Verschlüsse an Druckbehältern darf erst erfolgen, wenn ein Druckausgleich mit der Atmosphäre hergestellt wurde. Gefährliche Stoffe dürfen dabei nicht in die Atemluft gelangen.

Autoklaven

Versuchsautoklaven für Versuche mit unbekanntem Reaktions-, Druck- oder Temperaturverlauf müssen in besonderen Räumen (Autoklavenraum), besonderen Kammern oder hinter Schutzwänden aufgestellt sein. Diese müssen so gestaltet sein, daß Personen beim Versagen des Autoklaven geschützt sind. Die Beobachtung der Sicherheits- und Meßeinrichtung sowie deren Bedienung müssen von sicherer Stelle aus erfolgen können. Zulässige Drucke und Temperaturen sind in den Bedienungsanleitungen der Autoklaven aufgeführt und müssen an jedem Autoklaven oder in unmittelbarer Nähe deutlich lesbar angebracht sein. Die Beobachtung der Meß- und Sicherheitseinrichtungen und die Bedienung müssen von sicherer Stelle aus erfolgen. Beim Betrieb von Autoklaven müssen Druck und Temperatur regelmäßig beobachtet werden.

Besteht die Gefahr, daß die zulässige Betriebstemperatur oder der zulässige Betriebsdruck überschritten werden könnte, ist der Reaktionsversuch sofort zu unterbrechen (Heizung aus, ggf. Notkühlung).

Nach jeder Verwendung, ggf. nach Abschluß einer Versuchsreihe, muß der Autoklav von einem Sachverständigen oder Sachkundigen gemäß §§ 31 und 32 der Druckbehälterverordnung geprüft werden. Werden hierbei Schäden festgestellt oder wurde der zulässige Betriebsdruck und die zulässige Betriebstemperatur überschritten, muß der Autoklav auf weitere Verwendbarkeit von einem Sachkundigen geprüft werden. Die Bedienungsanleitung für den Autoklaven ist unbedingt zu beachten; hier aufgeführte Überprüfungen müssen eingehalten werden. Zweckmäßig erfolgt vor jeder Inbetriebnahme eines Druckbehälters die Funktionsprüfung der Meßeinrichtungen für Druck und Temperatur und die Prüfung auf Dichtheit.

Mit brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen dürfen Glasautoklaven aus Glas nur in Autoklavenräumen betrieben werden. Bei Versuchen mit brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen können beim Zerknall des Autoklaven schlagartig größere Mengen explosionsfähiger Atmosphäre entstehen.

Werden Glasautoklaven mit nicht brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen außerhalb von Autoklavenräumen oder nicht hinter Schutzwänden betrieben, ist ein ausreichender Splitterschutz zu verwenden. Als Splitterschutz gelten ein ausreichend fester, feinmaschiger Drahtkorb oder das Aufstellen einer ausreichend stabilen und gegen Umfallen gesicherten Kunststoff- oder Panzerglasscheibe.

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

6. UMGANG MIT CHEMIKALIEN, ERMITTLUNGSPFLICHT, EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG

Maßnahmen zur Abwehr unmittelbarer Gefahren sind unverzüglich zu treffen. Not kennt kein Gebot!

Der Arbeitgeber hat VOR dem Umgang mit einer Chemikalie festzustellen, ob es sich im Hinblick auf den vorgesehenen Umgang um einen Gefahrstoff handelt (Ermittlungspflicht). Diese Anforderung gilt gleichermaßen für gekaufte, selbst hergestellte oder als Spende erworbene Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse.

Der Arbeitgeber, der nicht über andere Erkenntnisse verfügt, kann davon ausgehen, daß eine Kennzeichnung (Etikett) zutreffend ist, die sich auf der Verpackung oder in einer beigelegten Mitteilung, insbesondere dem Sicherheitsdatenblatt, befindet. Sicherheitsdatenblätter können vom Hersteller einer Chemikalie kostenlos bezogen werden.

Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß Chemikalien,

- die vor dem Inkrafttreten der Gefahrstoffverordnung (1986) oder vor der Novellierung der GefStoffV vom 01.11.1993 von den Instituten beschafft wurden,
- die aus Forschungslaboratorien stammen,
- die aus Nicht-EG-Staaten stammen,

nicht nach den heute 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 Maßnahmen 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. Das Ergebnis der Ermittlung ist, soweit dabei Gefahrstoffe festgestellt worden sind, der zuständigen Behörde auf Verlangen darzulegen.

Vor dem Umgang mit krebserzeugenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen der Kategorien 1 oder 2 ist eine umfassende Bewertung aller Gefahren nach Art, Ausmaß und Dauer der Exposition der Arbeitnehmer vorzunehmen und zu dokumentieren. Diese Bewertung und Dokumentation muß in regelmäßigen Abständen und bei jeder Änderung der Bedingungen erneut vorgenommen werden.

Der Arbeitgeber und alle Beschäftigten müssen sich vor dem Umgang mit Chemikalien darüber informieren, welche Gefahren von diesen Chemikalien ausgehen können (Ermittlungspflicht).

Die auf einem Etikett befindlichen Gefahrensymbole, Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze, vgl. Kapitel 6.3.1.1.) und Sicherheitsratschläge (S-Sätze, vgl. Kapitel 6.3.1.2.) sind Bestandteile dieser Betriebsanweisung.

Bei den zu treffenden Schutzmaßnahmen im Umgang mit Gefahrstoffen sind insbesondere die Gefahrensymbole (vgl. Kap. 6.3.1.3.), die Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze, vgl. Kap. 6.3.1.1.), die Sicherheitsratschläge (S-Sätze, vgl. 6.3.1.2.) sowie die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern zu beachten.

Der Arbeitgeber darf Arbeiten mit Gefahrstoffen nur Fachleuten oder unterwiesenen Personen übertragen, denen die damit verbundenen Gefahren und Schutzmaßnahmen bekannt sind. Als Fachleute gelten 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

mehrfährige 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.

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.

DEFINITION: **UMGANG MIT CHEMIKALIEN**

Umgang mit Chemikalien ist das Herstellen oder Verwenden, Gebrauchen, Verbrauchen, Lagern, Aufbewahren, Be- und Verarbeiten, Abfüllen, Umfüllen, Mischen, Entfernen, innerbetriebliche Befördern, Entsorgen und Vernichten. Unter Vernichten ist hier die chemische Umwandlung eines Gefahrstoffes mit dem Ziel zu verstehen, einen weniger gefährlichen Stoff zu erhalten. Umgang schließt das Reinigen von Geräten ein, die mit Gefahrstoffen behaftet sind.

EINSTUFUNG

In der Hochschule selbst hergestellte Stoffe und Zubereitungen sind gemäß der Liste nach § 4a der Gefahrstoffverordnung einzustufen. Stoffe und Zubereitungen, deren physikalische, chemische, toxikologische und ökologische Eigenschaften bekannt sind, die aber noch nicht in die Liste nach § 4a der Gefahrstoffverordnung aufgenommen worden sind, müssen nach gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen entsprechend den Maßgaben der Anhänge I oder II der Gefahrstoffverordnung eingestuft werden. Eine Einstufung dieser Stoffe und Zubereitungen kann in der Regel 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 S-Sätzen 22, 23, 24 und 25 zu behandeln (vgl. Kapitel 6.3.1.2.). 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.

6.1. GEFAHRSTOFFE

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.

Zubereitungen sind aus zwei oder mehreren Stoffen bestehende Gemenge, Gemische oder Lösungen.

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. Spanplatten, Metallteile, Schweißelektroden.

Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen, die eine oder mehrere folgender Eigenschaften besitzen:

Feuergefährlichkeit:	hochentzündlich	(F+)
	leichtentzündlich	(F)

	entzündlich	
	brandfördernd	(O)
	explosionsgefährlich	(E)
Giftwirkung:	sehr giftig	(T+)
	giftig	(T)
	gesundheitsschädlich	(Xn)
	krebserzeugend	(T) (= cancerogen)
	fortpflanzungsgefährdend	(T) (=reproduktionstoxisch)
	erbgutverändernd	(T) (= mutagen)
	chronisch schädigend	(T)
	sensibilisierend	(Xn oder Xi)
Ätzwirkung:	reizend	(Xi)
	ätzend	(C)
Gefahr für die Umwelt:	umweltgefährlich	(N)

Gefahrstoffe sind auch Stoffe und Zubereitungen, die explosionsfähig oder auf sonstige Weise chronisch schädigend sind.

Sie sind

1. explosionsfähig,

- wenn sie auch ohne Luft durch Zündquellen wie äußere thermische Einwirkungen, mechanische Beanspruchungen oder Detonationsstöße zu einer chemischen Umsetzung gebracht werden können, bei der hochgespannte Gase in so kurzer Zeit entstehen, daß ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird, oder
- im Gemisch mit Luft, wenn nach Wirksamwerden einer Zündquelle eine selbsttätig sich fort-pflanzende Flammenausbreitung stattfindet, die im allgemeinen mit einem sprunghaften Temperatur- und Druckanstieg verbunden ist,

2. auf sonstige Weise chronisch schädigend, wenn sie bei wiederholter oder länger andauernder Exposition einen Gesundheitsschaden verursachen können.

Explosionsfähig können z.B. Stäube sein.

Gefahren gehen weiterhin aus von

- a) 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,
- b) Stoffen und Materialien, die erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können,*
- c) in der Bio- und Gentechnik anfallendem gefährlichen biologischen Material,
- d) radioaktiven Stoffen,
- e) (zum Teil) Stoffen, die dem Pflanzenschutzmittel- oder Arzneimittelrecht unterliegen.

Für die unter b) bis e) 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).

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 S-Sätzen 22, 23, 24 und 25 zu behandeln (vgl. Kapitel 6.3.1.2.).

6.2. ETIKETTIERUNG VON CHEMIKALIENGEBINDEN

Chemikaliengebilde, die gelagert oder bereitgestellt werden, müssen mit einem Etikett versehen werden, das Angaben über den Inhalt des Gebindes enthält. (Diese "Kennzeichnung"

wird im folgenden Kapitel 6.3. ausführlich beschrieben. Die Begriffe "Lagern" und "Bereitstellen" werden im Kapitel 6.4. definiert.)

Die Etiketten einschließlich der Gefahrensymbole (vgl. Kapitel 6.3.1.3.) müssen den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden. Es wird empfohlen, in jedem Labor Etiketten und Gefahrensymbole aufzubewahren.

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 einer Klarsichtfolie zu überziehen, wenn die Etiketten von den Beschäftigten selbst hergestellt wurden. Dadurch wird verhindert, daß an der Flasche herunterlaufende Tropfen die Schrift des Etiketts zerstören. Fotokopierte Etiketten sind ziemlich haltbar.

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 (vgl. Kapitel 6.3.3.).

Die Abmessungen der Etiketten müssen bei einem Rauminhalt der Verpackung

- bis zu 0.25 Liter einem Format in angemessener Größe,
- von mehr als 0.25 Liter bis 3 Liter mindestens dem Format 52mm x 74 mm,
- von mehr als 3 Liter bis 50 Liter mindestens dem Format 74mm x 105 mm
- von mehr als 50 Liter bis 500 Liter mindestens dem Format 105 mm x 148 mm entsprechen.

Die Gefahrensymbole (vgl. Kapitel 6.3.1.3.) sind in schwarzem Aufdruck auf orange gelbem Untergrund anzubringen. Jedes Gefahrensymbol muß mindestens 1 cm² groß sein und mindestens ein Zehntel der von der Kennzeichnung eingenommenen Fläche ausmachen.

6.3. KENNZEICHNUNG VON CHEMIKALIEN

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.

6.3.1 "VOLLSTÄNDIGE" KENNZEICHNUNG

"Vollständig" gekennzeichnet werden müssen alle Chemikaliengebilde, die gelagert werden (Definition von "Lagern" vgl. Kapitel 6.4.) oder ein Volumen über 1 Liter haben. 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, Per, HAc, NaOH, A1, 25, Spiritus) 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: "R-Sätze" (R = Risiko, engl. risk)

Sie bestehen aus einer oder mehreren Zahlen und dem zugehörigen Text (z.B. R17: Selbstentzündlich an der Luft). Im Kapitel 6.3.1. sind alle R-Sätze und ihre Kombinationen aufgeführt.

3. die Sicherheitsratschläge: "S-Sätze" (S = Sicherheit, engl. safety)

Sie bestehen aus einer oder mehreren Zahlen und dem zugehörigen Text (z.B. S24: Berührung mit der Haut vermeiden). Im Kapitel 6.3.2. sind alle S-Sätze und ihre Kombinationen aufgeführt.

4. das Gefahrensymbol einschließlich Gefahrenbezeichnung und Kennbuchstaben

Gefahrensymbole sind Piktogramme, die schwarze Zeichen auf orangefarbenem Grund enthalten. Im Kapitel 6.3.1.3. sind alle Gefahrensymbole einschließlich Gefahrenbezeichnung und Kennbuchstabe aufgeführt.

5. soweit bekannt **Name, Anschrift und Telefonnummer des Herstellers oder Vertreibers.**

Die R- und S-Sätze sind Bestandteile dieser Betriebsanweisung. Sie müssen immer beachtet werden!

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

6.3.1.1. R-SÄTZE: HINWEISE AUF DIE BESONDEREN GEFAHREN

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, 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 Irreversibler Schaden möglich.
- 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 vererbare 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.

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.

R40/20	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen.
R40/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut.
R40/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken.
R40/20/21	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut.
R40/20/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken.
R40/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.
R40/20/21/22	Gesundheitsschädlich: Möglichkeit 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.

6.3.1.2. S-SÄTZE: SICHERHEITSRATSCHLÄGE

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 Verschuß 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 gelüftetem 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 hinzugießen.
- 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

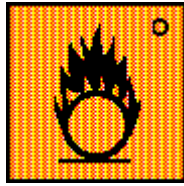
- S1/2 Unter Verschuß und für Kinder unzugänglich aufbewahren.
 S3/7 Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen Ort aufbewahren.
 S 3/9 Behälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren.
 S3/14 An einem kühlen Ort entfernt von.....aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden 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.
 S 7/47 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.

6.3.1.3. GEFAHRENSYMBOL

feuergefährliche Stoffe:



explosionsgefährlich



brandfördernd



hochentzündlich



leichtentzündlich

entzündlich (ohne Gefahrensymbol)

gesundheitsgefährdende Stoffe:

sehr giftig

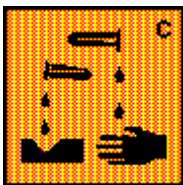


giftig



gesundheitsschädlich

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

gewebezerstörende Stoffe:

ätzend



reizend

umweltgefährliche Stoffe:

umweltgefährlich

6.3.2. "VEREINFACHTE" KENNZEICHNUNG**Alle Gebinde,****- in denen Chemikalien zum Gebrauch am selben oder folgenden Arbeitstag bereitgestellt**

werden (Definition von "Bereitstellen" vgl. Kapitel 6.4.) oder

- die mit dem Boden fest verbunden sind oder
- die den „Handgebrauch“ nicht überschreiten, also nicht mehr als 1Liter Volumen umfassen, müssen mindestens eine "vereinfachte" Kennzeichnung besitzen. Sie sollten nach Möglichkeit eine "vollständige Kennzeichnung" tragen.

Sie sind vereinfacht gekennzeichnet, wenn sie ein Etikett tragen, auf dem mindestens folgende Angaben stehen:

1. **wissenschaftliche Bezeichnung des Stoffes, der Zubereitung und der Bestandteile der Zubereitung** (vgl. Kapitel 6.3.1.),
2. **das Gefahrensymbol einschließlich Gefahrenbezeichnung und Kennbuchstaben** (vgl. Kapitel 6.3.1.).

Es wird empfohlen, bei krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen der Kategorien 1 und 2 in jedem Fall folgende R-Sätze im Volltext anzugeben:

- krebserzeugende Stoffe (mit Kennbuchstabe T) mit R45 „Kann Krebs erzeugen“ oder R49 „Kann Krebs beim Einatmen erzeugen“,
- erbgutverändernde Stoffe (mit Kennbuchstabe T) mit R 46 „Kann vererbare Schäden verursachen“,
- fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Stoffe (mit Kennbuchstabe T) mit R60 „Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen“ oder R61 „Kann das Kind im Mutterleib schädigen“.

6.3.3. NICHT NOTWENDIGE KENNZEICHNUNG

Chemikalien, die sich im Arbeitsgang befinden (Definition "im Arbeitsgang" vgl. Kapitel 6.4.), 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 geben kann über die Chemikalien, die sich im Arbeitsgang befinden.

Ist diese Auskunftsmöglichkeit nicht gegeben, müssen mit Chemikalien beschickte Apparaturen wie bereitgestellte Gebinde "vereinfacht" gekennzeichnet werden (vgl. Kapitel 6.2.), wenn die Person, die an der Apparatur arbeitet, nicht anwesend ist und keine weitere anwesende Person Angaben über die Chemikalien geben kann.

Das ist z.B. der Fall, wenn

- der Arbeitsplatz abends verlassen wird,
- das Institut in der Mittagspause verlassen wird.

Da sich in den Apparaturen in der Regel Chemikaliengemische befinden, deren Ausgangsstoffe bzw. Reaktionsprodukte unterschiedlichste Eigenschaften und Gefahrenpotentiale besitzen, müssen nur angegeben werden:

- das Lösungsmittel,
- alle sehr giftigen und giftigen Stoffe,
- alle explosionsgefährlichen Stoffe,
- alle selbstentzündlichen Stoffe,
- alle sonstigen besonders gefährlichen Stoffe (z.B. radioaktive Stoffe)

mit Namen und Gefahrensymbol. Das Etikett kann am Arbeitsplatz niedergelegt werden.

Es ist ausreichend, als Etikett auf einem Reaktionszettel alle Chemikaliennamen leserlich handschriftlich aufzuschreiben und die Gefahrensymbole (z.B. auf festem Karton, Kunststoff) auf den Reaktionszettel zu legen.

6.3.4. KENNZEICHNUNG 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.

Die Kennzeichnung muß den Vorschriften des Kapitels 6.3 und des Kapitels 6.2. über die Etikettierung von Gefahrstoffen entsprechen.

6.3.5. 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 dem Aufkleber "Achtung - noch nicht vollständig geprüfter Stoff" und den S-Sätzen 22 bzw. 23, 24 und 25 zu kennzeichnen.

6.4. AUFBEWAHRUNG VON CHEMIKALIEN

6.4.1. AUFBEWAHREN, BEREITSTELLEN, LAGERN, SICH IM ARBEITSGANG BEFINDEN

DEFINITION: **AUFBEWAHRUNG**

Alle Chemikalien, die sich irgendwo auf dem Gelände der Technischen Universität befinden, werden aufbewahrt.

Chemikalien sind so aufzubewahren, daß sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden. Chemikalien sollten grundsätzlich übersichtlich geordnet, verschlossen, trocken und vor Licht geschützt an einem kühlen Ort aufbewahrt werden. Auf die Kennzeichnungspflicht (s.o.) wird hingewiesen!

Chemikalien 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. Limonadenflaschen, Margarinebecher, Kaffeegläser). **Zum Verzehr bestimmte Lebensmittel dürfen nur so aufbewahrt werden, daß sie mit Gefahrstoffen nicht in Berührung kommen. 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 Chemikalien 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 Chemikalien (z.B. Brom, Chlorsulfonsäure, Diethylether wegen des hohen Dampfdrucks und Explosionsgefahr bei Behälterbruch) kunststoffummantelte Glasflaschen oder Sicherheitskannen benutzt werden.

Chemikaliengebinde 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 Herunterreißen von Flaschen in sich!

Chemikaliengebinde dürfen in Labortorien 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).

Chemikalien dürfen außerhalb von Laboratorien nicht bereitgestellt oder gelagert werden. Ausgenommen hiervon sind die Aufbewahrung von Chemikalien in speziellen Lagerräumen, in DIN-Chemikalien-Sicherheitsschränken bzw. die Aufbewahrung von Druckgasflaschen in speziellen Lagerräumen bzw. in DIN-Gasflaschen-Sicherheitsschränken. Gefahrstoffe dürfen in Chemikalienschränken, Kühlschränken und Kühltruhen außerhalb von Laboratorien nicht bereitgestellt oder gelagert werden.

Räume, Schränke und Kühlgeräte, in denen außerhalb von Laboratorien Chemikalien und Druckgase aufbewahrt werden, müssen vor dem Zugriff unbefugter Personen geschützt (verschlossen) sein.

Flucht- und Rettungswege dürfen durch das Aufstellen von Chemikalien- und Druckgasflaschenschränken, Kühlschränken und Kühltruhen und ähnlichem nicht verstellt 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.

In Laboratorien dürfen nur die für den Fortgang der Arbeiten notwendigen Chemikalien aufbewahrt werden.

Hochentzündliche, leichtentzündliche und entzündliche Chemikalien dürfen in Laboratorien nur in Gefäßen bis zu 1 Liter Volumen aufbewahrt werden. Zerbrechliche Gebinde bis zu 5 Liter Volumen und unzerbrechliche Gebinde 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 DIN-Chemikalien-Sicherheitsschränken aufbewahrt werden.

Die Anzahl und das Fassungsvermögen der Behälter mit brennbaren Flüssigkeiten sind auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

Ätzende, gesundheitsschädliche und reizende Gefahrstoffe sind so aufzubewahren, daß sie dem unmittelbaren Zugriff durch Betriebsfremde nicht zugänglich sind. Das ist erfüllt, wenn der Zugang zu Laboratorien oder Laboratoriumsbereichen durch Kennzeichnung der Eingänge mit einem Schild "Unbefugten ist der Zutritt untersagt" geregelt ist. Es muß möglich sein, die Zutrittsberechtigung zu kontrollieren, z.B. durch die Ausgabe von ggf. offen zu tragenden Lichtbildausweisen.

Sehr giftige, giftige, krebserzeugende, erbgutschädigende und fortpflanzungsgefährdende Chemikalien müssen unter Verschuß (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 sachkundigen Personen oder unterwiesenen Beschäftigten ausgegeben werden.

Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, daß Stoffe, die dem Betäubungsmittelgesetz unterliegen, unter Verschuß aufbewahrt werden.

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

Befinden sich sehr giftige, giftige, erbgutschädigende oder fortpflanzungsgefährdende Chemikalien im Arbeitsgang (s.u.), müssen die Apparaturen von mindestens einer Person ständig überwacht werden.

Gefahrstoffe, die gesundheitsgefährliche 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.

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-, Diplom-, Doktorarbeiten und ähnlichen Tätigkeiten sowie nach Praktikumsende, muß der Chemikalienbestand jedes Laboratoriums überprüft werden. Chemikalien, die nicht mehr zum weiteren Gebrauch bereitgestellt werden (s. u.), müssen aus den Laboratorien entfernt werden. Gebrauchsfähige Chemikalien sind "vollständig" zu kennzeichnen, in ein Chemikalienlager zu bringen oder dem Zentralen Lager für Chemikalien (ZLChem) zur weiteren Verwendung anzumelden, nicht mehr gebrauchsfähige oder benötigte Chemikalien sind dem Dezernat S 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.

Zur Aufbewahrung von Gefahrstoffen in Kühlschränken und Kühltruhen siehe Kapitel 4.4.

Bei der Aufbewahrung wird unterschieden in

- **sich im Arbeitsgang befinden**
- **Bereitstellen**
- **Lagern.**

DEFINITION: **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

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

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 über die Chemikalien Auskunft geben kann, die sich im Arbeitsgang befinden (vgl. Kapitel 6.3.3.).**
- **müssen "vereinfacht" gekennzeichnet werden, wenn die Person, die an der Apparatur arbeitet, nicht anwesend ist und keine weitere anwesende Person Angaben über die Chemikalien**

geben kann (vgl. Kapitel 6.3.3.).

DEFINITION: BEREITSTELLEN

Bereitstellen ist das kurzzeitige vorübergehende Aufbewahren für längstens 24 Stunden in der für den Fortgang der Arbeiten erforderlichen Menge bei oder in der Nähe von Arbeitsplätzen, um abgefüllt, bearbeitet, transportiert, verarbeitet oder vernichtet zu werden. Bereitgestellt wird eine Chemikalie, wenn sie sich zur Zeit 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 täglich als Vergleichssubstanz oder Lösungsmittel in der Spektroskopie eingesetzt wird,
- sie sich 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 für den Handgebrauch erforderlichen Mengen an Arbeitsplätzen. Der Begriff „für den Handgebrauch“ schränkt die Einzelmenge ein - in der Regel nicht mehr als 1 Liter. Er beschränkt sich außerdem auf regelmäßig oder häufig benutzte Gefahrstoffe sowie für bevorstehende Arbeiten bereitgestellte Gefahrstoffe.

Chemikalien, die bereitgestellt werden, müssen mindestens "vereinfacht" gekennzeichnet werden (vgl. Kapitel 6.3.2.).

DEFINITION: LAGERN

Gelagert wird eine Chemikalie, wenn sie weder zur Zeit noch am gleichen oder folgenden Arbeitstag in einen Arbeitsprozeß gegeben wird, wenn sie sich also weder zur Zeit noch am gleichen oder folgenden Arbeitstag im Arbeitsgang befindet bzw. befinden wird. Gelagert werden alle Chemikalien, die aufbewahrt werden,

- sich aber nicht im Arbeitsgang befinden,
- nicht bereitgestellt sind.

Chemikalien, die gelagert werden, müssen "vollständig" gekennzeichnet werden (vgl. Kapitel 6.3.1.).

Chemikalien dürfen in Laboratorien nicht gelagert werden! Das Lagern von Chemikalien ist nur in speziellen Lagerräumen oder DIN-Sicherheitsschränken zulässig, an die der Gesetzgeber sehr strenge Sicherheitsanforderungen stellt.

6.4.2. LAGERN VON CHEMIKALIEN IN ETAGENLAGERN

In zahlreichen Instituten werden sogenannte "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:

- in zerbrechlichen Gefäßen (z.B. Glasflaschen) maximal 60 Liter der Brandklasse A1 oder maximal 200 Liter der Brandklassen AII und B; 1 Liter einer A1-Flüssigkeit ist 5 Litern einer AII- oder B-Flüssigkeit gleichzusetzen.
- in unzerbrechlichen Gefäßen (z.B. Metallfässern) maximal 450 Liter der Brandklasse A1 oder 3000 Liter der Brandklassen AII und B; 1 Liter einer A1-Flüssigkeit ist 5 Litern einer AII- oder B-Flüssigkeit gleichzusetzen.

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.

6.5. TRANSPORT VON CHEMIKALIEN

Werden zerbrechliche Chemikaliengebinde (insbesondere Glasflaschen) außerhalb von Laboratorien (z.B. über den Flur) transportiert, müssen sie in Eimern, Tragekörben, Tragekästen, die ein sicheres Halten und Tragen ermöglichen, oder mit Chemikalienwagen transportiert werden.

Zerbrechliche Chemikaliengebinde 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 niemals an ihrem Hals oder gar am Verschluß getragen werden.

Druckgasflaschen dürfen nur auf speziellen Gasflaschenwagen mit geschlossener Sicherheitskette transportiert werden. Beim Transport muß das Flaschenventil der Gasflaschen mit der Schutzkappe gesichert sein (vgl. Kapitel 5.2.1.).

Chemikalien, die giftige, ätzende oder brennbare Gase oder Stäube freisetzen können, dürfen nicht zusammen mit Personen im Aufzug transportiert werden.

Werden Gefahrstoffe über öffentliche Wege (Straße, Eisenbahn usw.) transportiert, z.B. zum Zwecke der Entsorgung, sind besondere Bestimmungen der Gefahrgutverordnungen Straße (GGVS), Eisenbahn (GGVE) usw. zu beachten. Nähere Informationen erhalten Sie beim Dezernat S.

6.6. UMFÜLLEN VON CHEMIKALIEN

Bei jedem Umfüllen von Chemikalien 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 aber Schutzbrille, Laborkittel, lange Hose und festes Schuhwerk, bei Umfüllen von Gefahrstoffen zusätzlich auch Schutzhandschuhe.

Vor jedem Umfüllen von Chemikalien muß mindestens an Hand des Etiketts überprüft werden, welche Gefahren von der Chemikalie ausgehen. Auf dem Etikett befindliche Angaben über die Gefährlichkeit der Chemikalie (R-Sätze) und die angegebenen Sicherheitsratschläge (S-Sätze) sind Bestandteil dieser Betriebsanweisung und unbedingt zu beachten.

Gefahrstoffe, die gefährliche Dämpfe, Gase und Stäube abgeben können, dürfen nur unter dem Abzug umgefüllt werden.

Beim Umfüllen gefährlicher Stoffe aus Fässern, Ballons, Kanistern und anderen Behältern sind geeignete Vorrichtungen zu benutzen. Damit soll ein Verspritzen oder Verschütten von gefährlichen Stoffen vermieden werden. Geeignete Vorrichtungen sind z.B. Pumpen, Ballonkipper, Sicherheitsheber und selbstschließende Ventile. Behälter in Faß- oder Ballonkippern müssen gegen das Herausgleiten beim Kippen gesichert sein.

Fässer und Kannen für Flüssigkeiten dürfen mit einem Überdruck bis zu 0,2 bar entleert werden, wenn

1. das Faß oder die Kanne für die vorgesehene Druckbeanspruchung geeignet ist und das Faß oder die Kanne sich in einwandfreiem Zustand befindet,
2. die Druckzuleitung bei Anwendung eines Überdruckes bis 0,2 bar mit einem Manometer und einem Sicherheitsventil oder einer anderen Sicherheitseinrichtung ausgerüstet ist.

Zur Erzeugung des Überdrucks zum Abfüllen brennbarer Flüssigkeiten dürfen nur Inertgase (Stickstoff, Edelgase) 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.

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

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 jedoch Flüssigkeiten aus einer Flasche, so muß man die Flasche so halten, daß die Beschriftung bei waagerechter Lage oben ist, damit eventuell herunterfließende Tropfen das Etikett oder die Beschriftung nicht beschädigen. Es ist praktisch, nach dem Eingießen den hängengebliebenen Tropfen mit dem Stopfen der Flasche abzustreichen.

Der Stopfen einer Flasche darf niemals 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.

Der Vorratsflasche einmal 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.

6.7. ERSATZSTOFFE, HERSTELLUNGS- UND VERWENDUNGSVERBOTE

6.7.1. ERSATZSTOFFE

Der Arbeitgeber muß prüfen, ob Stoffe oder Zubereitungen mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko als die von ihm in Aussicht genommenen eingesetzt werden können.

Vorrangig im Falle von sehr giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden und erbgutverändernden Stoffen, aber auch bei sensibilisierenden, hochentzündlichen, selbstentzündlichen oder explosionsgefährlichen Stoffen muß der Arbeitgeber prüfen, ob ein zu benutzender Stoff durch einen weniger gefährlichen ersetzt werden kann. Die Prüfung nach möglichen Ersatzstoffen ist weiterhin insbesondere bei Lösungsmitteln und Hilfsreagenzien angezeigt. Ist die Verwendung weniger gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse zumutbar und ist die Substitution zum Schutz von Leben und Gesundheit der Beschäftigten erforderlich, so dürfen nur diese Stoffe verwendet werden. Bei krebserzeugenden und erbgutverändernden Stoffen der Kategorien 1 und 2 ist immer davon auszugehen, daß die Substitution zum Schutz von Leben und Gesundheit der Beschäftigten erforderlich ist. Auf die Verwendung dieser Stoffe in Praktika ist grundsätzlich zu verzichten. Beachten Sie unbedingt die umfangreichen Hinweise in den Kapiteln 7.10. und 13 dieser Betriebsanweisung. Im Forschungsbereich darf mit diesen Stoffen, sofern ihre Verwendung unumgänglich ist, nur unter Einhaltung des Expositionsverbotes gearbeitet werden, z.B. in geschlossenen Anlagen, zumindest aber im Abzug.

Kann der Schutz von Leben und Gesundheit der Beschäftigten vor Gefährdung durch das Auftreten von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz nicht durch andere Maßnahmen gewährleistet werden, muß geprüft werden, ob durch Änderung des Herstellungs- oder Verwendungsverfahrens oder durch den Einsatz von emissionsarmen Verwendungsformen von Gefahrstoffen deren Auftreten am Arbeitsplatz verhindert oder vermindert werden kann. Ist dies technisch möglich und zumutbar, so muß der Arbeitgeber die erforderliche Verfahrensänderung vornehmen oder die emissionsarmen Verwendungsformen anwenden. Das Ergebnis einer negativen Ersatzstoffprüfung ist schriftlich festzuhalten und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen. Es soll Angaben darüber enthalten,

- welche Gefahrstoffe und Verfahren geprüft wurden,
- welche Informationen eingeholt wurden und
- warum die Verwendung von Ersatzstoffen oder Anwendung von Ersatzverfahren nicht möglich war.

Bei der Ersatzstoffprüfung sind in Praktika grundsätzlich strengere Maßstäbe anzusetzen als in der Forschung.

Für den Umgang mit Gefahrstoffen muß über die Ersatzstoffprüfung hinaus sichergestellt sein, daß die Beschäftigten auch aufgrund ihrer fachlichen Eignung in der Lage sind, mit diesen Stoffen umzugehen. Andernfalls müssen sie durch fachlich geeignete Personen beaufsichtigt werden.

Der Ersatz von genau zu nennenden Gefahrstoffen durch weniger gefährliche Stoffe kann in einer Betriebsanweisung nicht definitiv festgelegt werden, da unterschiedliche Versuchsdurchführungen teilweise einen Ersatz möglich machen, teilweise aber auch nicht. Es muß deshalb in jedem Einzelfall die Ersatzstofffrage geklärt werden. In dieser Betriebsanweisung können nur allgemeine Hinweise auf den Ersatz gegeben werden. Jeder Beschäftigte ist deshalb aufgerufen, eigene Erfahrungen dem Dezernat S mitzuteilen.

In der Regel können folgende Gefahrstoffe ersetzt werden:

Benzol

Wird Benzol als Lösungsmittel verwendet, kann es in der Regel durch Toluol oder durch aliphatische Kohlenwasserstoffe (Petrolether, Benzin, Ligroin, Cyclohexan usw.) ersetzt werden. Auf die Beschäftigungsbeschränkung für Benzol (krebserzeugender Gefahrstoff) wird ausdrücklich hingewiesen (vgl. Kapitel 7.2.).

3-Chlorperbenzoesäure = m-Chlorperbenzoesäure

Da 3-Chlorperbenzoesäure Sprengstoffeigenschaften besitzt, darf sie nur in phlegmatisierter Form versandt und gelagert werden. Sie wird deshalb mit 15 % 3-Chlorbenzoesäure und 35 % Wasser verdünnt in den Handel gebracht.

3-Chlorperbenzoesäure kann durch Magnesiummonoperoxyphthalat (MMPP) ersetzt werden, das keine Sprengstoffeigenschaften aufweist. Außerdem ist MMPP bezogen auf den aktiven Sauerstoff,

deutlich preiswerter als 3-Chlorperbenzoesäure. MMPP ist ein weißes, kristallines Pulver, löslich in Wasser und niedrigen Alkoholen; es liegt als Hexahydrat vor und enthält 15 % Magnesiumsibisphthalat. Das nach der Oxidation ebenfalls vorliegende Magnesiumsibisphthalat ist auch wasserlöslich.

Diethylether

Wird Diethylether als Lösungsmittel verwendet, kann es in der Regel durch **tert-Butylmethylether** (= Methyl-tert-butylether, MTBE) ersetzt werden. tert-Butylmethylether ist im Vergleich zum hochentzündlichen Diethylether nur leichtentzündlich, hat einen höheren Siedepunkt (ca. 55 °C), mit 1.6-8.4 % relativ enge Explosionsgrenzen (Diethylether: 1.7-36.0 %), bildet nur bei intensiver Bestrahlung mit UV-Licht Peroxide und ist zudem noch billiger. Durch den höheren Siedepunkt können höhere Reaktionstemperaturen (Zeitgewinn!) erreicht und Lösungsmittelverluste beim Einengen verringert werden. Weitere Ersatzstoffe sind **Formaldehyddimethylacetal** und **Formaldehyddiethylacetal** (s. 1,4-Dioxan).

Dimethylamin

Dimethylammoniumdimethylcarbamat (DIMCARB) verbindet die Reaktivität des gasförmigen Dimethylamins mit der guten Handhabbarkeit einer Flüssigkeit. DIMCARB ist ein 2:1-Komplex von Dimethylamin mit Kohlendioxid, der bei 60-61 °C siedet. Die Dosierung des "flüssigen Dimethylamins" erfolgt durch einfaches Abwiegen und erleichtert dadurch nicht nur die Arbeit, sondern erhöht auch die Sicherheit im Labor. Das bei der Reaktion freiwerdende Kohlendioxid wirkt als Schutzgas.

Dimethylsulfat

Dimethylsulfat gehört zu den krebserzeugenden Gefahrstoffen. Es kann in vielen Fällen durch **Dimethylcarbonat** als Methylierungsmittel ersetzt werden. Durch Katalysatorzugabe (z.B. 18-Krone-6) bzw. Kaliumcarbonatzugabe können die von Dimethylsulfat bekannten Reaktionsbedingungen ohne umfangreiche Änderungen übernommen werden. Ohne diese Hilfsstoffe sind die Reaktionsbedingungen jedoch drastischer als bei Verwendung von Dimethylsulfat: Temperaturen von 90 °C (Rückfluß) bis 180 °C (Autoklav) sind erforderlich.

1,4-Dioxan

Formaldehyddimethylacetal und **Formaldehyddiethylacetal** sind sichere Ersatzstoffe für die Lösungsmittel **1,4-Dioxan**, **Tetrahydrofuran** und **Diethylether** mit dem Vorteil einer sehr geringen Neigung, Peroxide zu bilden. Sie sind gut geeignet für GRIGNARD-Reaktionen, stabil gegen starke Basen und zeichnen sich bei der Aufarbeitung durch eine gute Phasentrennung aus.

2-Ethoxyethanol, (= Ethylglycol),

2-Ethoxyethylacetat (= Ethylglycolacetat)

Beide Stoffe sind als fruchtschädigend eingestuft. Sie können als Lösungsmittel ersetzt werden durch **1-Methoxy-2-propanol**, **1-Methoxy-2-propylacetat**, **Butylglycol**, **Butylglycolacetat** oder **Ethyl-3-ethoxypropionat**.

Fluor

Während klassische Fluorierungs-Methoden nur komplexe Reaktionsgemische liefern oder besondere Vorsichtsmaßnahmen und Spezialapparaturen für den Umgang mit elementarem Fluor erforderlich machen, sind Fluorierungsreaktionen mit **Xenondifluorid** selektiv und mild. Das kristalline Reagenz reagiert bei vielen Reaktionen unter milden Bedingungen (Raumtemperatur) und liefert hohe Ausbeuten.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)

D,L-Limonen ist ein guter Ersatzstoff für die ozonabbauenden FCKWs bei der Oberflächenreinigung und eignet sich als wenig toxisches Lösungsmittel (Sdp. 177 °C).

Hexamethylphosphorsäuretriamid

Viele organische Reaktionen benötigen dipolare aprotische Lösungsmittel. Häufig wurde Hexamethylphosphorsäuretriamid (**HMPT**) verwendet, das krebserzeugende Eigenschaften besitzt. Das nicht mutagene cyclische Harnstoffderivat **Dimethyl-propylenurea** (= DMPU = 1,3-Dimethyl-3,4,5,6-tetrahydro-2(1H)-pyrimidinon) hat im gleichen Maße wie HMPT die Fähigkeit, Kationen zu

solvatisieren. DMPU ist ein sicherer Ersatzstoff für HMPT und wird bei MICHAEL- und Enoladditionen, WITTIG-Olefinierungen und Oxiran-Ringöffnungen eingesetzt.

In der metallorganischen Synthese erwies sich **Dimethyl-ethylenurea** (= DMEU = 1,3-Dimethyl-2-imidazolidinon) in vielen Fällen als sicherer Ersatz für HMPT, so z.B. bei der Synthese von **Alkyltrimethylsilanen**.

Weitere Ersatzstoffe können auch **Dimethylsulfoxid** (= DMSO), **1-Methyl-2-pyrrolidon** oder **Sulfolan** sein.

2-Methoxyethanol, (= Methylglycol),

2-Methoxyethylacetat (= Methylglycolacetat)

Beide Stoffe sind als fruchtschädigend eingestuft. Sie können als Lösungsmittel ersetzt werden durch **1-Methoxy-2-propanol**, **1-Methoxy-2-propylacetat**, **Butylglycol**, **Butylglycolacetat** oder **Ethyl-3-ethoxypropionat**.

N-Nitroso-N-methylharnstoff

N-Nitroso-N-methylharnstoff sollte für die Darstellung von Diazomethan durch das weit ungefährlichere **N-Nitroso-N-methyl-p-toluolsulfonamid** (= N-Methyl-N-nitroso-p-toluolsulfonsäure-amid = DIAZALD, CAS-Nr. 80-11-5) ersetzt werden.

Perchlorsäure

Zur Titration von Halogensalzen organischer Basen in nicht wässrigen Lösungsmitteln läßt sich **Trifluormethansulfonsäure** als gleichwertiger Ersatz für Perchlorsäure verwenden. Im Vergleich zu Perchlorsäure ist die ebenfalls starke Trifluormethansulfonsäure nicht explosionsgefährlich, nicht brandfördernd und damit in der Anwendung wesentlich sicherer.

Phosgen, gasförmig

Wegen der extremen Toxizität von Phosgen sind strenge Sicherheitsvorkehrungen einzuhalten, die Substanz ist schwer zu handhaben und schlecht zu dosieren. Deshalb sind die erzielten Ausbeuten oft nicht reproduzierbar. Phosgen kann ersetzt werden durch:

Diphosgen (=Trichlormethylchlorformiat), den flüssigen Ester aus Chlorameisensäure und Trichlormethanol. Es entspricht in seinen chemischen Eigenschaften zwei Äquivalenten Phosgen. Es ist thermisch stabil und kann bei 128 °C problemlos destilliert werden. Erst oberhalb 250 °C erfolgt Zersetzung unter Bildung von 2 Molen Phosgen. Flüssiges Diphosgen wird erfolgreich bei der Herstellung von **Carbonaten**, **Isocyanaten** und **Isocyaniden** eingesetzt.

Triphosgen (= Bis(trichlormethyl)carbonat), den Diester der Kohlensäure mit Trichlormethanol. Der kristalline, bei 80 °C schmelzende Feststoff erlaubt noch einfacheres Arbeiten als mit Diphosgen; außerdem ist jedes Risiko bei Transport und Lagerung einer Flüssigkeit ausgeschaltet. Triphosgen ist thermisch weitgehend stabil; erst am Siedepunkt bei 206 °C tritt geringfügige Zersetzung zu Phosgen ein. Der kristalline Phosgenersatz dient zur **Chlorformylierung**, **Carbonylierung**, **Chlorierung** und **Dehydratisierung**. Durch einfache Dosierbarkeit kann bei sehr guten Ausbeuten mit stöchiometrischen Mengen gearbeitet werden, und das Einleiten von Phosgen im Überschuß entfällt.

Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff ist ein giftiges Gas. Es kann leicht ersetzt werden durch „**Sulfidogen**“ (Markenzeichen der Firma Merck), eine geschmolzene Schwefel-Paraffin-Mischung. Beim Erhitzen auf 200 °C wird Schwefelwasserstoffgas in hoher Ausbeute frei. Da die Gasentwicklung sofort aufhört, wenn das Präparat nicht mehr erhitzt wird, entsteht keine Geruchsbelästigung. Sulfidogen ist haltbar und unempfindlich gegen Säuren und Alkalien.

Thioacetamid, das früher ebenfalls als Ersatzstoff genannt wurde, darf nicht mehr verwendet werden, da es als krebserzeugend eingestuft worden ist.

Tetrachlormethan = Tetrachlorkohlenstoff

Wird Tetrachlormethan (= Tetrachlorkohlenstoff) als Lösungsmittel verwendet, kann es in der Regel durch **Trichlormethan** (Chloroform) oder **Dichlormethan** (Methylenchlorid) ersetzt werden. Auf das Verwendungsverbot für Tetrachlorkohlenstoff wird ausdrücklich hingewiesen (vgl. Kapitel 6.7.2.).

Tetrabutylammoniumperchlorat

Z.B. bei voltametrischen Analysen oder elektrochemischen Synthesen in homogener Phase wird oft Tetrabutylammoniumperchlorat als Leitsalz eingesetzt. Beim Trocknen dieser Salze besteht Explosionsgefahr und bei der Elektrolyse ist die Bildung anderer, instabiler Perchlorate möglich. Hier stellt **Tetrabutylammoniumhexafluorophosphat** eine sichere Alternative dar, da es nicht explosiv (eine gefahrlose Trocknung ist möglich!) und in den wichtigen aprotischen organischen Lösungsmitteln gut löslich ist.

Tetrahydrofuran

siehe 1,4-Dioxan.

6.7.2. HERSTELLUNGS- UND VERWENDUNGSVERBOTE, SEVESO-II-RICHTLINIE

Sofern in dieser Betriebsanweisung Herstellungs- und Verwendungsverbote für bestimmte Gefahrstoffe ausgesprochen werden, gelten diese Verbote nicht für deren Entfernen und Entsorgen. Folgende Stoffe dürfen nicht mehr hergestellt oder verwendet werden (Gefahrstoffverordnung, Chemikalien-Verbotsverordnung):

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 Asbestzeugnissen 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.

Kühlschmierstoffe

Kühlschmierstoffe, denen nitrosierende Agentien als Komponenten zugesetzt worden sind, dürfen nicht verwendet werden. Der Arbeitgeber hat sich im Rahmen des § 16 Abs. 1 der GefStoffV 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 beim Dezernat S.

Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD) und Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)

Folgende Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse dürfen nicht verwendet werden, wenn sie mehr als 0,005 mg/kg (ppm) enthalten:

- 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD) (0,002 mg/kg Grenzwert),
- 1,2,3,7,8-Pentachlordibenzo-p-dioxin,
- 1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin,
- 1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzo-p-dioxin,
- 1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzo-p-dioxin,
- 2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran (TCDF),
- 2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran,
- 1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran.

weitere Gefahrstoffe

Zubereitungen und Erzeugnisse, die folgende Gefahrstoffe in einer Konzentration von mehr als 0,1 % enthalten, dürfen nicht hergestellt oder verwendet werden. Dies gilt nicht

- 1.) für die Herstellung und Verwendung ausschließlich zu Forschungs-, wissenschaftlichen Lehr-, Ausbildungs- und Versuchszwecken,
- 2.) für die Herstellung und Verwendung, wenn die Stoffe während einer chemischen Reaktion in einem geschlossenen System entstehen oder umgewandelt werden, so daß sie am Ende der Reaktion oder des Arbeitsvorgangs im Endprodukt in einer Konzentration von weniger als 0,1 % vor-

handen sind.

- **4-Aminodiphenyl** und seine Salze,
- **Antifoulingfarben**, die **Quecksilberverbindungen**, **Arsenverbindungen**, **zinnorganische Verbindungen** oder **Hexachlorcyclohexan** enthalten,
- **Arsen** und seine Verbindungen,
- **Benzidin** und seine Salze,
- **Benzol**,
- **Cadmium** und seine **Verbindungen** zum Zwecke der Einfärbung, Stabilisierung oder Cadmierung,
- **Di- μ -oxo-di-n-butylstanniohydroxyboran**,
- Wasch-, Reinigungs- und Pflegemittel mit einem Massengehalt von mehr als 0,2 % **Formaldehyd**,
- **Monomethyldibromdiphenylmethan**,
- **Monomethyldichlordiphenylmethan**,
- **Monomethyltetrachlordiphenylmethan**,
- **2-Naphthylamin** und seine Salze,
- **4-Nitrodiphenyl**,
- **Pentachlorethan**,
- **Pentachlorphenol** und seine Verbindungen und Salze sowie Erzeugnisse und Zubereitungen, die diese Stoffe in Konzentrationen von mehr als 0,01 % enthalten,
- **polychlorierte Biphenyle** und **polychlorierte Terphenyle**,
- **Teeröle**,
- **1,1,2,2-Tetrachlorethan**,
- **1,1,1,2-Tetrachlorethan**,
- **Tetrachlormethan** (Tetrachlorkohlenstoff),
- **Vinylchlorid**.

In der „SEVESO-II-Richtlinie“ sind einige wenige Gefahrstoffe aufgelistet, die je Gefahrstoff zu nicht mehr als 1 kg an allen Instituten der TU zusammen (also nicht pro Institut oder pro Arbeitsgruppe) aufbewahrt werden dürfen. Wird mit einem oder mehreren dieser Stoffe gearbeitet, sind nur die unbedingt notwendigen Mengen zu beschaffen. Eine Vorratshaltung ist verboten. Nähere Auskünfte erteilt das Dezernat S. Es handelt sich um folgende besonders stark krebserzeugende Stoffe:

4-Aminodiphenyl (= 4-Aminobiphenyl) und seine Salze

Benzidin und seine Salze

Bis(chlormethyl)ether

Chlormethylmethylether

Dimethylcarbamoylechlorid (= Dimethylcarbamidsäurechlorid)

Dimethylnitrosamin

Hexamethylphosphorsäuretriamid (= HMPTA)

2-Naphthylamin und seine Salze

1,3-Propansulton

4-Nitrodiphenyl (= 4-Nitrobiphenyl)

Polychlordibenzofurane und Polychlordibenzodioxine (einschl. TCDD), in TCDD-Äquivalenten

6.8. SCHUTZ VOR CHEMIKALIENAUFNAHME IN DEN KÖRPER

6.8.1. 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. Tischabsaugung oder flexible Absaugevorrichtungen. Weitere Verbesserungen können durch apparative Innovationen erzielt werden.

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

- Eliminierung bestimmter Stoffe aus dem Versuchsprogramm/Arbeitsverfahren,
- 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,
- 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.

Werden nach Durchführung der vorstehenden Maßnahmen die MAK-, BAT- und TRK-Werte (vgl. Kapitel 6.8.4.) nicht unterschritten oder ist mit allergischen Reaktionen zu rechnen,

- müssen die Beschäftigten wirksame und hinsichtlich ihrer Trageigenschaften geeignete persönliche Schutzausrüstungen tragen (z.B. Atemschutzgeräte), die in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten sind.
- dürfen die Beschäftigten nur so lange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist,
- müssen die Beschäftigten vor einer Beschäftigung arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen unterzogen werden.

Ausführlichere Angaben enthält Kapitel 6.8.4..

Entscheidend für den Schutz vor Gefahrstoffen sind eine vorsichtige und saubere Arbeitsmethode sowie die Benutzung von Schutzeinrichtungen, z.B. Abzügen. Die persönliche Schutzausrüstung stellt nur eine zusätzliche Barriere dar, die letzte Chance zum Schutz des Körpers vor der Chemikalienaufnahme.

Einige Chemikalien, die in den Körper aufgenommen werden, werden vom Körper unverändert ausgeschieden; in der Regel werden sie aber in andere Stoffe umgewandelt. Von einigen Chemikalien ist bekannt, daß die Umwandlungsprodukte gefährlicher sind als die aufgenommenen Chemikalien (z.B. Benzopyrene, Benzol, Methanol, Anilin, Insektizid E 605).

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

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

6.8.2. 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 sind die Vorschriften,

- **NICHT in chemischen Laboratorien zu essen oder zu trinken,**
- **in chemischen Laboratorien KEINE Lebensmittel aufzubewahren,**
- **KEINE Gefäße für Lebensmittel zu verwenden, die im Labor üblicherweise für die Aufbewahrung von Chemikalien benutzt werden,**
- **Chemikalien NICHT in Gefäßen aufzubewahren, die üblicherweise für die Aufbewahrung von Lebensmitteln benutzt werden,**
- **Flüssigkeiten NICHT durch Ansaugen mit dem Mund zu pipettieren.**

Unbedingt beachtet werden muß, daß vor dem Essen und Trinken die Hände gründlich zu waschen sind.

Chemikalien, die oral aufgenommen werden, verweilen 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.

6.8.3. SCHUTZ VOR DERMALER CHEMIKALIENAUFNAHME

Die Gefährdung durch die Aufnahme von Chemikalien 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

- **die Haut selbst schädigen (lokale Wirkung, z.B. Reizungen, Verätzungen, Verspröden der Haut),**
- **nach Durchdringen der Haut den Körper an ganz anderen Stellen schädigen (systemische Wirkung),**
- **sowohl eine lokale als auch 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. Die Augen sind deshalb durch Chemikalien besonders gefährdet. **In Labortorien muß deshalb immer eine Schutzbrille getragen werden. Ggf. ist der Schutz der Augen durch zusätzliche Ausrüstung (z.B. Korbbrille, Schutzschirm, Atemschutz-Vollmaske) zu gewährleisten.**

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 Augenverletzungen mindestens 10 Minuten lang erfolgen.

Von der Kontamination mit Chemikalien sind vor allem die Hände, gelegentlich aber auch das Gesicht betroffen. Beim Umgang mit Chemikalien kommt es bei unvorsichtigem und unsauberem Arbeiten immer wieder vor, daß Chemikalien an die Hände gelangen. Das Gesicht

ist vor allem von verspritzenden Flüssigkeiten und aufgewirbelten Stäuben betroffen. Zum Schutz vor dieser Kontamination muß geeignete persönliche Schutzausrüstung getragen werden. Laborkittel, Hose und festes Schuhwerk schützen Arme, Beine, Füße und den Rumpf, die Schutzbrille die Augen. Das Gesicht kann durch Tragen einer Korbbrille, eines Schutzschildes und insbesondere durch Herunterziehen des Abzugsschiebers bei Arbeiten im Abzug sicher geschützt werden (vgl. Kapitel 2.1.1., 2.1.3. und 2.1.4.).

Beim Umgang mit ätzenden, reizenden, sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden, sensibilisierenden Chemikalien und allen Chemikalien mit besonders starker Hautresorption (Kennbuchstabe "H" in der MAK-Liste, s.u. unter "systemische Wirkung") müssen immer geeignete Schutzhandschuhe getragen werden.

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

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 Schädigung umgewandelt werden zu können. Gefahrstoffe, die besonders leicht durch die Haut aufgenommen werden, sind in der MAK-Liste (vgl. Kapitel 6.8.5) durch den Buchstaben "H" gekennzeichnet. "H" steht für die Gefahr der Hautresorption.

Bei hautresorptiven Stoffen ist von einer Überschreitung der Auslöseschwelle (vgl. Kapitel 6.8.5) auszugehen, wenn beim Umgang mit den Gefahrstoffen ein unmittelbarer Hautkontakt besteht.

Aufnahme von Gasen durch die Haut

Es wird immer wieder vergessen, daß gasförmige Chemikalien auch durch die Haut aufgenommen werden können. Gerade bei Unfällen, bei denen große Mengen gasförmiger Stoffe freigesetzt werden, muß man unbedingt darauf achten, daß der richtige Atemschutz zwar vor der Aufnahme von Gefahrstoffen durch die Atemwege schützt, die Stoffe gleichzeitig aber auch über die Haut aufgenommen werden können.

Beispielsweise ist der Umgang mit gasförmigem Cyanwasserstoff (Blausäure) besonders gefährlich. Durch die Benutzung eines geeigneten Atemschutzgerätes (Atemschutzmaske mit geeignetem Filter, Preßluftatmer) wiegt sich die Person in Sicherheit. Gleichzeitig diffundiert der Cyanwasserstoff sehr rasch durch die Haut in den Körper und kann zu schwersten Vergiftungen mit Todesfolge führen.

6.8.4. 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 atembare Form gehen deshalb besonders große Gefahren aus. Gefahrstoffe in atembare Form sind

- Gase,
- Dämpfe,
- Aerosole,
- Stäube.

Sie werden im folgenden als "Atemgifte" bezeichnet.

Atemgifte können

- die Atmungsorgane selbst schädigen (lokale Wirkung, z.B. Reizungen, Verätzungen, Lungenödeme, Lungenkrebs),
- nach Aufnahme in das Blut den Körper an ganz anderen Stellen schädigen (systemische Wirkung),
- erstickend wirken,
- sowohl eine lokale als auch 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 Gasdruckflaschen oder beim Transport von flüssigem Stickstoff. Gasdruckflaschen 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, nitrose Gase) 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) - oft erst nach Stunden bemerkbar und möglicherweise mit tödlichem 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 um so 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).

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 Atemgiften erfordert besondere Vorsicht. Beachten sie unbedingt Kapitel 6.8.5., TRK-Werte!

6.8.5. MAK-, BAT- UND TRK-WERTE, AUSLÖSESCHWELLE

Wegen der besonderen Gefahr durch Atemgifte müssen folgende Vorschriften beachtet werden:

- 1.) Die Gefährlichkeit der Atemgifte ist zu ermitteln.
- 2.) Gefährliche Atemgifte müssen - soweit möglich - durch weniger gefährliche Chemikalien ersetzt werden (**Ersatzstoffprüfung**). Gefährliche Atemgifte sind insbesondere sehr giftige, giftige, krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende und erbgutverändernde Stoffe.
- 3.) Ist ein Ersatz nicht möglich, muß durch technische Maßnahmen gewährleistet werden, daß Atemgifte von den Beschäftigten nicht eingeatmet werden können. Maximal zulässige Konzentrationen von Atemgiften in der Luft stellen die MAK-, BAT- und TRK-Werte dar (s.u.). Technische Maßnahmen sind z.B. das Arbeiten im Abzug, das Absaugen der Stoffe an der Entstehungsstelle oder das Benutzen geschlossener Apparaturen.
- 4.) Führen auch diese technischen Maßnahmen zu keinem ausreichenden Schutz, müssen die Beschäftigten geeignete Atemschutzgeräte benutzen (vgl. Kapitel 2.1.5. und 2.2.6.). Die Vorschriften über medizinische Vorsorgeuntersuchungen sind zu beachten (vgl. Kapitel 6.8.6.).

Bei Arbeiten mit Gasen, Stäuben und Dämpfen ist zur Vermeidung gesundheitlicher Beeinträchtigung darauf zu achten, daß durch die o.g. Maßnahmen die Konzentration in der Luft so klein wie möglich gehalten wird. Die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert), die Technische Richtkonzentration (TRK-Wert) und der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert (BAT-Wert) dürfen nicht überschritten werden.

Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert)

Die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) ist die Konzentration eines Stoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, bei der im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird. MAK-Werte sind in den "Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900) aufgelistet. MAK-Werte existieren zur Zeit von ca. 1000 Chemikalien. Für krebserzeugende und erbgutverändernde Gefahrstoffe werden keine MAK-Werte aufgestellt, da es keine Konzentration gibt, bei der sicher ausgeschlossen ist, daß kein Krebs ausgelöst wird. Statt MAK-Werten werden TRK-Werte angegeben (s.u.).

Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert (BAT-Wert)

Der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert (BAT) ist die Konzentration eines Stoffes oder seines Umwandlungsproduktes im Körper (z.B. der Gehalt eines Stoffes im Blut oder Urin) oder die dadurch ausgelöste Abweichung eines biologischen Indikators von seiner Norm, bei der im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird. BAT-Werte werden jährlich von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) veröffentlicht. Zur Zeit sind ca. 30 BAT-Werte bekannt.

Technische Richtkonzentration (TRK-Wert)

Die Technische Richtkonzentration (TRK) ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann. TRK-Werte werden für krebserzeugende und erbgutverändernde Gefahrstoffe angegeben.

Auslöseschwelle

Auslöseschwelle ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz oder im Sinne des BAT-Wertes (s.o.) im Körper, bei deren Überschreitung zusätzliche Maßnahmen zum Schutze der Gesundheit erforderlich sind. Der Überschreitung der Auslöseschwelle steht es gleich, wenn ein unmittelbarer Hautkontakt besteht. Die Auslöseschwelle ist überschritten, wenn die Einhaltung des Luftgrenzwertes nicht nachgewiesen wird. Bei gesplitteten Luftgrenzwerten gilt der niedrigere Wert, sofern nicht im Einzelfall andere Regelungen getroffen sind.

Eine dauerhaft sichere Unterschreitung ist in der Regel zu unterstellen, wenn bei Kontrollmessungen die Schichtmittelwerte kleiner als 1/4 des MAK- bzw. TRK-Wertes sind. Für krebserzeugende Stoffe, für die kein TRK-Wert festgesetzt ist, ist die Auslöseschwelle überschritten, wenn eine Exposition nicht sicher ausgeschlossen ist. Wird die Auslöseschwelle überschritten, müssen zusätzliche Maßnahmen durchgeführt werden (vgl. Kapitel 6.8.6.):

- Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (z.B. Atemschutz),

- **arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen**,
- **Beschäftigungsbeschränkungen** nach § 15 der Gefahrstoffverordnung.

Anstelle einer Konzentrationsmessung kann die Beurteilung anhand bestimmter Kriterien erfolgen. Die **Überschreitung der Auslöseschwelle** kann unterstellt werden, wenn

- mit den im Labor üblichen geringen Stoffmengen gearbeitet wird,
- alle Arbeitsgänge mit giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden und erbgutverändernden Stoffen in funktionierenden Abzügen mit entsprechender Abzugleistung durchgeführt und die Abzüge geschlossen gehalten werden, solange nicht an den Apparaturen hantiert wird,
- Entnahmebehälter für giftige und sehr giftige Gase innerhalb des Abzuges oder in dauerabgesaugten **Sicherheitsschränken** aufgestellt werden,
- bei Reaktionen freiwerdende giftige, sehr giftige, krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Gase in Absorptionslösungen aufgefangen werden,
- der Kontakt mit hautresorptiven Gefahrstoffen durch die Arbeitsmethode und/oder das Tragen geeigneter persönlicher Schutzausrüstung vermieden wird,
- die Laboratorien und Praktikumsräume personell nicht überbelegt sind, d. h. wenn die Zahl der Beschäftigten die Zahl der für die jeweilige Veranstaltung ausgewiesenen Arbeitsplätze nicht übersteigt.

Laboratorien und Praktikumsräume sind nicht überbelegt, solange der Umgang mit Gefahrstoffen in den Abzügen ohne Gefahr für die Beschäftigten erfolgen kann. Ein gefahrloser Umgang ist nicht möglich,

- wenn der im Abzug zur Verfügung stehende Platz von nicht zum Versuch gehörenden Apparaturen und Gegenständen (z.B. Flaschen) eingenommen wird,
- wenn die im Abzug betriebenen Apparaturen einen gefahrlosen Umgang mit Gefahrstoffen nicht zulassen, beispielsweise das Umfüllen brennbarer Flüssigkeiten beim Betrieb eines Bunsenbrenners oder einer Heizplatte unter dem Abzug.

6.8.6. KONTROLLMESSUNGEN UND ARBEITSMEDIZINISCHE VORSORGEUNTERSUCHUNGEN

Werden **MAK-**, **TRK-** und **BAT-Werte** nicht sicher eingehalten, so ist die **Auslöseschwelle überschritten**. Ist das Überschreiten von MAK-, TRK- oder BAT-Wertes nicht sicher ausgeschlossen, ist eine Konzentrationsmessung (**Kontrollmessung**) durchzuführen.

Diese Messungen werden unter Leitung des Dezernates S durchgeführt. Das Dezernat S hat alle Bestimmungen der Gefahrstoffverordnung bzgl. Kontrollmessungen (§ 18) einzuhalten und selbständig alle notwendigen Schritte zu unternehmen. Messungen sollen von anerkannten Prüfstellen (z.B. TÜV) durchgeführt werden. Der Personalrat ist zu beteiligen.

Die Durchführung einer Messung kann von jedem Beschäftigten beim Dezernat S formlos angefordert werden. Das Dezernat S prüft zunächst, ob die potentielle Gefahr nicht durch geeignete Maßnahmen (z.B. Änderung des Arbeitsverfahrens, Errichtung einer zusätzlichen Lüftung) unverzüglich beseitigt werden kann. Ist das nicht der Fall, ist unverzüglich eine Messung durchzuführen. Die Beschäftigten werden vom Dezernat S über das Ergebnis unverzüglich informiert.

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

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Vorsorgeuntersuchungen sind vor Beginn der Beschäftigung durchzuführen. Nähere Auskünfte erteilt das Dezernat S. Werden nach Durchführung aller technisch möglichen Schutzmaßnahmen (z.B. Lüftung, vgl. Kapitel 6.8.1.) MAK-, BAT- oder TRK-Werte nicht sicher unterschritten, müssen die Beschäftigten wirksame und hinsichtlich ihrer Trageigenschaften geeignete persönliche Schutzausrüstungen tragen (z.B. Atemschutzgeräte), die in hygienisch einwandfreiem Zustand zu

halten sind. 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.

Die Beschäftigten sind vom Arbeitgeber vor der Beschaffung zur Auswahl der geeigneten Schutzausrüstungen und den Bedingungen, unter denen sie zu benutzen sind, zu hören. Die Beschäftigten müssen die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen tragen.

Wird am Arbeitsplatz die Auslöseschwelle für die nachstehend aufgeführten gefährlichen Stoffe oder Zubereitungen überschritten, so dürfen Arbeitnehmer dort nur beschäftigt werden, wenn sie Vorsorgeuntersuchungen unterzogen worden sind. Soweit ein arbeitsmedizinisch begründeter stoffspezifischer Wert festgelegt ist, tritt dieser an die Stelle der Auslöseschwelle. Die Kosten für die Untersuchung trägt die TU.

- Acrylnitril
- Antifoulingfarben
- Aromatische Nitro- und Aminoverbindungen
- Arsentrioxid und -pentoxid, arsenige Säure
- Arsensäure und deren Salze (Arsenite, Arsenate)
- Asbest
- Benzol
- Benzo(a)pyren
- Blei und Bleiverbindungen
- Bleitetraethyl
- Bleitetramethyl
- Cadmium und Cadmiumverbindungen
- Calciumchromat
- Chlormethan, Methylchlorid
- Chrom(III)-chromat
- Chrom(VI)-verbindungen
- Fluor und seine anorganischen Fluorverbindungen
- Iodmethan, Methyljodid
- Isocyanate
- Kohlenmonoxid
- krebserzeugende Gefahrstoffe
- Methanol
- Nickel in Form atembarer Stäube von Nickelmetall, Nickelsulfid und sulfidischen Erzen, Nickeloxid und Nickelcarbonat
- Nickelverbindungen in Form atembarer Tröpfchen
- Nickeltetracarbonyl
- Nitroglycerin
- Nitroglycol
- Oberflächenbehandlung in Räumen
- Peche
- Pentachlorethan
- Phosphor, weiß
- Quecksilber, metallisch
- Quecksilberalkylverbindungen
- Quecksilberverbindungen
- Schwefelkohlenstoff
- Schwefelwasserstoff
- Silikogener Staub
- Strahlmittel
- Strontiumchromat
- Tetrachlorethan
- Tetrachlorethen, Tetrachlorethylen, Perchlorethylen

- Tetrachlormethan, Tetrachlorkohlenstoff
- Thomasphosphat
- Toluol
- Trichlorethen, Trichlorethylen
- Vinylchlorid
- Xylol, alle Isomeren
- Zinkchromat

Vorsorgeuntersuchungen sind:

1. arbeitsmedizinische Erstuntersuchungen vor Aufnahme der Tätigkeit
2. arbeitsmedizinische Nachuntersuchungen während dieser Tätigkeit.

Bei Einhaltung der in Kapitel 6.8.5. beschriebenen Randbedingungen kann davon ausgegangen werden, daß die Auslöseschwellen nicht überschritten werden und daher Vorsorgeuntersuchungen nicht erforderlich sind.

Die TU (nicht die Institute) muß für Arbeitnehmer, für die Vorsorgeuntersuchungen durchzuführen sind, eine Vorsorgekartei führen.

Besteht bei Beschäftigten eine Mehrfachbelastung mit krebserzeugenden Stoffen und sonstigen Gefahrstoffen, wird eine Vorsorgeuntersuchung angeraten.

Bei Grenzwertüberschreitungen sind besondere Arbeitszeitregelungen und Beschäftigungsbeschränkungen nach § 15 der Gefahrstoffverordnung zu beachten (vgl. Kapitel 7.2.).

6.9. GEFHRSTOFFVERZEICHNIS

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, ein Gefahrstoffverzeichnis zu führen. Das Gefahrstoffverzeichnis muß von jedem Gefahrstoff mindestens folgende Angaben beinhalten:

- **den Stoffnamen nach der IUPAC- oder einer anderen anerkannten Nomenklatur,**
- **bei Gefahrstoffen den Kennbuchstaben des Gefahrensymbols,**
- **bei Gefahrstoffen die besonderen Gefahrenhinweise (R-Sätze, nur die Zahlen),**
- **die Menge des vorhandenen Gefahrstoffes (kg oder Liter, vorzugsweise die tatsächlich vorhandenen Mengen; Ausnahmen gelten für brennbare Flüssigkeiten gem. Kapitel 7.3.),**
- **Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird (z.B. Raumnummern).**

Unabhängig davon hat es sich als ratsam und empfehlenswert erwiesen, in das Gefahrstoffverzeichnis neben den Gefahrstoffen auch alle anderen Chemikalien aufzunehmen, weil dann leicht festgestellt werden kann, welche Chemikalien im Institut wo vorhanden sind und so Doppelbeschaffungen vermieden werden können. Nicht in das Gefahrstoffverzeichnis aufgenommen werden müssen:

- Stoffe, die im Hinblick auf ihre gefährlichen Eigenschaften und Menge keine Gefahr darstellen, sowie
- Stoffe, bei denen es sich um kurzfristig zur Erprobung vorgesehene Zwischenstufen oder Reaktionsprodukte handelt.

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 zusätzlich eine Auflistung aller in dem Praktikum verwendeten Gefahrstoffe erstellt werden. Diese Auflistung ist Bestandteil der Praktikums-Betriebsanweisung gemäß Kapitel 13.

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, dem Leiter des

Gefahrstoffverzeichnisses 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. Innerhalb der TU wird bereits von vielen Instituten ein standardisiertes Verzeichnis geführt. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an Herrn Dr. Bollmeier, Dezernat S, Tel. 4696.

6.10. CHEMIKALIEN, DEREN BESITZ POLIZEILICH KONTROLLIERT WERDEN KANN

Für folgende Chemikalien behält sich die Kriminalpolizei im Zusammenhang mit der Herstellung von Betäubungsmitteln Überprüfungen von Besitz und Verwendung vor. Es wird aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß weder Bestellung noch Besitz dieser Substanzen einen Straftatbestand erfüllen. Ansprechpartner bei der Kriminalpolizei Braunschweig ist Herr Höpfe, Tel. 0531-7000503 oder 7000423, Humboldtstraße 30 b, Braunschweig.

Acetondicarbonsäure und deren Ester

2-Amino-5-chlorbenzophenon

Amphetamin

Anthranilsäure

Benzaldehyd

Benzoylchlorid

Benzylmethylketon

2-Chlor-N,N-dimethylpropylamin

5-Chlor-2-methylaminobenzophenon

Citral

2,5-Diethoxytetrahydrofuran

2,5-Dimethoxybenzaldehyd

2,5-Dimethoxytetrahydrofuran

2,5-Dimethoxytoluol

Diphenylacetonitril

Ephedrin

Ergotalkaloide

p-Fluoranilin

Gallussäure

Indol

Isatosäureanhydrid

Isosafrol

Lysergsäure

4-Methoxyindol

1,2-Methylenedioxi-4-propenylbenzol

Morphin

Norpseudoephedrin

Olivetol

Phenethylamin

N-(1-Phenethyl)-piperidin-4-on

N-(1-Phenethyl-4-piperidiny)-anilin

N-(1-Phenethyl-4-piperidiny)-fluoranilin

Phenylaceton

Phenylacetonitril

N-(1-(2-Phenylisopropyl)-4-piperidiny)-anilin

N-(1-(2-Phenylisopropyl))-piperidin-4-on

N-(4-Piperidiny)-anilin

Piperonal

Safrol

2-Toluidin

3,4,5-Trimethoxybenzaldehyd

3,4,5-Trimethoxybenzoesäure

3,4,5-Trimethoxybenzylalkohol

3,4,5-Trimethoxyphenylacetonitril

3,4,5-Trimethoxyphenylpropen

6.11. UNTERRICHTUNG UND ANHÖRUNG DER BESCHÄFTIGTEN

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

- Ermittlung und Beurteilung nach der Ermittlungspflicht (vgl. Kapitel 6.),
- Durchführung von Messungen bzgl. Gefahrstoffkonzentrationen einschließlich der Mitteilung der Meßergebnisse und Meßberichte (vgl. Kapitel 6.8.6.),
- Auswahl der persönlichen Schutzausrüstung und ihre Benutzung (vgl. Kapitel 2.1.)
- Gründe und Maßnahmen beim Überschreiten von Maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen, Technischen Richtkonzentrationen oder Auslöseschwellen.

Werden Maximale Arbeitsplatzkonzentration oder Technische Richtkonzentration oder Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert nicht unterschritten und hilft der Arbeitgeber der dagegen erhobenen oder veranlaßten Beschwerde nicht unverzüglich ab, so kann sich der einzelne Arbeitnehmer nach Ausschöpfung der innerbetrieblichen Möglichkeiten an die für die Überwachung zuständigen Stellen wenden. Besteht durch die Überschreitungen von MAK-, TRK- oder BAT-Werten 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 Arbeitnehmer keine Nachteile entstehen.

7. HINWEISE ZUM UMGANG MIT BESONDEREN GEFÄHRSTOFFGRUPPEN, GEFÄHRSTOFF-SPEZIFISCHE BETRIEBSANWEISUNGEN

Stoffbezogene Betriebsanweisungen sollten möglichst stoffgruppenbezogen 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 stoffgruppenbezogene 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 an die Hinweise eine gefahrstoff-spezifische Betriebsanweisung angehängt, die folgende Daten enthält:

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

In der rechten oberen Ecke des Formulars ist die Nummer der entsprechenden Gefahrstoffgruppe eingetragen. Die Gefahrstoffgruppe kann über die auf den Chemikaliengebinden aufgedruckten R-Sätze (Gefahrenhinweise) mit folgender Tabelle ermittelt werden (GG = Nr. der Gefahrstoffgruppe). Chemikalien, die mehrere Gefahrstoffeigenschaften besitzen (z.B. giftig und brennbar), sind mehreren Gefahrstoffgruppen zugeordnet.

Für R-Sätze, die mit einem "x" gekennzeichnet sind, können keine allgemeinen gefahrstoffspezifischen Betriebsanweisungen erstellt werden. Es sind von den Instituten spezielle Betriebsanweisungen zu erstellen.

R-Satz	GG	R-Satz	GG	R-Satz	GG	R-Satz	GG	R-Satz	GG
1	1	15	4	29	4	43	11	57	15
2	1	16	1	30	x	44	1	58	15
3	1	17	12	31	5	45	10	59	15
4	x	18	1	32	5	46	10	60	10
5	1	19	1	33	13	(47)	10	61	10
6	1	20	6	34	8	48	10	62	10
7	2	21	6	35	8	49	10	63	10
8	2	22	6	36	9	50	15	64	10
9	1	23	7	37	9	51	15	65	6
10	3	24	7	38	9	52	15	66	6
11	3	25	7	39	10	53	15	67	6
12	3	26	7	40	10	54	15		
13	x	27	7	41	14	55	15		
14	4	28	7	42	11	56	15		

7.1. EXPLOSIONSGEFÄHRLICHE GEFAHRSTOFFE (Kennbuchstabe E)

Oberste Gebote sind Sauberkeit und Ordnung am Arbeitsplatz!

Die Herstellung 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 beim Dezernat S.

Im Labor darf nur mit geringen Mengen (<1g) explosionsgefährlicher Stoffe und nur an ausreichend abgeschirmten Arbeitsplätzen, z.B. im Abzug bei geschlossener Frontscheibe, gearbeitet werden.

Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag, Reibung und gefährlicher Einschluß (Verdämmung) sind zu vermeiden.

Gebräuchliche explosionsgefährliche Chemikalien (E) sind:

- Ammoniumnitrat
- Ammoniumchromat, Ammoniumdichromat
- Acetylsalze und Derivate des Acetyls
- alpha.alpha'-Azoisobutyronitril
- Chlorstickstoff
- Diazoniumsalze
- 1-Hydroxybenzotriazol
- Knallsäuresalze (Fulminate)
- organische Nitro- und Nitrosoverbindungen
- organische Peroxide
- Percarbonsäuren
- Pikrinsäure
- Salpetersäureester
- Silber- und Goldsalze
- Stickstoffwasserstoffsäure und ihre Salze (Azide).

Mischungen oxidierender Substanzen (z.B. Nitrate, Chromate, Chlorate, Perchlorate, rauchende Salpetersäure, Nitriersäure, konz. Schwefelsäure, Wasserstoffperoxid) mit brennbaren oder reduzierbaren Stoffe können ebenfalls explosionsgefährlich 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. Ist die Bildung explosionsgefährlicher 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 gefahrdrohender Menge verhindern, gehört z.B. das Absaugen der brennbaren Gase, Dämpfe oder Stäube an der Entstehungs- oder Austrittsstelle 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 Silbercarbid (Knallsilber) besteht und beim Berühren, Umrühren oder Schütteln explodieren kann. Diese Lösungen müssen deshalb nach ihrer Herstellung sofort weiterverarbeitet werden.

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).

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. Zulässig ist auch die Aufbewahrung in Sicherheitsschränken.

Peroxide

Flüssigkeiten, die zur Bildung von organischen Peroxiden neigen (z.B. Dekalin, Diethylether, Dipropylether, Diisopropylether, Dioxan, Tetrahydrofuran, Tetralin, Cumol, Aldehyde, Ketone und Lösungen dieser Stoffe) müssen vor der Destillation und dem Abdampfen auf Anwesenheit von

Peroxiden untersucht und ggf. von den Peroxiden befreit werden, da sich die Peroxide explosions-artig zersetzen können.

Peroxidnachweis

- Verwendung von speziellen Teststäbchen oder Testlösungen (z.B. Merckoquant Teststäbchen zum Nachweis von Peroxiden),
- 100 mg Vanadiumpentoxid (V_2O_5) werden mit 2 ml 96%iger Schwefelsäure versetzt und weitgehend darin gelöst. Die Lösung wird auf 50 ml mit dest. Wasser verdünnt. Ist die Lösung trübe, wird sie filtriert. Zu 1 ml dieser Lösung wird 1 ml des auf Peroxide zu prüfenden Lösungsmittels gegeben und gut durchgeschüttelt. Bei Vorhandensein von Peroxiden färbt sich die wäßrige Phase rotbraun.
- 1 ml der auf Peroxide zu untersuchenden Lösung wird mit 2 ml konz. Essigsäure (Eisessig) und anschließend mit einigen Körnchen Kaliumiodid versetzt. Sofort oder nach schwacher Erwärmung freiwerdendes Iod zeigt Peroxide an. Durch Zusatz löslicher Stärke kann die Empfindlichkeit gesteigert werden. Die Verwendung von Iodstärkepapier wird empfohlen.

Peroxidentfernung

Peroxide können entfernt werden durch

- Verwendung von speziellen Chemikalien, z.B. Perex-Kit der Fa. Merck,
- Schütteln mit gepulvertem Kaliumhydroxid (nur wirksam, wenn mindestens 0,5 % Wasser im organischen Medium enthalten sind),
- Filtrieren durch eine Säule mit Aluminiumoxid aktiv-basisch oder mit Aluminiumoxid aktivneutral. 30 g Aluminiumoxid in einer Säule von 2 cm Durchmesser reinigen z.B. etwa 250 ml wasserfreien Diethylether, 100 ml Diisopropylether oder 25 ml Dioxan. Die Aufnahmefähigkeit des Aluminiumoxids wird durch Wasser im Lösungsmittel verringert.
- Schütteln mit einer frisch hergestellten Eisen(II)-sulfat-Lösung (pro Liter organischer Flüssigkeit 5g Eisen(II)sulfat gelöst in 20 ml Wasser verwenden). Dies wird so lange wiederholt, bis kein Peroxid mehr feststellbar ist.

Vorbeugung vor Peroxidbildung

Maßnahmen sind

- vor Licht geschützte Aufbewahrung der organischen Lösungsmittel (z.B. dunkle Flaschen oder Metallbehälter) und
- Aufbewahren der organischen Lösungsmittel über Kaliumhydroxid, Natriumhydroxid, Natrium oder Kalium. Geeignet für die Vorbeugung sind nur bestimmte Lösungsmittel, z.B. Ether, Kohlenwasserstoffe.

Chlorierte Kohlenwasserstoffe (z.B. Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan) dürfen niemals über Kaliumhydroxid, Natriumhydroxid und anderen Metallhydroxiden oder Natrium, Kalium oder Lithium aufbewahrt werden, da hierbei höchste Explosionsgefahr besteht!

Phlegmatisierte Chemikalien

Viele explosionsgefährliche Chemikalien 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.

Chemikalien, die mit Wasser phlegmatisiert sind, besitzen den Gefahrenhinweis R 1: In trockenem Zustand explosionsgefährlich!

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 ausreicht, eine gefährliche Detonation 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.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

01

EXPLOSIONSGEFÄHRLICHE CHEMIKALIEN

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

R-Sätze: 1, 2, 3, 5, 6, 9, 16, 18, 19, 44

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-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 (S-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 S 48 "Feucht halten mit ..." (vom Hersteller anzugeben) unbedingt beachten. Möglichst nur in offenen Gefäßen arbeiten!

Möglichst nur in offenen Gefäßen arbeiten!

Laborkittel, Schutzbrille, Schuttschirm, 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 Dezernat S erforderlich. Auf keinen Fall explosionsgefährliche Stoffe mit brennbaren oder brandfördernden Stoffen vermischen!

7.2. BRANDFÖRDERNDE GEFAHRSTOFFE (Kennbuchstabe O)

Gebräuchliche brandfördernde Chemikalien (O) sind:

- Nitrate
- Nitrite
- (rauchende) Salpetersäure
- Chlorate
- Perchlorate
- Chrom(VI)-verbindungen (krebserzeugend!)
- Kaliumpermanganat

- organische Peroxide.

Brandfördernde Chemikalien sind getrennt von hoch- und leichtentzündlichen, entzündlichen, selbstentzündlichen und explosionsgefährlichen Stoffen aufzubewahren.

Bitte beachten Sie, daß feingepulverte oder flüssige brandfördernde 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).

Mischungen brandfördernder Stoffe mit oxidierbaren Stoffen haben in der Vergangenheit zu den schwersten Unfällen an der TU geführt, da diese Mischungen explosiv sind!

Mit brandfördernden Chemikalien 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 brandfördernden Chemikalien aufnehmen kann.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

02

BRANDFÖRDERNDE CHEMIKALIEN

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

R-Sätze: 7, 8

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten! Brandfördernde 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 brandfördernde Chemikalien mit entzündlichen, leichtentzündlichen oder hochentzündlichen Chemikalien vermischen! Feingepulverte oder flüssige brandfördernde 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 0112.

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 Dezernat S erforderlich.

7.3. HOCHENTZÜNDLICHE, LEICHTENTZÜNDLICHE UND ENTZÜNDLICHE GEFAHRSTOFFE (Kennbuchstaben F+ und F)

Gebräuchliche hochentzündliche (F+), leichtentzündliche (F) und entzündliche Chemikalien sind:

- Diethylether (F+)
- Schwefelkohlenstoff (F+)
- Methanol (F)
- Ethanol (F)
- Propanole (F)
- Acetonitril (F)

- Essigsäureethylester (F)
- Aceton (F)
- Tetrahydrofuran (F)
- Benzin (F)
- Hexan (F)
- Toluol (F)

- Styrol

Hochentzündliche, leichtentzündliche und entzündliche Chemikalien sind getrennt von brandfördernden, explosionsgefährlichen und selbstentzündlichen Chemikalien aufzubewahren.

Zahlreiche entzündliche Chemikalien bilden mit Luftsauerstoff explosionsgefährliche Peroxide, die beim Erhitzen (z.B. Destillationen, Abdampfen) detonieren können. Diese Chemikalien müssen deshalb vor dem Erhitzen auf Peroxide überprüft und die Peroxide ggf. beseitigt werden. Nähere Angaben enthält das Kapitel 7.1. Diese Vorschrift ist unbedingt zu beachten!

Zur Peroxidbildung neigen insbesondere:

- Diethylether
- Di-n-propylether
- Diisopropylether
- Dekalin
- Dioxan
- Tetrahydrofuran
- Tetralin
- Cumol
- Aldehyde
- Ketone (z.B. Butanon).

Diese Chemikalien müssen vor Licht geschützt aufbewahrt werden, z.B. in dunklen Flaschen oder Metallbehältern.

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.

Brennbare Flüssigkeiten dürfen in Kühlschränken nur dann aufbewahrt werden, wenn deren Innenraum explosionsgeschützt ist (siehe Kapitel 4.4.).

Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF)

Entsprechend der "Verordnung über brennbare Flüssigkeiten" (VbF) werden brennbare Flüssigkeiten entsprechend ihrem Flammpunkt und ihrer Wasserlöslichkeit in folgende Gefahrenklassen eingeteilt:

Gefahrenklasse A: Mit Wasser nicht mischbare, brennbare Flüssigkeiten

- A I Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 21 °C (z.B. Diethylether, Hexan, Benzol, Toluol, Essigsäureethylester, Schwefelkohlenstoff, Benzin)
- A II Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von 21 °C bis 55 °C (z.B. 1-Butanol, Decalin, Xylol)
- A III Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt über 55 °C bis 100 °C (z.B. Anilin, Tetralin, Heizöl)

Gefahrenklasse B: Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 21 °C, die sich bei 15°C in Wasser lösen oder deren brennbare flüssige Bestandteile sich bei 15°C in Wasser lösen (z.B. Methanol, Aceton, Ethanol, 2-Propanol, Acetonitril, Tetrahydrofuran)

Brennbare Flüssigkeiten der Gefahrenklassen A1, A2 und B dürfen an Arbeitsplätzen für den Handgebrauch nur in Gefäßen von höchstens 1 Liter Fassungsvermögen aufbewahrt werden. Die Anzahl der Gefäße ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

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

- Arbeiten in Abzügen,
- automatische Löscheinrichtungen,
- explosionsgeschützte Geräte
- Verwendung dickwandiger Glasgeräte
- Verwendung kunststoffummantelter Glasgeräte.

Für Laboratorien, in denen ständig größere Mengen brennbarer 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 Chemikalien-Sicherheitschränken aufbewahrt werden. Die Anzahl und das Fassungsvermögen der Behälter ist auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

Das Lagern brennbarer Flüssigkeiten ist in Kapitel 6.4.2. geregelt.

Ortsbewegliche Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen über 5 Liter dürfen für brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 35 °C nur verwendet werden, wenn sie elektrostatisch ausreichend ableitfähig sind, d.h. der Oberflächenwiderstand kleiner als 10^{11} Ohm ist. Den Kunststoffbehältern sind grundsätzlich handelsübliche Sicherheitsbehälter aus Edelstahl mit Flammenrückschlagsperre und Druckentlastung vorzuziehen.

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) dürfen grundsätzlich keine elektrostatisch aufladbaren, nicht leitfähigen brennbaren Flüssigkeiten eingefüllt werden. Hiervon ausgenommen sind Kunststoffbehälter mit einem Nennvolumen bis 5 Liter. Elektrostatisch aufladbare, nicht leitfähige Flüssigkeiten 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.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

03

HOCHENTZÜNDLICHE, LEICHTENTZÜNDLICHE UND ENTZÜNDLICHE CHEMIKALIEN

Beispiele: Diethylether, Benzin, Aceton, Methanol, Ethanol, Propanole, Toluol, Cyclohexan, Schwefelkohlenstoff, Hexan.

R-Sätze: 10,11,12

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-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 Explosionsunfälle entstehen durch Funkenbildung! Die Chemikalienmenge 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. Chemikalien nur in dicht geschlossenen Gefäßen vor Licht geschützt aufbewahren.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete brennbare Feststoffe zusammenkehren, verschüttete brennbare Flüssigkeiten mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben.

Nach Verschütten größerer Mengen brennbarer Chemikalien 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 Dezernat S erforderlich.

7.4. MIT WASSER GEFÄHRLICH REAGIERENDE GEFAHRSTOFFE

Gebräuchliche, mit Wasser gefährlich reagierende Chemikalien sind:

- Alkalimetalle (z.B. Lithium, Natrium, Kalium)
- Metallhydride (z.B. Calciumhydrid)
- komplexe Hydride (z.B. Lithiumaluminiumhydrid)
- konzentrierte Säuren (z.B. konz. Schwefelsäure)
- Säurechloride (z.B. Acetylchlorid, Chlorsulfonsäure)
- Säureanhydride (z.B. Phosphorpentoxid)
- Carbide

- Phosphide

Diese Chemikalien können bei der Reaktion mit Wasser leichtentzündliche oder giftige Gase entwickeln oder durch Verspritzen zu einer Gefährdung des Menschen führen.

Mit Wasser gefährlich reagierende Chemikalien sind so aufzubewahren und zu handhaben, daß sie nicht mit Wasser in Berührung kommen können, auch nicht bei Unfällen. So ist das Arbeiten mit wassergekühlten Rückflußkühlern nur dann zulässig, wenn diese eine Kühlspirale aus Metall besitzen. Wasserbäder sind als Kühlbäder verboten, wenn sich mit Wasser gefährlich reagierende Chemikalien im Reaktionskolben befinden!

Stoffe, die bei gewöhnlicher Temperatur durch Einwirkung von Luft oder Feuchtigkeit sich 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.

Chemikalien sind in dicht geschlossenen Behältern möglichst trocken aufbewahren, z.B. im Exsikkator über Trocknungsmitteln.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

04

MIT WASSER GEFÄHRLICH REAGIERENDE CHEMIKALIEN

Beispiele: Alkalimetalle, Metallhydride, Lithiumaluminiumhydrid, konz. Schwefelsäure, Acetylchlorid, Phosphorpentoxid, Chlorsulfonsäure, Phosphide, Carbide

R-Sätze: 14, 15, 29

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten!

Es bestehen erhebliche Gefahren durch die Reaktion mit Wasser. Bei der Reaktion können die Chemikalien durch Verspritzen Personen gefährden. Es können auch leichtentzündliche Gase (z.B. Wasserstoff) oder giftige Gase freigesetzt werden.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Mit Wasser gefährlich reagierende Chemikalien sind so aufzubewahren und zu handhaben, daß sie nicht mit Wasser in Berührung kommen können, auch nicht bei Unfällen. So ist das Arbeiten mit wassergekühlten Rückflußkühlern nur dann zulässig, wenn diese eine Kühlschleife aus Metall besitzen. Wasserbäder sind als Kühlbäder verboten, wenn sich mit Wasser gefährlich reagierende Chemikalien im Reaktionskolben befinden! Stoffe, die bei gewöhnlicher Temperatur durch Einwirkung von Luft oder Feuchtigkeit sich 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. Chemikalien in dicht geschlossenen Behältern möglichst trocken aufbewahren, z.B. im Exsikkator über Trocknungsmitteln. Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden direkten Körperkontakt vermeiden. Nur im Abzug arbeiten! Während der Arbeit nicht mit Wasser, feuchten Geräten oder feuchten Handschuhen hantieren. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut zunächst gründlich mit Ethanol, anschließend mit viel Wasser reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste Chemikalien zusammenkehren, verschüttete flüssige Stoffe mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben. Anschließend kontaminierte Bereiche vorsichtig mit 1-Propanol reinigen. Brände mit Löschsand löschen! Beim Freisetzen großer Mengen Feuerwehr alarmieren über Notruf 0112.

ERSTE HILFE

Haut: Sofort gründlich mit Ethanol, anschließend 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: 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 Dezernat S erforderlich.

7.5. MIT SÄUREN GEFÄHRLICH REAGIERENDE GEFAHRSTOFFE

Gebräuchliche, mit Säuren gefährlich reagierende Chemikalien sind:

- Cyanide (z.B. Natriumcyanid, Kaliumcyanid)
- Metalle (durch Freisetzen von Wasserstoff)
- einige komplexe Hydride (z.B. Lithiumaluminiumhydrid, Natriumborhydrid)

Diese Chemikalien können bei der Reaktion mit Säuren leichtentzündliche oder giftige Gase entwickeln oder durch Verspritzen zu einer Gefährdung des Menschen führen. Auf weitere Chemikalien, die bereits mit Wasser gefährlich reagieren können, wird ausdrücklich hingewiesen!

Mit Säuren gefährlich reagierende Chemikalien sind so aufzubewahren und zu handhaben, daß sie nicht mit Säuren in Berührung kommen können, auch nicht bei Unfällen.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

05

MIT SÄUREN GEFÄHRLICH REAGIERENDE CHEMIKALIEN

Beispiele: Natriumcyanid, Kaliumcyanid, Metalle, Natriumborhydrid

R-Sätze: 31, 32

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten!

Es bestehen erhebliche Gefahren durch die Reaktion mit Säuren. Bei der Reaktion können die Chemikalien durch Verspritzen Personen gefährden. Es können leichtentzündliche Gase (z.B. Wasserstoff) oder giftige Gase (z.B. Cyanwasserstoff, Blausäure) freigesetzt werden.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Mit Säuren gefährlich reagierende Chemikalien 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 Chemikalien 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 Dezernat S erforderlich.

7.6. GESUNDHEITSSCHÄDLICHE GEFAHRSTOFFE (Kennbuchstaben Xn)

Gebräuchliche gesundheitsschädliche Chemikalien (Xn) sind:

- Acetaldehyd
- Bariumsalze (ausgenommen Bariumsulfat)
- Benzaldehyd
- Bleiverbindungen (ausgenommen schwerlösliche)
- 1-Butanol
- Chlorbenzol
- Cyclohexanol

- Dichlormethan (Methylenchlorid)
- 1,4-Dioxan
- Ethylenglykol
- Formaldehyd
- Iod
- Nitromethan
- Oxalsäure
- Pyridin
- Trichlorethylen
- Trichlormethan (Chloroform)
- Xylol

Der Umgang mit gesundheitsschädlichen Chemikalien ist nur in geschlossenen Apparaturen oder im Abzug gestattet, wenn eine Überschreitung von MAK-, BAT- oder TRG-Werten nicht ausgeschlossen werden kann.

Mit gesundheitsschädlichen 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.

GESUNDHEITSSCHÄDLICHE CHEMIKALIEN

Beispiele: Bariumsalze, Bleisalze, Iod, 1-Butanol, Cyclohexanol, Dichlormethan, 1,4-Dioxan, Formaldehyd, Oxalsäure, Pyridin, Trichlormethan, Xylol.

R-Sätze: 20, 21, 22

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten!

Gesundheitsschädliche Chemikalien können durch Einatmen, Verschlucken oder bei Berührung mit der Haut zu Gesundheitsschäden führen. Bei Aufnahme großer Mengen besteht Vergiftungsgefahr mit möglicher Todesfolge. Gesundheitsschädliche Chemikalien dürfen nicht in die Umwelt gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt vermeiden. Chemikalien nicht einatmen und nicht verschlucken. Mit gesundheitsschädlichen Chemikalien, die als Dampf / Gas / Aerosol in die Atemluft gelangen können, nur im Abzug hantieren.

Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen!

Regelmäßig Hände und Gesicht waschen.

Mit gesundheitsschädlichen 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.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

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

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 Dezernat S erforderlich.

7.7. GIFTIGE UND SEHR GIFTIGE GEFAHRSTOFFE (Kennbuchstaben T und T+)

Gebräuchliche giftige (T) und sehr giftige (T+) Chemikalien sind:

- Acetonitril
- Acrylnitril
- Allylalkohol
- Arsen
- Benzol
- Chloressigsäure
- Dimethylsulfat

- Kaliumcyanid
- Methanol
- Methyliodid
- Quecksilber und dessen Salze
- Tetrachlormethan
- Uranverbindungen

Der Umgang mit giftigen und sehr giftigen Chemikalien ist nur im Abzug erlaubt, wenn eine Überschreitung von MAK-, BAT- oder TRG-Werten nicht ausgeschlossen werden kann.

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

Beim Umgang mit elementarem Quecksilber ist dafür zu sorgen, daß die Beschäftigten nicht der Einwirkung von Quecksilberdampf ausgesetzt sind. Beim Arbeiten mit Quecksilber ist ein Verschütten zu vermeiden. Die Arbeiten sind über einer Wanne auszuführen, die verschüttetes Quecksilber sicher auffängt.

Soweit es die Arbeit zuläßt, sollen geschlossene Gefäße für Quecksilber verwendet werden. Quecksilber in offenen Gefäßen ist nach Möglichkeit abzudecken, z.B. mit flüssigem Paraffin oder mit Wasser. Öffnungen von Apparaturen, die Quecksilber enthalten, können über ein Iodkohle-röhrchen entlüftet werden. Verschüttetes Quecksilber ist sofort vollständig aufzunehmen, z.B. durch Aufsaugen, Zusammenkehren, Zusammenschwemmen mit Wasser. Zurückbleibende Reste können durch Aufstreuen handelsüblicher Spezialpräparate oder Schwefel beseitigt werden.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

07

GIFTIGE UND SEHR GIFTIGE CHEMIKALIEN

Beispiele: Acetonitril, Arsen, Benzol, Chloressigsäure, Methanol, Methyliodid, Kaliumcyanid, Quecksilber und dessen Salze, Tetrachlormethan, Uransalze

R-Sätze: 23, 24, 25, 26, 27, 28

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten!

Giftige und sehr giftige Chemikalien können durch Einatmen, Verschlucken oder durch die Haut in den Körper aufgenommen werden. Bei Kontakt bereits mit sehr kleinen Mengen giftiger und sehr giftiger Chemikalien besteht die Gefahr einer ernsten Gesundheitsschädigung einschließlich Vergiftungsgefahr mit Todesfolge.

Giftige und sehr giftige Chemikalien dürfen nicht in die Umwelt gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt vermeiden. Chemikalien nicht einatmen und nicht verschlucken. Mit giftigen und sehr giftigen Chemikalien nur im Abzug hantieren. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen.

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

Spez. Vorschriften für den Umgang mit Quecksilber beachten!

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

Benetzte Haut gründlich reinigen. Benetzte Kleidungsstücke sofort ausziehen. Verschüttete feste giftige und sehr giftige Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige giftige und sehr giftige Stoffe mit Adsorbentien binden und anschließend zur Entsorgung geben.

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 Dezernat S erforderlich.

7.8. ÄTZENDE GEFAHRSTOFFE (Kennbuchstabe C)

Gebräuchliche ätzende Chemikalien (C) sind:

- Ameisensäure
- Bromwasserstoffsäure
- Essigsäure, konz.
- Flußsäure
- Perchlorsäure
- Salzsäure
- Salpetersäure

- Schwefelsäure
- Säurechloride (z.B. Acetylchlorid, Sulfurylchlorid, Chlorsulfonsäure)
- Säureanhydride (z.B. Acetanhydrid, Phosphorpentoxid)
- Amine
- Ammoniaklösungen
- Kaliumhydroxid, Kalilauge
- 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 Ungeheuer!

Die schädigende Wirkung von Laugen ist in der Regel höher als die von Säuren!

Mit ätzenden 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 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 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.

Perchlorsäure oder Königswasser dürfen nur in speziellen Abzügen abgeraucht werden.

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

08

ÄTZENDE CHEMIKALIEN

Beispiele: Ameisensäure, Bromwasserstoffsäure, Fluorwasserstoffsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Acetylchlorid, Phosphorpentoxid, Natronlauge, Kaliumhydroxid.

R-Sätze: 34, 35

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten! Ätzende 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 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 (S-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 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 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 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 Stoffe zusammenkehren, verschüttete flüssige ätzende 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 Dezernat S erforderlich.

7.9. REIZENDE GEFAHRSTOFFE (Kennbuchstabe Xi)

Gebräuchliche reizende Chemikalien (Xi) sind:

- Acrylsäurederivate
- Ammoniak
- Amine (z.B. Triethylamin)
- Benzylbromid, alpha-Chlortoluol (Benzylchlorid)
- Cumol
- Fumarsäure
- Maleinsäure, Maleinsäureanhydrid

- Natriumcarbonat
- organische Peroxide
- Styrol
- verdünnte Säuren und Laugen

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

GEFAHRSTOFFSPEZ. BETRIEBSANWEISUNG (§ 20 GefStoffV)

09

REIZENDE CHEMIKALIEN

Beispiele: Ammoniak, Amine, Benzylbromid, organische Peroxide, Acrylate, verdünnte Säuren und Laugen, Natriumcarbonat, Styrol.

R-Sätze: 36, 37, 38

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten! Reizende Stoffe können beim Einatmen, Verschlucken oder Hautkontakt sofort oder später Reizungen und Entzündungen hervorrufen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden direkten Körperkontakt vermeiden. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Mit reizenden Stoffen darf nicht in leicht zerbrechlichen Gefäßen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 5 Litern gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, z.B. die Benutzung von Auffangwannen.

VERHALTEN IM GEFAHRFALL

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

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: 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 Dezernat S erforderlich.

7.10. KREBSERZEUGENDE, FORTPFLANZUNGSGEFÄHRDENDE, ERBGUTVERÄNDERNDE UND SONST CHRONISCH WIRKENDE GEFAHRSTOFFE

Nachweislich krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende, erbgutverändernde und sonst chronisch schädigende Chemikalien werden mindestens durch das Gefahrensymbol "GIFTIG" (Totenkopf, Kennbuchstabe T) gekennzeichnet.

Chemikalien, die nur im Verdacht stehen, krebserzeugend, fortpflanzungsgefährdend, erbgutverändernd oder sonst chronisch schädigend zu sein, werden mit dem Gefahrensymbol "GESUNDHEITSSCHÄDLICH" (Andreaskreuz, Kennbuchstabe Xn) gekennzeichnet.

Bei folgenden Verbindungsklassen besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende oder erbgutverändernde Wirkung:

- Alkylierungsreagentien (z.B. Dimethylsulfat, halogenierte Kohlenwasserstoffe)
- aromatische Amine (z.B. 2-Naphthylamin, Benzidin)
- Epoxide (z.B. Ethylenoxid, Propylenoxid)
- aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Benzol, Benzo[a]pyren)
- Schwermetalle und ihre Verbindungen (z.B. Nickel, Arsen, Cadmium, Chrom(VI)).

Der Umgang mit krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden oder sonst chronisch schädigenden Chemikalien ist nur im Abzug erlaubt, wenn eine Überschreitung von MAK-, BAT- oder TRK-Werten nicht ausgeschlossen werden kann.

Mit krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden oder sonst chronischen Chemikalien darf nicht in leicht zerbrechlichen Gefäßen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 5 Litern gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, z.B. die Benutzung von Auffangwannen.

Beispiele: Acrylnitril, Iodmethan, Diazomethan, 2-Naphthylamin, Benzidin, Benzol, Arsen, Antimon, Cadmium, Cobalt, Nickel, Chrom(VI) und deren Verbindungen, Dichlormethan, Trichlormethan

R-Sätze: 39, 40, 45, 46, (47:entfallen), 48, 49, 60,61,62,63,64

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten! Bei Kontakt bereits mit sehr kleinen Chemikalienmengen besteht die Gefahr einer ernsten Gesundheitsschädigung, die erst nach einer langen Zeitspanne auftreten kann. Krebserzeugende, fortpflanzungsgefährdende, erbgutverändernde und sonst chronisch schädigende Chemikalien dürfen nicht in die Umwelt gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt vermeiden. Chemikalien nicht einatmen und nicht verschlucken. Mit krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden und sonst chronisch schädigenden Chemikalien nur im Abzug hantieren. Die Menge dieser Chemikalien am Arbeitsplatz ist so weit wie möglich zu begrenzen. Diese Chemikalien sind in geeigneten, dicht verschließbaren und gekennzeichneten Behältern zu lagern, aufzubewahren und zu transportieren.

Labor Kittel, Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Mit krebserzeugenden, fortpflanzungsgefährdenden, erbgutverändernden oder sonst chronischen Chemikalien darf nicht in leicht zerbrechlichen Gefäßen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 5 Litern gearbeitet werden. Ausnahmen sind nur zulässig, wenn besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden, z.B. die Benutzung von Auffangwannen.

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 Dezernat S erforderlich.

7.10.1. KREBSERZEUGENDE GEFAHRSTOFFE

Krebserzeugende Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen, die krebserzeugend sind, sowie Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung krebserzeugende

Stoffe entstehen oder freigesetzt werden können. Gefahrstoffe sind krebserzeugend, wenn sie mit den Hinweisen auf besondere Gefahren R45 oder R49 gekennzeichnet sind oder aufgrund sonstiger Erkenntnisse des Arbeitgebers als krebserzeugend einzustufen sind. Zubereitungen sind als krebserzeugend anzusehen, sofern der Massengehalt an einem krebserzeugenden Stoff gleich oder größer als 0,1 % beträgt, soweit nicht andere stoffspezifische Konzentrationsgrenzen festgelegt sind. Diese Angaben sind in der folgenden Tabelle in (...) dem Stoffnamen nachgefügt. Krebserzeugende Gefahrstoffe sind insbesondere in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe TRGS 905 aufgeführt.

Krebserzeugende Stoffe werden nach Anhang I der GefStoffV in drei Kategorien eingestuft:

- Kategorie 1 (K1): Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken
- Kategorie 2 (K2): Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, daß die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann. Diese Annahme beruht im allgemeinen auf geeigneten Langzeit-Tierversuchen sowie sonstigen relevanten Informationen.
- Kategorie 3 (K3): Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlaß zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um den Stoff in die Kategorie 2 einzustufen.

Beschäftigte dürfen den nachfolgend genannten krebserzeugenden Gefahrstoffen nicht ausgesetzt sein (die mit einem * gekennzeichneten Stoffe stehen im Verdacht, Krebs zu erzeugen, Kategorie 3):

- Acetaldehyd *
- Acetamid *
- Acrylamid
- Acrylnitril
- Alachlor *
- Aldrin *
- 5-Allyl-1,3-benzodioxol
- 1-Allyloxy-2,3-epoxypropan
- 4-Aminoazobenzol
- o-Aminoazotoluol (0,01)
- 4-Aminobiphenyl und seinen Salzen (0,01)
- 6-Amino-2-ethoxynaphthalin (0,01)
- 3-Amino-9-ethylcarbazol *
- 4-Amino-3-fluorphenol
- 2-Amino-4-nitrotoluol
- Amitrol *
- Ammoniumdichromat
- Anabolika *
- Androgene Steroide *
- Anilin und seinen Salze *
- o-Anisidin s. 2-Methoxyanilin
- Antimontrioxid *
- Antu s. 1-(1-Naphthyl)-2-thioharnstoff *
- Aromatenextrakte aus Erdöldestillat
- Arsenige Säure
- Arsenpentoxid
- Arsensäure und ihren Salzen
- Arsentrioxid
- Arzneimittel, krebserzeugende
- Asbest
- Atrazin *

- Auramin und seinen Salzen *; die Herstellung von Auramin
- Aziridin s. Ethylenimin
- Azobenzol
- Azofarbstoffe
- Azofarbstoffe auf 3,3'-Dimethoxybenzidin-Basis
- Azofarbstoffe auf o-Tolidin-Basis
- Benomyl *
- Benzalchlorid s. alpha,alpha-Dichlortoluol
- Benzidin und seinen Salzen (0,01)
- Benzo[a]acephenanthrylen
- Benzo[a]anthracen
- Benzo[d,e,f]chrysen s. Benzo[a]pyren
- Benzo[b]fluoranthen s. Benzo[e]acephenanthrylen
- Benzo[j]fluoranthen
- Benzo[k]fluoranthen
- Benzol
- Benzo[a]pyren (0,005)
- Benzo[e]pyren
- Benzylviolet 4B *
- Beryllium und seinen Verbindungen, ausgenommen Beryllium-Tonerdsilikate
- 2,2'-Bioxiran
- Biphenyle, polychlorierte *
- Biphenyl-2-ylamin *
- Bis(2-chlorethyl)sulfid
- Bis(chlormethyl)ether (0,0005)
- 1,3-Bis(2,3-epoxypropoxy)benzol s. Diglycidylresorcinether
- Bis(pentabromphenyl)-ether *
- 4,4'-Bi-o-toluidin (siehe 3,3'-Dimethylbenzidin)
- Bitumen *
- Bleiacetat, basisch $Pb\ Ac_2\ (OH)_2$ *
- Bleichromat *
- Bleichromatmolybdatsulfatrot (Farbstoff C.I. 77605) *
- Bleichromatgelb (Farbstoff C.I. 77603) *
- Bleihydrogenarsenat
- Bleisulfochromatgelb *
- Braunkohlenteer
- Bromethan *
- Bromethylen
- Brommethan
- Buchenholzstaub
- 1,3-Butadien
- Butan
- Butan, iso-Butan (mit jeweils größer gleich 0,1 % Butadien)
- 1,4-Butansulton *
- 2,4-Butansulton (0,01)
- (trans-) 2-Butenal s. Crotonaldehyd *
- 1-tert-Butoxy-2,3-epoxypropan *
- Cadmium und seine Verbindungen (bioverfügbar, in Form atembarer Stäube/Aerosole)
- Cadmiumchlorid in atembarer Form (0,01)
- Cadmiumcyanid *
- Cadmiumfluorid
- Cadmiumformiat *
- Cadmiumhexafluorosilikat *
- Cadmiumiodid *
- Cadmiumoxid
- Cadmiumsulfat
- Cadmiumsulfid *
- Calciumchromat

- Camphechlor *
- Captafol
- Captan *
- Carbadox
- Carbaryl *
- 4,4'-Carbonimidoylbis(N,N-dimethylanilin) einschließlich Salzen und Herstellung
- Chloracetaldehyd *
- 2-Chlorallyldiethyldithiocarbamat s. Sulfallat
- p-Chloranilin
- 4-Chlorbenzotrithlorid
- Chlordecon *
- Chlordimeform *
- Chlordimeformhydrochlorid *
- 1-Chlor-2,3-epoxypropan s. Epichlorhydrin
- Chlorethan *
- Chlorfluormethan (R31)
- N-Chlorformylmorpholin *
- Chlormethan *
- Chlormethyl-methylether (0,01)
- 3-Chlor-2-methylpropen *
- 1-Chlor-4-nitrobenzol *
- 1-Chlor-2-nitrobenzol *
- Chloroform s. Trichlormethan
- Chlorothalonil *
- Chlorparaffine (C₁₀-C₃₀, auch mehrfach chloriert) *
- 3-(4-Chlorphenyl)-1,1-dimethyluroniumtrichloracetat *
- 4-Chlor-o-toluidin (0,01)
- 5-Chlor-o-toluidin *
- alpha-Chlortoluol und seine Gemische mit alpha,alpha-Dichlortoluol, alpha,alpha,alpha-Trichlortoluol und Benzoylchlorid *
- N'-(4-chlor-o-tolyl)-N,N-dimethylformamidin Monohydrochlorid *
- Chrom(VI)-oxid
- Chrom(VI)-verbindungen (in Form von Stäuben/Aerosolen)
- Chromcarbonyl *
- Chrom(III)-chromat
- Chromoxychlorid
- Chrysen
- C.I. Basic Red 9
- C.I. Basic Violet 3 (Kristallviolett) *
- C.I. Direct Blue 218 *
- C.I. Disperse Blue 1 *
- Cobalt und Cobaltverbindungen * (bioverfügbar, in Form atembarener Stäube/Aerosole)
- Cobalt(II)-chlorid
- Cobalt(II)-sulfat
- Crotonaldehyd *
- N-Cyclohexyl-N-methoxy-2,5-dimethyl-3-furamid *
- Daminozid *
- DDT *
- Diallat *
- 2,4-Diaminoanisol
- 3,3'-Diaminobenzidin * und seinen Salze
- 4,4'-Diaminobiphenyl s. Benzidin
- 4,4'-Diaminodiphenylmethan
- 4,4'-Diaminodiphenylsulfid
- Diaminotoluol
- Diaminozid *
- o-Dianisidin s. 3,3'-Dimethoxybenzidin
- Diazomethan

- Dibenz[a,h]anthracen
- Dibenzo[a,e]pyren
- Dibenzo[a,h]pyren
- Dibenzo[a,i]pyren
- Dibenzo[a,l]pyren
- 1,2-Dibrom-3-chlorpropan
- 1,2-Dibromethan
- 1,2-Dibrompropan-1-ol
- 1,2-Dichloracetylen *
- 3,3'-Dichlorbenzidin und seinen Salzen
- 1,4-Dichlor-2-buten (0,01)
- 2,2'-Dichlordiethylether *
- 2,2'-Dichlordiethylsulfid (0,01)
- 1,2-Dichlorethan
- 1,1-Dichlorethen
- Dichlormethan *
- 1,2-Dichlormethoxyethan *
- 2,2'-Dichlor-4,4'-methylendianilin und seinen Salzen
- 2,4-Dichlorphenyl-4-nitrophenylether s. nitrofen
- 1,2-Dichlorpropan *
- 1,3-Dichlor-2-propanol
- 1,3-Dichlorpropen (cis- und trans-)
- alpha,alpha-Dichlortoluol *
- 2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan (R 123) *
- Dieldrin *
- 1,2,3,4-Diepoxybutan
- Dieselmotoremissionen
- Diethylcarbaminsäurechlorid *
- Diethylsulfat
- 1,1-Difluorethen (R 1132a) *
- Diglycidylether *
- Diglycidylresorcinether (= Resorcinoldiglycidylether)
- 4-[4-(1,3-Dihydroxyprop-2-yl)phenylamino]-1,8-dihydroxy-5-nitroanthrachinon *
- 3,3'-Dimethoxybenzidin und seinen Salzen (0,05)
- N,N-Dimethylanilin *
- 2,4-Dimethylanilin *
- 2,6-Dimethylanilin *
- 3,3'-Dimethylbenzidin und seine Salze
- Dimethylcarbaminsäurechlorid (=Dimethylcarbamoylechlorid) (0,0005)
- 3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan
- 1,1-Dimethylhydrazin
- 1,2-Dimethylhydrazin (0,01)
- Dimethylhydrogenphosphit *
- Dimethylnitrosamin
- Dimethylsulfamoylechlorid
- Dimethylsulfat
- Dinitronaphthaline, alle Isomeren *
- Dinitrotoluole, alle Isomeren
- 1,4-Dioxan *
- Diuron *
- Dodecachlorpentacyclo[5.2.1.0^{2,6}.0^{3,9}.0^{5,8}]decan *
- Eichenholzstaub
- Epichlorhydrin s. 1-Chlor-2,3-epoxypropan
- 1,2-Epoxybutan
- 1-Epoxyethyl-3,4-epoxycyclohexan s. 4-Vinyl-1,2-cyclohexen-diepoxid
- 1,2-Epoxypropan s. Propylenoxid
- 2,3-Epoxy-1-propanol
- 1,2-Epoxy-3-phenoxypropan

- 1,2-Epoxy-3-(tolyloxy)-propan *
- Erionit
- Estrogene Steroide *
- 5-Ethoxy-3-trichlormethyl-1,2,4-thiadiazol *
- Ethylcarbammat (= Urethan)
- Ethylenimin
- Ethylenoxid
- Ethylenthioharnstoff (ETU) *
- Extrakte (Erdöl), leichte naphthenhaltige Destillat-Lösungsmittel
- Extrakte (Erdöl), leichte paraffinhaltige Destillat-Lösungsmittel
- Extrakte (Erdöl), leichtes Vakuum-Gasöl-Lösungsmittel
- Extrakte (Erdöl), schwere naphthenhaltige Destillat-Lösungsmittel
- Extrakte (Erdöl), schwere paraffinhaltige Destillat-Lösungsmittel
- Formaldehyd *
- 2-Furaldehyd *
- Furan *
- Gestagene Steroide *
- Glycidyltrimethylammoniumchlorid (GMAC)
- Heptachlor *
- Heptachlorepoxyd *
- Hexachlorbenzol
- 1,1,2,3,4,4-Hexachlor-1,3-butadien *
- 1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexane (HCH) *
- Hexamethylphosphorsäuretriamid (0,0005)
- Holzstaub, atembar *
- Hydrazin und seinen Salzen einschließlich Hydraten
- Hydrazinbis(3-carboxy-4-hydroxybenzolsulfonat)
- Hydrazobenzol
- Hydrochinon; 1,4-Dihydroxybenzol *
- 4,4'-(4-Iminocyclohexa-2,5-dienylidenmethylene)-dianilin Hydrochlorid
- Indenol[1,2,3-c,d]pyren
- Iodmethan *
- Isobutan mit mehr als 0,1 % Butadien
- Isoproturon
- 3-(4-Isopropylphenyl)-1,1-dimethylharnstoff (= Isoproturon) *
- Kaliumbromat
- Kaliumchromat
- Kaliumdichromat
- Kaliumpentachlorphenolat *
- Kohlenwasserstoffe C 26-55, aromatenreich
- p-Kresidin (0,01)
- Kristallviolett * siehe C.I. Basic Violet 3
- Kühlschmierstoffe, Nitrit enthaltend (s. auch N-Nitrosamine)*
- Linuron * (= 3-(3,4-Dichlorphenyl)-1-methoxy-1-methylharnstoff)
- 2-Methoxyanilin
- 2-Methoxy-5-methylanilin
- Methylacrylamidoglycolat mit > 0,1 % Acrylamid
- Methylacrylamidomethoxyacetat mit >0,1 % Acrylamid
- 2-Methylaziridin s. Propylenimin
- (Methyl-ONN-azoxy)-methylacetat
- Methylazoxymethylacetat
- N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin (0,01)
- Methylchlorid s. Chlormethan
- 4,4'-Methylen-bis(2-chloranilin) s. 2,2-Dichlor-4,4'-methylen-dianilin
- 4,4'-Methylen-bis(2-ethylanilin) *
- 4,4'-Methylen-bis(N,N-dimethylanilin)
- Methylenchlorid s. Dichlormethan
- 4,4'-Methylen-di-o-toluidin

- Methyljodid s. Iodmethan
 - 1-Methyl-3-nitro-1-nitrosoguanidin
 - 4-Methyl-m-phenylendiamin
 - 2-Methyl-m-phenylendiisocyanat *
 - 4-Methyl-m-phenylendiisocyanat *
 - MICHLERS Keton *
 - Mineralfasern, künstliche * und keramische
 - Mineralwolle *
 - Monuron * (=3-(4-Chlorphenyl)-1,1-dimethylharnstoff)
 - Morpholin-4-carbonylchlorid *
 - Naphthalin *
 - 2-Naphthylamin und seinen Salze (0,01)
 - 1,5-Naphthylendiamin *
 - N-2-Naphthylanilin *
 - 1-(1-Naphthyl)-2-thioharnstoff *
 - Natriumdichromat (auch als Dihydrat)
 - Natriumchromat (auch als Dihydrat)
 - Natriumpentachlorphenolat *
 - Nickel *
 - Nickelmatte, Rösten oder elektrolytische Raffination
 - Nickel(II)-carbonat *
 - Nickel(II)-hydroxid *
 - Nickel(II)-oxid
 - Nickel(III)-oxid *
 - Nickel(IV)-oxid
 - Nickel(II)-sulfat *
 - Nickel(II)-sulfid
 - Nickel(III)-sulfid
 - Nickeltetracarbonyl
 - 5-Nitroacenaphthen
 - 2-Nitro-4-aminophenol *
 - 2-Nitroanisol
 - Nitrobenzol *
 - 4-Nitrodiphenyl (0,01)
 - Nitrofen
 - 1-Nitronaphthalin *
 - 2-Nitronaphthalin
 - 2-Nitro-p-phenylendiamin *
 - 2-Nitropropan
 - Nitropyrene (Mono-, Di-, Tri-, Tetra-, alle Isomere) *
 - N-Nitrosaminverbindungen
 - N-Nitrosodiethanolamin (0,0005)
 - N-Nitrosodiethylamin (0,0001)
 - N-Nitrosodimethylamin (0,0001)
 - N-Nitrosodi-n-butylamin (0,0001)
 - N-Nitrosodiisopropylamin (0,0005)
 - N-Nitrosodi-n-propylamin (0,0001)
 - N-Nitrosoethylphenylamin (0,0001)
 - 2,2'-(Nitrosoimino)bisethanol
 - N-Nitrosomethylamin
 - N-Nitrosomethylethylamin (0,0001)
 - N-Nitrosomethylphenylamin (0,0001)
 - N-Nitrosomorpholin (0,0001)
 - N-Nitrosopiperidin (0,0001)
 - N-Nitrosopyrrolidin (0,0005)
- ausgenommen alle N-Nitrosamine, deren Überprüfung keine Hinweise auf krebserzeugende Wirkung ergeben hat, insbesondere Dinitrosopentamethylenetetramin

- N-Nitroso-n-butyl-tert-butylamin
- N-Nitrosodiallylamin
- N-Nitrosodibenzylamin
- N-Nitrosodicyclohexylamin
- N-Nitrosoethyl-tert-butylamin
- N-Nitroso-N-methyl-3-aminopyridin
- N-Nitroso-N-methyl-4-aminopyridin
- N-Nitrosomethyl-tert-butylamin
- N-Nitrosoprolin
- 2-Nitrotoluol
- Olaquinox *
- 4,4'-Oxidianilin
- Oxiran s. Ethylenoxid
- Passivrauchen am Arbeitsplatz *
- Pentachlorethan *
- Pentachlorphenol (PCP) und seine Salze *
- Perchlorethylen s. Tetrachlorethen
- o-Phenylendiamin
- o-Phenylendiamin Hydrochlorid und Dihydrochlorid *
- Phenylhydrazin und Phenylhydrazin Hydrochlorid*
- N-Phenyl-2-naphthylamin *
- 3-Propanolid siehe 1,3-Propiolacton
- 1,3-Propansulton (0,01)
- Propazin *
- 1,3-Propiolacton (=3-Propanolid)
- Propylenimin
- Propylenoxid
- Propylenthioharnstoff *
- Pyrolyseprodukte aus organischem Material (Es ist zulässig, als Bezugssubstanz für Pyrolyseprodukte mit krebserzeugenden polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen den Stoff Benzo[a]-pyren zu wählen.)
- Schwefelkohlenstoff *
- Simazin *
- Steinkohlenteer R04, KP>70
- Steinkohlenteerpech
- Steinkohlenteeröl
- Strontiumchromat
- Styroloxid
- Sulfallat
- 1,4,5,8-Tetraaminoanthrachinon
- 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD) (0,0000002)
- Tetrachlorethen *
- Tetrachlorisophthalonitril * s. Chlorothalonil
- 1,1,2,2-Tetrachlorethan *
- Tetrachlorkohlenstoff s. Tetrachlormethan
- Tetrachlormethan *
- Tetranitromethan (0,01)
- Thioacetamid (TAA)
- 4,4'-Thiodianilin
- Thioharnstoff *
- Thiophanat-methyl *
- Thiram * (= Bis(dimethylthiocarbamoyl)disulfid)
- o-Tolidin s. 3,3'-Dimethylbenzidin
- 4-Toluidin *
- 2-Toluidin
- Toluol-2,4-diammoniumsulfat
- 2,4-Toluylendiamin (= 4-Methyl-m-phenylendiamin)
- 2,6-Toluylendiamin * (= 2-Methyl-m-phenylendiamin)

- 4-o-Tolylazo-o-toluidin (= 4-Amino-2',3-dimethylazobenzol = Echtgranat-GBC-Base)
- 1,2,4-Triazol-3-ylamin * s. Amitrol
- Tribrommethan *
- 2,3,4-Trichlor-1-buten
- Trichlordiphenyl *
- 1,1,2-Trichlorethan
- Trichlorethen *
- Trichlormethan *
- N-(Trichlormethylthio)-phthalimid *
- 2,4,6-Trichlorphenol *
- 1,2,3-Trichlorpropan (0,01)
- alpha.alpha.alpha-Trichlortoluol (0,01)
- 2,4,5-Trimethylanilin
- 3,5,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on *
- Trimethylphosphat *
- 2,4,7-Trinitrofluorenon *
- 2,4,6-Trinitrotoluol und Isomere *
- Tris(2-chlorethyl)-phosphat *
- Urethan s. Ethylcarbammat
- Vinylacetat *
- Vinylchlorid
- 4-Vinyl-1,2-cyclohexendieoxid
- N-Vinyl-2-pyrrolidon *
- 2,4-Xylidin s. 2,4-Dimethylanilin
- 2,6-Xylidin s. 2,6-Dimethylanilin
- Zinkchromate

Das Expositionsverbot gilt nicht für Abbruch- und Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten an bestehenden Anlagen, Fahrzeugen, Gebäuden, Einrichtungen oder Geräten, die diese Gefahrstoffe enthalten, soweit die Exposition nach dem Stand der Technik nicht zu vermeiden ist, sowie für die besonders gefährlichen krebserzeugenden Nitrosamine, die nach dem Stand der Technik unvermeidbar entstehen. Bei Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten müssen beim Austausch die besonders gefährlichen krebserzeugenden Gefahrstoffe nach dem Stand der Technik durch Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko ersetzt werden. Diese Arbeiten sind von sachkundigen Fachfirmen auszuführen.

Wird die Auslöseschwelle für krebserzeugende Gefahrstoffe überschritten, dürfen Personen nicht beschäftigt werden.

Der Arbeitgeber hat vor dem Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen zur umfassenden Bewertung aller Gefahren für jede Tätigkeit, bei der eine Exposition gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen auftreten kann, Art, Ausmaß und Dauer der Exposition zu ermitteln. Diese Bewertung muß in regelmäßigen Abständen und bei jeder Änderung der Bedingungen, die sich auf die Exposition der Beschäftigten gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen auswirken können, erneut vorgenommen werden. Krebserzeugende Gefahrstoffe müssen, soweit dies zumutbar und nach dem Stand der Technik möglich ist, durch Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko ersetzt werden, auch wenn dies mit einer Änderung des Herstellungs- oder Verwendungsverfahrens verbunden ist. Das Herstellungs- und Verwendungsverfahren muß, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist, geändert werden, wenn dadurch auf die Verwendung des krebserzeugenden Gefahrstoffes verzichtet oder das Auftreten des krebserzeugenden Gefahrstoffes am Arbeitsplatz verhindert werden kann.

Expositionsverbote gelten insbesondere für:

- 4-Aminobiphenyl und seine Salze
- 6-Amino-2-ethoxynaphthalin
- Asbest

- Benzidin und seine Salze
- Bis(chlormethyl)ether
- Cadmiumchlorid (in atembaren Form)
- Chlormethylmethylether
- Dimethylcarbamoylchlorid
- Hexamethylphosphorsäuretriamid
- 2-Naphthylamin und seine Salze
- 4-Nitrobiphenyl
- N-Nitrosaminverbindungen
- 1,3-Propansulton
- Tetranitromethan
- 1,2,3-Trichlorpropan

Ist eine Substitution nicht möglich, müssen zur Vermeidung der Exposition der Beschäftigten beim Umgang mit diesen Stoffen die folgenden besonderen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln eingehalten werden; beim Umgang mit krebserzeugenden oder erbgutverändernden Stoffen der Kategorien 1 und 2 sind diese Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln in zumutbarer Weise anzuwenden.

- 1.) Krebserzeugende Gefahrstoffe sind in geschlossenen Anlagen herzustellen oder zu verwenden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Beschäftigte dürfen krebserzeugenden Gefahrstoffen nur ausgesetzt werden, wenn dies nach dem Stand der Technik unvermeidbar ist. Am Ende der Reaktion oder des Arbeitsvorganges dürfen krebserzeugende Gefahrstoffe als Verunreinigung oder Beimischung im isolierten End- oder Zwischenprodukt nur in einer Konzentration vorhanden sein, die nach dem Stand der Technik unvermeidbar ist.
- 2.) Die in der obigen Tabelle aufgeführten besonders gefährlichen krebserzeugenden Gefahrstoffe dürfen nur in geschlossenen Anlagen hergestellt oder verwendet werden.
- 3.) Ist eine Exposition gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen unvermeidbar, so hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, daß die Technische Richtkonzentration (TRK, siehe Kapitel 6.8.5.) unterschritten wird.
- 4.) Für den Umgang mit diesen Stoffen ist ein besonders abgegrenzter und gekennzeichnete Raum oder Bereich einzurichten, zu dem nur berechtigte Personen Zugang haben. Es wird empfohlen, diese Personen schriftlich zu benennen. Nur fachkundige Personen, die zudem besonders unterwiesen sein müssen, dürfen mit diesen Stoffen umgehen.
- 5.) Der Umgang mit diesen Gefahrstoffen hat in Einrichtungen (z.B. Abzügen) zu erfolgen, die dem Stand der Technik entsprechen und bestimmungsgemäß bedient werden (z.B. Geschlossenhalten der Frontschieber in Abzügen).
- 6.) Maßnahmen zur Dekontamination und gefahrlosen Beseitigung sind vor der Versuchsdurchführung festzulegen und die dafür notwendigen Hilfsmittel in ausreichender Menge und schnell erreichbar bereitzustellen.
- 7.) Stoffe sind in verwendungsbereiter und nicht staubender Form einzusetzen. Aerosolfreisetzung ist zu vermeiden.
- 8.) Stoffmengen sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen.
- 9.) Geräte, Apparaturen und Behälter sind in leicht zu reinigende Auffangschalen zu stellen.
- 10.) Im Abzug dürfen nur die unmittelbar benötigten Arbeitsmittel und Stoffe bereitgestellt werden.
- 11.) Wenn eine Kontamination der Hände nicht auszuschließen ist, sind ausreichend undurchlässige und beständige Schutzhandschuhe zu tragen. Kontaminierte Handschuhe sind im Abzug aufzubewahren und unverzüglich nach Versuchsdurchführung zu entsorgen.
- 12.) Alle Arbeitsgänge - Reaktionsansatz, Reaktionsdurchführung und Aufarbeitung - sind so zu planen und durchzuführen, daß ein offener Umgang vermieden wird (z.B. Verwendung von geschlossenen Apparaturen, Spritzen, Septen, Vakuumfritten).
- 13.) Die Dekontamination der Laborgeräte ist im Abzug durchzuführen. Der Abzug ist nach Beendigung der Tätigkeit zu reinigen, Kontaminationen sind mit einem geeigneten Reagens zu beseitigen.
- 14.) Arbeitsbereiche, in denen mit krebserzeugenden Gefahrstoffen umgegangen wird, sind durch geeignete Warn- und Sicherheitszeichen sowie mit dem Zeichen "Essen, Trinken und Rauchen verboten" zu kennzeichnen.
- 15.) Krebserzeugende Gefahrstoffe sind in geeigneten, dicht verschließbaren und gekennzeichneten

Behältern zu lagern, aufzubewahren und zu transportieren.

Reststoffe und Abfälle, die krebserzeugende Gefahrstoffe enthalten, sind in geeigneten, sicher verschließbaren und gekennzeichneten Behältnissen ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu sammeln, zu lagern und zu entsorgen. Im Falle von Buchen- oder Eichenholzstaub ist eine Kennzeichnung nicht notwendig. Die Behältnisse für Abfälle, die krebserzeugende Gefahrstoffe enthalten, sind mindestens entsprechend Kapitel 6.2 und 6.3. zu kennzeichnen. Bei der Einstufung der Abfälle hinsichtlich der krebserzeugenden Eigenschaften ist von der höchsten zu erwartenden Gefahr auszugehen.

Für Notfälle, bei denen Beschäftigte ungewöhnlich hohen Konzentrationen an krebserzeugenden Gefahrstoffen ausgesetzt sein können, sind geeignete Vorkehrungen zu treffen.

In Arbeitsbereiche, in denen mit krebserzeugenden Gefahrstoffen umgegangen wird, darf abgesaugte Luft nicht zurückgeführt werden. Eine Ausnahme ist nur zulässig, wenn die Luft sicher von krebserzeugenden Gefahrstoffen gereinigt ist. Für die in der obigen Tabelle aufgeführten besonders gefährlichen krebserzeugenden Gefahrstoffe (gekennzeichnet durch eine in Klammer gesetzte Zahl hinter dem Chemikaliennamen) ist eine Ausnahme nicht möglich.

Luft, die krebserzeugende Gefahrstoffe enthält, darf nicht in die Atemluft anderer Beschäftigter gelangen können.

Beachten Sie auch die Vorschriften der SEVESO-II-Richtlinie (vgl. Kapitel 6.7.2.)

Anzeige des Umganges mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

Werden krebserzeugende Gefahrstoffe regelmäßig wiederkehrend benutzt (z.B. in Praktika, mehrfache Säulenchromatographie) sind für diese Benutzung in einer **Anzeige** folgende Angaben schriftlich niederzulegen, ständig zu aktualisieren und den zuständigen Behörden (z.B. Landesunfallkasse LUK, Bezirksregierung Braunschweig) auf Verlangen vorzulegen:

- Bezeichnung des krebserzeugenden Gefahrstoffes,
- Beschreibung des Herstellungsverfahrens (z.B. Synthesevorschrift), in dem der krebserzeugende Gefahrstoff vorkommt, entstehen oder freigesetzt werden kann sowie die Verwendung eines krebserzeugenden Gefahrstoffes (z.B. für Chromatographie, zum Umkristallisieren) einschließlich der durchzuführenden Tätigkeiten, des Verwendungszweckes, der Verwendungsart sowie der vorgesehenen Funktion des Gefahrstoffes,
- Eigenschaften und Menge des krebserzeugenden Gefahrstoffes,
- die getroffenen Schutzmaßnahmen und, falls vorgesehen, Art und Qualität der zu verwendenden Schutzausrüstung,
- das Ergebnis der Ersatzstoffprüfung und begründende Angaben, warum
 - a) keine Substitution möglich ist und
 - b) das Auftreten des Gefahrstoffes am Arbeitsplatz nicht zu vermeiden ist.
- die Zahl der Beschäftigten, die mit dem Gefahrstoff umgehen,
- Art und Ausmaß der Exposition durch den Gefahrstoff, insbesondere Meßergebnisse, soweit sie vorliegen.
- Die Anzeige ist vom Arbeitgeber zu unterschreiben.

Der Arbeitgeber hat den betroffenen Beschäftigten, dem Personalrat und dem Dezernat S Kopien der Anzeige zur Kenntnis zu geben.

Die Bestimmungen dieses Absatzes (Anzeige des Umganges mit krebserzeugenden Gefahrstoffen) gelten nicht, wenn krebserzeugende Gefahrstoffe

- a) zum Zwecke der Überprüfung ihrer Eigenschaften oder ihrer Zusammensetzung oder
- b) als Vergleichssubstanz für analytische Untersuchungen verwendet werden.

Diese Bestimmungen gelten ebenfalls nicht für den Umgang mit Dieselmotoremissionen im Freien.

7.10.2. ERBUTVERÄNDERNDE STOFFE

Erbgutverändernde Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen, die erbgutverändernd sind, sowie Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung

erbgutverändernde Stoffe entstehen oder freigesetzt werden können. Gefahrstoffe sind erbgutverändernd, wenn sie mit dem Hinweis auf besondere Gefahren R46 gekennzeichnet sind oder aufgrund sonstiger Erkenntnisse des Arbeitgebers als erbgutverändernd einzustufen sind. Zubereitungen sind als erbgutverändernd anzusehen, sofern der Massengehalt an einem erbgutverändernden Stoff gleich oder größer als 0,1 % ist, soweit nicht andere stoffspezifische Konzentrationsgrenzen festgelegt sind.

Für den Umgang mit erbgutverändernden Gefahrstoffen gelten die gleichen Vorschriften wie für den Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen (vgl. Kapitel 7.10.1.; beachten Sie auch die Anzeigepflicht!).

Erbgutverändernde Stoffe werden nach Anhang I der GefStoffV in drei Kategorien eingestuft:

Kategorie 1 (M1): Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen erbgutverändernd wirken.

Kategorie 2 (M2): Stoffe, die als erbgutverändernd für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, daß die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff zu vererbbaaren Schäden führen kann. Diese Annahme beruht im allgemeinen auf geeigneten Langzeit-Tierversuchen sowie sonstigen relevanten Informationen.

Kategorie 3 (M3): Stoffe, die wegen möglicher erbgutverändernder Wirkung beim Menschen Anlaß zur Besorgnis geben. Aus geeigneten Mutagenitätsversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um den Stoff in die Kategorie 2 einzustufen.

Erbgutverändernde Stoffe sind (die mit einem * gekennzeichneten Stoffe stehen im Verdacht, erbgutverändernd zu sein, Kategorie 3):

- Acrylamid
- 5-Allyl-1,3-benzodioxol
- 1-Allyloxy-2,3-epoxypropan *
- 2-Aminophenol *
- 4-Aminophenol *
- Ammoniumdichromat
- Atrazin *
- Aziridin s. Ethylenimin
- Azobenzol *
- Benomyl *
- Benzol *
- Benzo[a]pyren
- 2,2'-Bioxiran
- Bis(dimethylthiocarbamoyl)-disulfid s. Thiram
- Brommethan *
- 1-n-Butoxy-2,3-epoxypropan
- 1-tert-Butoxy-2,3-epoxypropan *
- Cadmiumchlorid
- Cadmiumfluorid
- carbendazim *
- 4,4'-Carbonimidoylbis(N,N-dimethylanilin) und seine Salze *
- Chromylchlorid
- Chrysen *
- Cycloheximid *
- 2,3-Dichlorpropen *
- 1,2-Dibrom-3-chlorpropan
- 1-Chlor-4-nitrobenzol *
- 1,2-Dichlormethoxyethan *
- 1,2,3,4-Diepoxybutan
- Diethylsulfat

- Dimethylsulfat *
- 4,6-Dinitro-o-kresol *
- Dinitrotoluole, alle Isomeren *
- Diuron *
- Edifenphos *
- 2,3-Epoxy-1-propanol *
- 1,2-Epoxy-3-(tolyloxy)-propan *
- Ethidiumbromid
- Ethylen *
- Ethylenimin
- Ethylenoxid
- Fenthion *
- Glyoxal *
- Hexamethylphosphorsäuretriamid
- Hydrochinon; 1,4-Dihydroxybenzol *
- Kaliumchromat
- Kaliumdichromat
- Methylacrylamidomethoxyacetat mit >0,1 % Acrylamid
- Methylacrylamidoglycolat mit >0,1 % Acrylamid
- N-Methyl-bis(2-chlorethyl)amin
- N-Methylolchloracetamid *
- 2-Methyl-m-phenylendiamin *
- Monochrotophos *
- Natriumchromat *
- Natriumdichromat, auch als Dihydrat
- p-Nitrosophenol *
- 2-Nitrotoluol *
- Olaquinox
- o-Phenylendiamin Hydrochlorid und Dihydrochlorid *
- Phenylhydrazin und Phenylhydrazin Hydrochlorid*
- Phosphamidon *
- iso-Propylglycidylether *
- Pyrogallol *
- Thiophanat-methyl *
- Thiram *
- [(Tolyloxy)methyl]-oxiran, o-, m- und p-Isomere *
- 1,2,3-Trichlorpopan *
- Trifluoriodmethan *
- Triglycidylisocyanurat
- Trimethylphosphat
- di-Vanadiumpentoxid *
- 9-Vinylcarbazol *
- Ziram

7.10.3. FORTPFLANZUNGSGEFÄHRDENDE STOFFE

Fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Stoffe werden nach Anhang I der GefStoffV in drei Kategorien eingestuft:

Kategorie 1 (R_E1/R_F1): Stoffe, die beim Menschen die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) bekanntermaßen beeinträchtigen bzw. Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) wirken.

Kategorie 2 (R_E2/R_F2): Stoffe, die als beeinträchtigungsfördernd für die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen angesehen werden sollten bzw. Stoffe, die als fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, daß die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff zu einer Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit führen kann bzw. die Exposition einer schwangeren Frau gegenüber dem Stoff zu schädlichen Auswirkungen auf die Entwicklung der Nachkommenschaft führen kann. Diese Annahmen beruhen im allgemeinen auf eindeutigen Nachweisen aus Tierversuchen sowie sonstigen relevanten Informationen.

Kategorie 3 (R_E3/R_F3): Stoffe, die wegen möglicher Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen zu Besorgnis Anlaß geben bzw. Stoffe, die wegen möglicher fruchtschädigender (entwicklungsschädigender) Wirkungen beim Menschen Anlaß zur Besorgnis geben. Diese Annahmen beruhen im allgemeinen auf Ergebnissen aus geeigneten Tierversuchen, deren Befunde jedoch für eine Einstufung die Kategorie 2 nicht ausreichen, sowie sonstigen relevanten Informationen.

Fortpflanzungsgefährdende Stoffe sind (die mit einem * gekennzeichneten Stoffe stehen im Verdacht, fortpflanzungsgefährdend zu sein, Kategorie 3):

- Anabolika
- Androgene Steroide
- Benzo[a]pyren
- Binapacryl
- Biphenyle, polychlorierte
- Bis(2-methoxyethyl)phthalat
- Blei und seine Verbindungen einschl. Blei-Metall bioverfügbar
- Bleichromatmolybdatsulfatrot, Farbstoff CI 77605
- Bleichromatgelb, Farbstoff CI 77603
- Bleihydrogenarsenat
- Bleisulfochromatgelb
- Blei-2,4,6-trinitro-m-phenylendioxid
- 2-Brom-2-chlor-1,1,1-trifluorethan
- Bromoxynil (= 3,5-Dibrom-4-hydroxybenzonnitril) *
- 2-Brompropan
- Cadmiumchlorid
- Cadmiumfluorid
- 2-Chloracetamid *
- 4-Chlorbenzotrithlorid
- 6-(2-Chlorethyl)-6-(2-methoxyethoxy)-2,5,7,10-tetraoxa-6-silaundecan
- 1-Chlor-2-nitrobenzol *
- Chlormethan
- 4-Cyan-2,6-diiodophenyloctanoat *
- Cycloheximid
- 1,2-Dibrom-3-chlorpropan
- 2,6-Dibrom-4-cyanphenyloctanoat *
- 2,3-Dibrompropan-1-ol
- 2,4-Dichlorphenyl-4-nitrophenylether s. nitrofen
- 1,2,3,4-Diepoxybutan *
- N,N-Dimethylformamid

- Dinoseb und seine Verbindungen
- Dinitrotoluole *
- Dinoterb und seine Salze und Ester
- Dodecachlorpentacyclo[5.2.1.0^{2,6}.0^{3,9}.0^{5,8}]decan *
- 2,3-Epoxy-1-propanol
- Estrogene Steroide
- 2-Ethoxyethanol
- 2-Ethoxyethylacetat
- Ethylenthioharnstoff
- Ethylenglycolmonomethylether s. 2-Methoxyethanol
- Ethylglycol s. 2-Ethoxyethanol
- Ethylglycolacetat s. 2-Ethoxyethylacetat
- 2-Ethylhexansäure *
- 2-Ethylhexyl-3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxyphenylmethylthioacetat
- Gestagene Steroide
- Glucocorticoide *
- n-Hexan *
- 2-Hexanon *
- (R)-4-Hydroxy-3-(3-oxo-1-phenylbutyl)-2-benzopyron
- (S)-4-Hydroxy-3-(3-oxo-1-phenylbutyl)-2-benzopyron
- Imidazolidin-2-thion s. Ethylenthioharnstoff
- Ioxynil * (= 4-Hydroxy-3,5-diiodbenzonitril)
- Kohlenmonoxid
- Kohlendisulfid s. Schwefelkohlenstoff
- 2-Methoxyethanol
- 2-(2-Methoxyethoxy)-ethanol *
- 2-Methoxyethylacetat
- (Methyl-ONN-azoxy)-methylacetat
- 2-Methoxy-1-propanol
- 2-Methoxy-1-propylacetat
- N-Methylacetamid
- Methylazoxymethylacetat
- Methylglycol s. 2-Methoxyethanol
- Methylglycolacetat s. 2-Methoxyethylacetat
- 6-(1-Methylpropyl)-2,4-dinitrophenol s. Dinoseb
- Methylquecksilber
- Myclobutanil *
- Nickeltetracarbonyl
- Nitrobenzol *
- Nitrofen
- 2-Nitrotoluol *
- Olaquinox *
- Schwefelkohlenstoff *
- 1,2,4-Triazol *
- 1,2,3-Trichlorpropan
- Tridemorph
- Triethylentetramin (Selbsteinstufung)
- Triglycidylisocyanurat *
- Tris(2-chlorethyl)-phosphat *
- di-Vanadiumpentoxid *
- Warfarin

Die bisher einzeln aufgezählten Bleisalze sind zusammengefaßt worden als "Blei und seine Verbindungen".

7.10.4. SONST CHRONISCH SCHÄDIGENDE STOFFE

In dieser Klasse werden die Stoffe zusammengefaßt, die zu chronischen Schäden führen können, aber nicht krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend sind. Beispiele für solche Stoffe liegen dem Dezernat S nicht vor.

7.11. SENSIBILISIERENDE GEFÄHRSTOFFE

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 das Dezernat S und der Betriebsarzt. Durch gezielte Frühdiagnostik und geeignete Maßnahmen kann die Entwicklung ausgeprägter, nicht mehr rückbildungsfähiger allergischer Krankheiten verhindert werden.

Das größte Problem stellt zur Zeit die Latexallergie dar, die von gepuderten Latex-Handschuhen ausgeht.

Sensibilisierende Gefahrstoffe sind Chemikalien, die je nach persönlicher Disposition unterschiedlich schnell und stark allergische Erscheinungen auslösen können. Die Stoffnennungen stammen aus der TRGS 907. Als sensibilisierend angegebene Stoffe, die aus anderen Datenquellen stammen, sind mit # gekennzeichnet. Von einer sensibilisierenden Wirkung ist auszugehen bei folgenden Verbindungsklassen bzw. Verbindungen mit folgenden Strukturelementen sowie folgenden gebräuchlichen Chemikalien:

aromatische Amine

Azo-Verbindungen

Acrylsäurederivate

Benzolsulfonate

Beryllium und seine Salze

2-Chloracetamid

4-Chloranilin

Chrom(VI)-Verbindungen

Cobalt und seine Salze

Cyanamid

Dicarbonsäureanhydride, z.B. Maleinsäureanhydrid, Phthalsäureanhydrid

Dicyclohexylcarbodiimid

Epoxide

Formaldehyd

Hydrazin und seine Salze

Hydrochinon und Derivate

Hydroxylamin und seine Salze

Isocyanate

Methacrylate

Nickel und seine Salze

Peroxide

Peroxodisulfate

Phenylendiamin-Verbindungen

Piperazin

Platin(IV)- und Platin(VI)-Verbindungen

Sulfanilsäure

Thiazol-Derivate

Triazin-Derivate

Trihydroxybenzol-Derivate

Als Stoffe werden genannt:

- Gemisch aus 2-Acryloyloxyethylhydrogencyclohexan-1,2-dicarboxylat und 2-Methacryloylhydrogencyclohexan-1,2-dicarboxylat
- Alachlor
- (C16 oder C18-n-Alkyl)(C16 oder C18-n-alkyl)-ammonium-2-((C16 oder C18n-alkyl)(C16 oder C18-n-alkyl)carbamoyl)-benzolsulfonat
- Gemisch aus C12-14-tert-Alkylammoniumdiphenylthiosphosphat und Dionylsulfid oder Dionyldisulfid
- C8-18-Alkylbis(2-hydroxyethyl)-ammoniumbis(2-ethylhexyl)-phosphat
- 1-Allyloxy-2,3-epoxypropan
- 7-Amino-3-((5-carboxymethyl-4-methyl-1,3-thiazol-2-ylthio)-methyl)-8-oxo-5-thia-1-azabicyclo[4.2.0]-oct-2-en-carbonsäure
- 5-Amino-4-chlor-2-phenylpyridazin-3-on
- p-Aminodiphenylamin (= N-Phenyl-p-phenylendiamin) #
- N-(2-(4-Amino-N-ethyl-m-toluidino)-ethyl)-methansulfonamidsesquisulfat
- 4-Amino-3-fluorphenol
- 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin
- (4-Aminophenyl)-N-methylmethylsulfonamid Hydrochlorid
- (4-Ammonio-m-tolyl)-ethyl-(2-hydroxyethyl)-ammoniumsulfat
- Ammoniumdichromat
- Ammoniumpersulfat #
- Ammoniumthioglycolat (=Mercaptoessigsäure Ammoniumsalz) #
- alpha-Amylase
- Amylasen mit Ausnahme namentlich bezeichneter
- Atrazin
- 3-Azapentan-1,5-diamin
- 3-Azidosulfonylbenzoesäure
- Azinphos-methyl
- C,C'-Azodi(formamid)
- Barban
- Bentazon
- Benzalkoniumchlorid (=N-Alkyl-N-benzyl-N,N-dimethylammoniumchlorid) #
- 1,2-Benzisothiazol-3(2H)-on
- Benzol-1,4-diamin Dihydrochlorid
- Benzol-1,2:4,5-tetracarbonsäuredianhydrid
- Benzol 1,2,4-tricarbonsäure-1,2-anhydrid
- Benzothiazol-2-thiol
- (Benzothiazol-2-ylthio)-bernsteinsäure
- (Benzothiazol-2-ylthio)-methylthiocyanat
- Gemisch aus alpha-3-(3-(2H-Benzotriazol-2-yl)-5-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionyl-w-hydroxypoly(oxyethylen) alpha-3-(3-(2H-Benzotriazol-2-yl)-5-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionyl-w-(3-(3-(2H-benzotriazol-2-yl)-5-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionyloxypoly(oxyethylen)
- 4H-3,1-Benzoxazin-2,4-(1H)-dion
- 3(oder 5)-4-(N-Benzyl-N-ethylamino)-2-methylphenylazo)-1,4-dimethyl-1,2,4-triazoliummethylsulfat
- Beryllium und Berylliumverbindungen, ausgenommen Beryllium-Tonerdesilikate
- 2-[[4-[[4,6-Bis[[3-(diethylamino)-propyl]amino]-1,3,5-triazin-2-yl]amino]phenyl]azo]-N-(2,3-dihydro-2-oxo-1H-benzimidazol-5-yl)-3-oxobutanamid
- 2,9-Bis(3-(diethylamino)-propylsulfamoyl)-chino-(2,3-b)-acridin-7,14-dion
- Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)-2,4,4-trimethylpentylphosphinoxid
- Bis(4-dodecylphenyl)-iodoniumhexafluoroantimonat
- 1,3-Bis(2,3-epoxypropoxy)-benzol
- 1,3-Bis(2,3-epoxypropoxy)-butan
- 1,3-Bis(2,3-epoxypropoxy)- 2,2-dimethylpropan
- 3-(Bis(2-ethylhexyl)-aminomethyl)-benzothiazol-(3H)-thion
- Bis(2-ethylhexyl)-dithioacetat
- N,N-Bis(2-ethylhexyl)-((1,2,4-triazol-1-yl)-methyl)-amin
- Bis(hydroxylammonium)-sulfat
- Bis(4-hydroxy-N-methylanilinium)-sulfat
- Bis(piperidinothiocarbonyl)-disulfid
- 3,5-Bis(tetradecyloxy-carbonyl)-benzolsulfinsäure

- Brombenzylbromtoluol Isomerengemisch
- Bromelain, Fruchtsaft-
- 1,3-Butandioldiacrylat
- 1,4-Butandioldiacrylat
- 2-Butanonoxim
- 1-Butoxy-2,3-epoxypropan
- n-Butylacrylat
- 2-tert-Butylaminoethylmethacrylat
- tert-Butyl-(5S,6R,7R)-3-brommethyl-5,8-dioxo-7-(2-phenylacetamido)-5-thia-1-azabicyclo[4.2.0]-oct-2-encarboxylat
- n-Butylmethacrylat
- Captafol
- Captan
- Cellobiohydrolase, Exo-
- Cellulase und Cellulasen
- Chinomethionat
- 2-Chloracetamid
- 4-Chloranilin
- 2-Chlor-4,5-difluorbenzoesäure
- 2-Chlor-10-(3-dimethylamino)-propyl)-phenothiazin (=Chlorpromazin) #
- 2-Chlor-N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(2-methoxyethyl)acetamid
- 1-Chlor-2,3-epoxypropan
- 2-Chlor-N-(ethoxymethyl)-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-acetamid
- O-(5-Chlor-1-isopropyl-1,2,4-triazol-3-yl)-O,O-diethylthiophosphat
- 5-Chlor-2-methyl-2,3-dihydroisothiazol-3-on und 2-Methyl-2,3-dihydrothiazol-3-on Gemisch im Verhältnis 3:1 #
- 4-Chlor-3-methylphenol
- 3-Chlor-2-methylpropan
- 2-(4-(3-(4-Chlorphenyl)-2-pyrazolin-1-yl)-phenylsulfonyl)-ethyl-dimethylammoniumformiat
- 4-(2-Chlor-4-trifluormethyl)-phenoxy-2-fluoranilin Hydrochlorid
- Chlorxylenol
- Chrom(VI)-verbindungen, insbesondere Chrom(VI)-oxid, Chromylchlorid, Chrom(VI)-chromat
- Chymotrypsin
- Citral
- Cobalt und seine Salze
- Cobalt(II)-chlorid
- Cobalt(II)-oxid
- Cobalt(II)-sulfat
- Cobalt(II)-sulfid
- Cyanamid
- 2'-(2-Cyan-4,6-dinitrophenylazo)-5'-(N,N-dipropylamino)-propionanilid
- 2-Cyan-N-[(ethylamino)-carbonyl]-2-methoxyimino)-acetamid
- N-(4-(3-(4-Cyanphenyl)-ureido)-3-hydroxyphenyl)-2,2,4-di-tert-pentylphenoxy)-octamid
- 1,2-Cyclohexandicarbonsäureanhydrid (=Hexahydrophthalsäureanhydrid)
- Cyclohexan-1,2-dicarbonsäureanhydrid, cis- und trans-Isomeres
- N-Cyclohexylbenzothiazol-2-sulfenamid
- Cycloocten-4-en-1-yl-methylcarbonat
- Diaminodiisocyanatozink
- 4,4'-Diaminodiphenylmethan
- Diaminohexan #
- Diaminopropan #
- Diammoniumhexachloroplatinat
- Diammoniumperoxodisulfat
- Diammoniumtetrachloroplatinat
- 3,6-Diazaoctan-1,8-diamin
- Di(benzothiazol-2-yl)-disulfid
- Dibenzoylperoxid
- 1,2-Dibrom-2,4-dicyanbutan

- Dibutylzinnhydrogenborat
- Dichlofluoranid
- 3,3'-Dichlorbenzidin und seine Salze
- 2-(4-(5,6- (oder 6,7) Dichlor-1,3-benzothiazol-2-ylazo)-N-methyl-m-toluidino)-ethylacetat
- 3,7-Dichlorchinolin-8-carbonsäure
- 3,5-Dichlor-2,4-difluorbenzoylfluorid
- Dichlor-N-[(dimethylamino)-sulfonyl]-fluor-N-(p-tolyl)-methansulfenamid
- 3,5-Dichlor-4'-ethyl-2'-hydroxypalmitanilid
- 1,3-Dichlor-5-ethyl-5-methylimidazolidin-2,4-dion
- (+)-R-2-(2,4-Dichlorphenoxy)-propionsäure
- 1,3-Dichlorpropen
- (Z)-1,3-Dichlorpropen
- 7-[(4,6-Dichlor-1,3,5-triazin-2-yl)-amino]-4-hydroxy-3-(4-((2-sulfoxy)-ethyl)-sulfonyl)-phenyl)-azo]-naphthalin-2-sulfonsäure
- Dicofol
- Dicyclohexylcarbodiimid
- Dicyclohexylmethan-4,4'-diisocyanat
- 2-Diethylaminoethylmethacrylat
- 2-(4-(Diethylaminopropylcarbamoyl)-phenylazo)-3-oxo-N-(2,3-dihydro-2-oxobenzimidazol-5-yl)-butyramid
- N,N-Diethyl-1,3-diaminopropan
- Diethylenglycoldiacrylat
- O,O-Diethylphthalimidothiophosphonat
- N5,N5-Diethyltoluol-2,5-diamin Monohydrochlorid
- 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuryl-[(dibutylamino)-thio]-methylcarbammat
- 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuryl-2,4-dimethyl-6-oxa-3-thiy-2,4-diazadecanoat
- 6,7-Dihydropyrido[1,2-a:2',1'-c]pyrazindiyliumdihydroxid
- 1,4-Dihydroxybenzol = Hydrochinon
- Gemisch aus 1,1'-((Dihydroxyphenylen)-bis(azo-3,1-phenylazo(1-(3-dimethylamino)-propyl)-1,2-dihydro-6-hydroxy-4-methyl-2-oxopyridin-5,3-diyl))-dipyridiniumchlorid Dihydrochlorid Isomeren-gemisch und 1-(1-(3-Dimethylaminopropyl)-5-(3-((4-(1-(3-dimethylaminopropyl)-1,6-dihydro-2-hydroxy-4-methyl-6-oxo-5-pyridino)-3-pyridylazo)-phenylazo)-2,4 (oder 2,6 oder 3,5)-(dihydroxyphenylazo)-phenylazo)-1,2-dihydro-6-hydroxy-4-methyl-2-oxo-3-pyridyl)-pyridiniumdichlorid
- 4-[4-(1,3-Dihydroxyprop-2-yl)-phenylamino]-1,8-dihydroxy-5-nitroanthrachinon
- Gemisch aus O,O'-Diisopropyl-(pentathio)-dithioformiat und O,O'-Diisopropyl-(tetrathio)-dithioformiat und O,O'-Diisopropyl-(trithio)-dithioformiat
- Dilithium-6-acetamido-4-hydroxy-3-(4-((2-sulfonatooxy)-ethyl-sulfonyl)-phenylazo)-naphthalin-2-sulfonat
- 4-Dimethylaminobenzoldiazonium-3-carboxy-4-hydroxybenzolsulfonat
- 2-Dimethylaminoethylmethacrylat
- N,N-Dimethyl-2-(3-(4-chlorphenyl)-4,5-dihydropyrazol-1-ylphenylsulfonyl)-ethylamin
- N,N-Dimethyl-1,3-diaminopropan
- 6-(2,3-Dimethylmaleimido)-hexylmethacrylat
- Dimethyl-(3-methyl-4-(5-nitro-3-ethoxycarbonyl-2-thienyl)-azo)-phenylnitrilodipropionat
- 3,7-Dimethyloctannitril
- 2,2-Dimethylpropandiol-1,3-diacrylat
- N,N'-(2,2-Dimethylpropyliden)-hexamethylendiamin
- Dinatrium-6-((4-chlor-6-(N-methyl)-2-toluidino)-1,3,5-triazin-2-alamino)-1-hydroxy-2-(4-methoxy-2-sulfonatophenyl-azo)-naphthalin-3-sulfonat
- Dinatrium-7-(4,6-dichlor-1,3,5-triazin-2-yl-amino)-4-hydroxy-3-(4-(2-(sulfonatoxy)-ethylsulfonyl)-phenylazo)-naphthalin-2-sulfonat
- Dinatrium-S,S'-hexan-1,6-diyl-(thiosulfat) Dihydrat
- Dipenten
- Diphenylmethandiisocyanat, Isomere und Homologe
- N,N-Diphenyl-p-phenylendiamin
- Diphenyl-4-(phenylthiophenyl)-sulfoniumhexafluorantimonat
- 2-Diphosphonomethyl)-bernsteinsäure
- Diquatdibromid

- Diquatdichlorid
- Disulfiram
- DNOC
- 6-Docosyloxy-1-hydroxy-4-(1-(4-hydroxy-3-methylphenanthren-1-yl)-3-oxo-2-oxaphenalen-1-yl)-naphthalin-2-carbonsäure
- Dodecyl-3-(2-(3-benzyl-4-ethoxy-2,5-dioximidazolidin-1-yl)-3-(4-methoxybenzoyl)-acetamido)-4-chlorbenzoat
- 1-Dodecyl-2-pyrrolidon
- Dodecyl-3,4,5-trihydroxybenzoat
- 1,2-Epoxy-3-phenoxypropan
- 2,3-Epoxypropylacrylat
- 2,3-Epoxypropylmethacrylat
- Esfenvalerat
- 2-Ethoxyethyl-2-(4-(2,6-dihydro-2,6-dioxo-7-phenyl-1,5-dioxaindacen-3-yl)-phenoxy)-acetat
- Ethylacrylat
- Ethyl-2-[4-[(6-chlorbenzoxazol-2-yl)-oxy]-phenoxy]-propionat
- 1-(2-Ethylcyclohexanonoxy)-2,3-epoxypropan
- Ethyl-trans-3-dimethylaminoacrylat
- N,N'-Ethylenbis(vinylsulfonylacetamid)
- Ethylendiamin
- Ethylendimethacrylat
- 2-Ethylhexylacrylat
- 2-Ethylhexyl-[[[3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxyphenyl]-methal]-thio]-acetat
- O-Ethylhydroxylamin
- 4-[N-Ethyl-N-(2-hydroxyethyl)-amino]-1-(2-hydroxyethyl)-amino-2-nitrobenzol Monohydrochlorid
- Ethylmethacrylat
- N-(2-(6-Ethyl-7-(4-methylphenoxy)-1H-pyrazol-[1,5-b]-1,2,4-triazol-2-yl)-propyl)-2-octadecyloxybenzamid
- Ethyl-2-(3-nitrobenzyliden)-acetoacetat
- 1-(5-Ethylsulfonyl-1,3,4-thiazol-2-yl)-1,3-dimethylharnstoff
- Fentinacetat
- Ficin
- Flumetralin
- 2-Fluor-5-Trifluormethylpyridin
- Formaldehyd
- Formaldehyd, Reaktionsprodukte mit Butylphenol
- Formetanat
- Formetanat Hydrochlorid
- Futtermittelstäube #
- Getreidestäube #
- Getreidemehlstäube von Roggen und Weizen #
- beta-Glucosidase
- Glutardialdehyd #
- Glutaral
- Glycerylmonothioglycolat #
- Glyoxal
- Hexachlorplatinsäure und ihre Salze
- Hexaconazol
- N-Hexadecyl (oder Octadecyl)-N-hexadecyl (oder octadecyl)-benzamid
- Hexahydromethylphthalsäureanhydrid
- Hexahydro-1-methylphthalsäureanhydrid
- Hexahydro-3-methylphthalsäureanhydrid
- Hexahydro-4-methylphthalsäureanhydrid
- 2,2',2''-(Hexahydro-1,3,5-triazin-1,3,5-triyl)-triethanol
- Hexakis(tetramethylammonium)-4,4'-vinylenbis((3-sulfonato-4,1-phenylen)-imino-(6-morpholino-1,3,5-triazin-4,2-diyl)-imino)bis(5-hydroxy-6-phenylazonaphthalin-2,7-disulfonat)
- Hexamethylen-1,6-diisocyanat
- Hexanatrium-6,13-dichlor-3,10-bis((4-(2,5-disulfonatoanilino)-6-fluor-1,3,5-triazin-2-ylamino)-prop-3-

- ylamino)-5,12-dioxa-7,14-dioxa-7,14-diazapentacen-4,11-disulfonat
- Hexanatrium-7-(4-(4-(4-(2,5-disulfonatoanilino)-6-fluor-1,3,5-triazin-2-ylamino)-2-methylphenylazo)-7-sulfonatophenylazo)-naphthalin-1,3,5-trisulfonat
- 1,6-Hexandiolacrylat
- Holzstäube (Riesenlebensbaum, Rotzeder, Abachi, Obeche, Limba, Akazie, Cocusholz, Iroka, Kambala, Grenadillholz, Cocobolo, Ayan, Movingui, australische silbereiche, Mahagoni, Bete, Peroba, Teak)
- Hydrazin und seine Salze
- Hydrazinbis(3-carboxy-4-hydroxybenzolsulfonat)
- N,N-Hydrazinodiessigsäure
- Hydrochinon
- Hydrogennatrium-N-carboxylatoethyl-N-octadec-9-enylmaleamat
- 2-Hydroxyethylacrylat
- 2-Hydroxyethylmethacrylat
- R,R-2-hydroxy-5-(1-hydroxy-2-(4-phenylbut-2-ylamino)-ethyl)-benzamidhydrogen-2,3-bis(benzoyloxy)-succinat
- Hydroxylamin
- Hydroxylammoniumchlorid , hydrogensulfat oder -sulfat
- Hydroxyphosphonoessigsäure
- Hydroxypropylacrylat
- 2-Hydroxypropylmethacrylat
- 3-Hydroxypropylmethacrylat
- Gemisch aus 2,2-Iminodiethanol-6-methyl-2-(4-(2,4,6-triaminopyridin-5-ylazo)-phenyl)-benzothiazol-7-sulfonat und 2-Methylaminoethanol-6-methyl-2-(4-(2,4,6-triaminopyrimidin-5-ylazo)-phenyl)-benzothiazol-7-sulfonat und 2-Methylaminoethanol-6-methyl-2-(4-(2,4,6-triaminopyrimidin-5-ylazo)-phenyl)-benzothiazol-7-sulfonat
- 3,3'-Iminodi(propylamin)
- Isobutyl-3,4-epoxybutyrat
- Isobutylmethacrylat
- Isocyanate #
- 3-isocyanatmethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylisocyanat
- o-(p-Isocyanatobenzyl)-phenylisocyanat
- 4,4'-Isopropylidendiphenol
- N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin
- Kaliumchromat
- Kaliumdichromat
- di-Kaliumhexachloroplatinat
- Kaliumnatrium-5-(4-chlor-6-(N-(4-(4-chlor-6-(5-hydroxy-2,7-disulfonato-6-(2-sulfonatophenylazo)-4-naphthylamino)-1,3,5-triazin-2-ylamino)-phenyl-N-methyl)-amino)-1,3,5-triazin-2-ylamino)-4-hydroxy-3-(2-sulfonatophenylazo)-naphthalen-2,7-disulfonat
- di-Kaliumperoxodisulfat
- di-Kaliumtetrachloroplatinat
- Kobalt und seine Salze siehe Cobalt
- Kolophonium (Kolophonium, Tallöl Kolophonium, Harzsäure und Kolophoniumsäuren) #
- Labortierstaub #
- Lithiumnatriumhydrogen-4-amino-6-(5-(5-chlor-2,6-difluorpyrimidin-4-ylamino)-2-sulfonatophenylazo)-5-hydroxy-3-(4-(2-(sulfonatooxy)ethylsulfonyl)-phenylazo)-naphthalin-2,7-disulfonat
- Maleinsäureanhydrid
- Mancozeb
- (R)-p-Mentha-1,8-dien
- (S)-p-Mentha-1,8-dien
- Mequinol
- Metam-Natrium
- Methacrylate #
- Methacrylonitril
- Methenamin
- Methacrylamidoglycolat (mit > 0,1 % Acrylamid)
- Methylacrylat

- 6-Methyl-2,4-bis(methylthio)-phenylen-1,3-diamin
- Methyl-2-(4-(2,4-dichlorphenoxy)-phenoxy)-propionat
- Methyl-3-[(dimethoxyphosphinothioyl)-oxy]-methacrylat
- Methyl-alpha-((4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)-ureidosulfonyl)-o-toluat
- Gemisch aus 1,1'-(Methylenbis(4,1-phenylen))-dipyrrol-2,5-dion und N-(4-(4-(2,5-Dioxopyrrol-1-yl)-benzyl)-phenylacetamid und 1-(4-(4-(5-Oxo-2H-2-furylidenamino)-benzyl)-phenyl)-pyrrol-2,5-dion
- 4,4-Methylendiphenyldiglycidylether
- 2,2'-Methylendiphenyldiisocyanat
- 4,4'-Methylendiphenyldiisocyanat
- Methylendithiocyanat
- 4,4'-Methylendi-o-toluidin
- endo-3,6-Methylen-1,2,3,6-tetrahydrophthalsäureanhydrid
- exo-3,6-Methylen-1,2,3,6-tetrahydrophthalsäureanhydrid
- (1-Methyl-1,2-ethandiyl)-bis[oxy(methyl-2,1-ethandiyl)-diacrylat]
- Methylisothiocyanat
- Methylmethacrylat
- Methyl-2-(3-(4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin-2-yl)-3-methyl-ureidosulfonyl)-benzoat
- Methyl-2R,3S-(-)-3-(4-methoxyphenyl)-oxirancarboxylat
- 4-Methyl-8-methylentricyclo[3.3.1.1^{3,7}]decan-2-ol
- trans-1-Methyl-4-(1-methylvinyl)-cyclohexen
- (+)-1-Methyl-4-(1-methylvinyl)-cyclohexen
- Methyl-2-(2-nitrobenzyliden)-acetoacetat
- Methyl-2-(3-nitrobenzyliden)-acetoacetat
- 2-((4-Methyl-2-nitrophenyl)-amino)-ethanol
- 1-Methyl-5-norbornen-2,3-dicarbonsäureanhydrid
- 2-Methyl-m-phenylendiamin
- 2-Methyl-p-phenylendiamin
- 4-Methyl-m-phenylendiamin
- 2-Methyl-p-phenylendiaminsulfat
- 2-Methyl-m-phenylendiisocyanat
- 4-Methyl-m-phenylendiisocyanat
- 2-Methyl-4-phenylpentanol
- 2-Methylpropylacrylat
- trans-N-Methyl-2-styryl-[4'-(aminomethin-1-acetyl-1-(2-methoxyphenyl)-acetamido]-pyridiniumacetat
- Methyl-3-sulfamoyl-2-thenoat
- 2-Methyl-5-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-hydrochinon
- 4-(1 (oder 4 oder 5 oder 6) Methyl-8,9,10-trinorborn-5-en-2-yl)-pyridin, Isomerengemisch
- Monobenzon
- 2-(Morpholiniothio)-benzothiazol
- Nabam
- 1,4-Naphthochinon #
- N-2-Naphthylanilin
- Naphthylen-1,5-diisocyanat
- Natrium-3,5-bis(3-(2,4-di-tert-pentylphenoxy)-propylcarbamoyl)-benzolsulfonat
- Natrium-3,5-bis(tetradecyloxy-carbonyl)-benzolsulfonat
- Natrium-5-n-butylbenzotriazol
- Natriumdichromat
- Natriumdichromat Dihydrat
- di-Natriumhexachloroplatinat
- Natrium-3-nitrobenzolsulfonat
- di-Natriumtetrachloroplatinat
- Natrium-4-(2,4,4-trimethylpentylcarbonyloxy)-benzolsulfonat
- Naturgummilatex, Naturgummilatexhaltiger Staub
- Nickel und seine Salze
- Nickel(II)-carbonat
- Nickel(II)-hydroxid
- Nickel(II)-oxid
- Nickel(III)-oxid #

- Nickel(IV)-oxid
- Nickel(II)-sulfat
- Nickel(II)-sulfid
- o-Nitro-p-phenylendiamin #
- 6-(Nonylamino)-6-oxoperoxyhexansäure
- 4-Nonylphenyl, Reaktionsprodukte mit Formaldehyd und Dodecan-1-thiol
- 2-Norbornylacrylat
- Nutztierstaub
- 2-Octyl-2H-isothiazol-3-on
- Octyl-3,4,5-trihydroxybenzoat
- Olaquinox
- Oxiran, Mono[(C12-14-alkyloxy)methyl]-derivate
- 4,4'-Oxybis(ethylenedioxy)-diphenol
- Papain
- Paraformaldehyd #
- Pentaerythritetraacrylat
- Pentaerythrittriacrylat
- N-tert-Pentyl-2-benzothiazolsulfenamid
- Pepsin A
- Peroxodisulfate #
- Phenol-Formaldehydharz (Resol, Novolak) #
- m-Phenylendiamin
- o-Phenylendiamin
- p-Phenylendiamin
- m-Phenylendiamin Dihydrochlorid
- o-Phenylendiamin Dihydrochlorid
- 1,1'-(1,3-Phenyldioxy)-bis(3-(2-(prop-2-enyl)-phenoxy)-propan-2-ol
- Phthalsäureanhydrid
- Piperazin
- 2-Piperazin-1-ylethylamin
- Platinverbindungen (Chloroplatinate)
- Polyethylenamine
- Poly-(oxypropenylencarbonyl-co-oxy(ethylethylen)-carbonyl) enthält 27 % Hydroxyvalerat
- Propachlor
- 2-(3-(Prop-1-en-2-yl)-phenyl)-prop-2-ylisocyanat
- 4-(trans-4-Propylcyclohexyl)-acetophenon
- Propyl-3,4,5-trihydroxybenzoat
- Proteasen
- Proteinase mikrobeneutral
- Pyromellitsäureanhydrid #
- Quecksilberverbindungen, organisch (z.B. Thiomersal, Mercurochrom, Phenylquecksilbersalze) #
- Quinoxifen
- Quintozen (ISO)
- Rennin
- Rhodiumsalze #
- Rohkaffeestaub #
- Schimmelpilzhaltiger Staub #
- Spinnmilbenhaltiger Staub #
- Spiroxamin
- Strahlenpilzhaltiger Staub #
- Styrol-4-sulfonylchlorid
- Subtilisin
- Sulfanilsäure
- Tecnazen (ISO)
- Terpentinöl
- 1,4,5,8-Tetraaminoanthrachinon
- Tetraammonium-5-(4-(7-amino-1-hydroxy-3-sulfonato-2-naphthylazo)-6-sulfonato-1-naphthylazo)-isophthalat

- Tetrachlorphthalsäureanhydrid
- 2,3,5,6-Tetrachlorpyridyl-4-methylsulfon
- Tetrachlorterephthalonitril
- 1,2,3,6-Tetrahydro-3,6-methanophthalsäureanhydrid
- Tetrahydromethylphthalsäureanhydrid
- 1,2,3,6-Tetrahydromethylphthalsäureanhydrid
- 1,2,3,6-Tetrahydro-3-methylphthalsäureanhydrid
- 1,2,3,6-Tetrahydro-4-methylphthalsäureanhydrid
- cis-1,2,3,6-Tetrahydro-4-methylphthalsäureanhydrid
- 2,3,5,6-Tetrahydro-2-methylphthalsäureanhydrid
- Tetrahydro-4-methylphthalsäureanhydrid
- Tetrahydrophthalsäureanhydrid
- 1,2,3,6-Tetrahydrophthalsäureanhydrid
- cis-1,2,3,6-Tetrahydrophthalsäureanhydrid
- 3,4,5,6-Tetrahydrophthalsäureanhydrid
- Tetrakalium-2-(4-(5-(1-(2,5-disulfonatophenyl)-3-ethoxy-carbonyl-5-hydroxypyrazol-4-yl)-penta-2,4-dienyliden)-3-ethoxycarbonyl-5-oxo-2-pyrazolin-1-yl)-benzen-1,4-disulfonat
- N,N',N'',N'''-Tetrakis(4,6-bis(butyl-(N-methyl-2,2,6,6-tetra-methylpiperidin-4-yl)-amino)-triazin-2-yl)-4,7-diazadecan-1,10-diamin
- 2,2,6,6-Tetrakis(brommethyl)-4-oxahaptan-1,7-diol
- Tetrakis(tetramethylammonium)-6-amino-4-hydroxy-3-(7-sulfonato-4-(4-sulfonatophenylazo)-1-naphthylazo)-naphthalin-2,7-disulfonat
- Tetralithium-6-amino-4-hydroxy-3-(7-sulfonato-4-(4-sulfonatophenylazo)-1-naphthylazo)-naphthalin-2,7-disulfonat
- Tetralithium-6-amino-4-hydroxy-3-(7-sulfonato-4-(5-sulfonato-2-phenylazo)-1-naphthylazo)-naphthalin-2,7-disulfonat
- N,N,N',N'-Tetramethyldithiobis(ethylen)-diamin Dihydrochlorid
- 2,5,7,7-Tetramethyloctanal
- Tetramethylthiurammonosulfid
- (Tetranatrium-1-(4-(3-acetamido-4-(4'-nitro-2,2'-disulfonato-stilben-4-ylazo)-anilino)-6-(2,5-disulfonatoanilino)-1,3,5-triazin-2-yl)-3-carboxypyridinium)-hydroxid
- Tetranatrium-4-amino-3,6-bis-(5-(6-chlor-4-(2-hydroxyethylamino)-1,3,5-triazin-2-ylamino)-2-sulfonatophenylazo)-5-hydroxynaphthalin-2,7-sulfonat (mit > 35 % Natriumchlorid und Natriumacetat)
- Tetranatrium-4-amino-5-hydroxy-6-(3-(2-(2-(sulfonatooxy)-ethylsulfonyl)-ethylcarbamoyl)-phenylazo)-3-(4-(2-(sulfonatooxy)-ethylsulfonyl)-phenylazonaphthalin-2,7-disulfonat
- Tetranatrium-5-benzamidino-3-(5-(4-fluor-6-(1-sulfonato-2-naphthylamino)-1,3,5-triazin-2-ylamino)-2-sulfonatophenylazo)-4-hydroxynaphthalin-2,7-disulfonat
- Tetranatrium-1,2-bis(4-fluor-6-[5-(1-amino-2-sulfonatoanthrachinon-4-ylamino)-2,4,6-trimethyl-3-sulfonatophenylamino]-1,3,5-triazin-2-ylamino)-ethan
- Tetranatrium-2-(6-chlor-4-(4-(2,5-dimethyl-4-(2,5-disulfonatophenylazo)-phenylazo)-3-ureidoanilino)-1,3,5-triazin-2-ylamino)-benzol-1,4-disulfonat
- Tetranatrium-5'-(4,6-dichlor-5-cyanpyrimidin-2-ylamino)-4'-hydroxy-2,3'-azonaphthalin-1,2',5,7'-disulfonat
- Tetranatrium-3,3'-(piperazin-1,4-diylbis((6-chlor-1,3,5-triazin-4,2-diyl)-imino-(2-acetamido)-4,1-phenylenazo))-bis(naphthalin-1,5-disulfonat
- Thionylchlorid; Reaktionsprodukte mit 1,3,4-Thiadiazol-2,5-thiol, tert-Nonanthiol und C12-14-tert-Alkylamin
- Thiram
- 4-Toluensulfonylisocyanat
- Toluol-2,4-diammoniumsulfat
- 4-o-Tollazo-o-toluidin
- m-Tolylidendiisocyanat
- [(Tolyloxy)-methyl]-oxiran
- [(m-Tolyloxy)-methyl]-oxiran
- [(o-Tolyloxy)-methyl]-oxiran
- [(p-Tolyloxy)-methyl]-oxiran
- Tosylchloramidnatrium

- Triallat
- 3,6,9-Triazaundecan-1,11-diamin
- Trichlorfon
- N-(Trichlormethylthio)-phthalimid
- Triethylenglycoldiacrylat
- Trifluralin
- 1,1,1-Trihydroxymethylpropyltriacrylat
- S-(3-Trimethoxysilyl)-propyl-19-isocyanato-11-(6-isocyanatohexyl)-10,12-dioxo-2,9,11,13-tetraazanadecanationat
- 2,2,4-Trimethylhexamethylen-1,6-diisocyanat
- 2,4,4-Trimethylhexamethylen-1,6-diisocyanat
- 2,3,5-Trimethylhydrochinon
- Trinatrium-3-amino-6,13-dichlor-10-((3-((4-chlor-6-(sulfophenylamino)-1,3,5-triazin-2-yl)-amino)-propyl)-amino)-4,11-triphenoxydioxazindisulfonat
- (Trinatrium-(2-((3-((6-(2-chlor-5-sulfonato)-anilino-4-(3-carboxypyridino)-1,3,5-triazin-2-ylamino)-2-oxido-5-sulfonatophenylazo)-phenylmethylazo)-4-sulfonatobenzoato)-kupfer(3-))hydroxid
- Trinatrium-7-(4-(6-fluor-4-(2-(2-vinylsulfonylethoxy)-ethylamino)-1,3,5-triazin-2-ylamino)-2-ureidophenylazo)-naphthalin-1,3,6-trisulfonat
- Tris(2-(2-hydroxyethoxy)-ethyl)-ammonium-3-acetoacetamido-4-methoxybenzolsulfonat
- N,N',N''-Tris(beta-hydroxyethyl)-hexahydro-1,3,5-triazin
- 1,3,5-Tris(oxiranylmethyl)-1,3,5-triazin-2,4,6(1H,3H,5H)-trion
- Trypsin
- Valinamid
- Vanadylpyrophosphat
- Vorratsmilbenhaltiger Staub
- Zierpflanzenbestandteile (Pollen u.a. Bestandteile von Chrysantheme, Alpenveilchen, Freesie, Tulpe, Margerite, Begonie, Sonnenblume, Hagebutte, Mimose, Schleierkraut, Birkenfeige, Allergene: Sesquiterpenlactone in Chrysanthemen und anderen Korbblütlern, Tulipalin A in Tulpen, Alstroemerien u.a., Primin in Primula obconica)
- Zimtaldehyd
- Zineb
- Zinkbis(dibutyldithiocarbamat)
- Zinkbis(diethyldithiocarbamat)
- Zinkchromate, einschließlich Zinkkaliumchromat
- Zinn(II)-methansulfonat
- Zuckmückenhaltiger Staub

SENSIBILISIERENDE CHEMIKALIEN

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

R-Sätze: 42, 43

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten!

Bei Hautkontakt, Verschlucken oder Einatmen können durch diese Chemikalien - auch bereits nach einmaligem Kontakt! - schwere Allergien ausgelöst werden.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt vermeiden. Chemikalien 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 Dezernat S erforderlich.

Häufig benutzte selbstentzündliche Gefahrstoffe sind:

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

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.

SELBSTENTZÜNDLICHE CHEMIKALIEN

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

R-Sätze: 17

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

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

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten!
Chemikalien dürfen nicht mit Sauerstoff/Luft in Kontakt kommen. Unter Schutzgasatmosphäre arbeiten (z.B. unter Stickstoff, Edelgasen). Sehr sorgfältiges Arbeiten ist notwendig!
Jeden Hautkontakt vermeiden. Chemikalien 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 Dezernat S erforderlich.

7.13. GEFÄHRSTOFFE MIT DER GEFAHR KUMULTIVER 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:

Anisidine

Blei und seine Verbindungen

Bromaniline

Cadmium und seine Verbindungen

Chloraniline

Diethylaniline, alle Isomere

Dimethylaniline, alle Isomere

Dinitroaniline

Dinitrobenzole

Dinitrophenole

Dinitrotoluole

Diphenylamin

Methylaniline

Nitroaniline

Nitrobenzole

Nitrophenole

Nitrotoluole

Phenetidine

Quecksilber und seine Verbindungen

Selen und seine Verbindungen

Thallium und seine Verbindungen

Uran und seine Verbindungen

CHEMIKALIEN 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.

R-Satz: 33

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-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 Chemikalienmengen besteht die Gefahr einer ersten Gesundheitsschädigung, die erst nach einer langen Zeitspanne auftreten kann.

Chemikalien mit der Gefahr kumulativer Wirkungen dürfen nicht in die Umwelt gelangen.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt vermeiden. Chemikalien nicht einatmen und nicht verschlucken. Mit Chemikalien 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 Dezernat S erforderlich.

7.14. GEFAHRSTOFFE MIT BESONDERER GEFÄHRDUNG DER AUGEN

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

Beispiele:

Cer(III)-chlorid

Eisen(II)-chlorid

Eisen(III)-chlorid

Kristallviolett

Methansulfonylchlorid

4-Methylbenzylchlorid

2-Methylimidazol

Methylviolett

N,N-Dicyclohexylcarbodiimid

Naphthalin-2,3-diol

Natriumdisulfit

2-Oxoglutarsäure

Rhodamin B

CHEMIKALIEN MIT BESONDERER GEFÄHRDUNG DER AUGEN

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

R-Satz: 41

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten!

Bei Kontakt bereits mit sehr kleinen Chemikalienmengen besteht die Gefahr einer ernsten Augenschädigung, die unter Umständen erst nach einer langen Zeitspanne auftreten kann.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt, insbesondere Augenkontakt vermeiden. Chemikalien nicht einatmen und nicht verschlucken. Laborkittel, Schutzhandschuhe und Korbbrille mit Gesichtsschutz oder Atemschutzmaske mit wirksamem Filter tragen! Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Mit diesen Chemikalien 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 Dezernat S erforderlich.

Diese Chemikalien dürfen nicht in die Umwelt gelangen, weder in flüssiger, noch in gasförmiger noch in fester Form!

Beispiel:

4-Amino-3-fluorphenol

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs) allgemein

Lindan

Tetrachlormethan

1,1,1-Trichlormethan

UMWELTGEFÄHRLICHE CHEMIKALIEN (N)

Beispiele: Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), 4-Amino-3-fluorphenol, Lindan, 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlormethan

R-Sätze: 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT

Gefahrenhinweise (R-Sätze) des Etiketts beachten!

Bereits sehr kleinen Chemikalienmengen, die in die Umwelt gelangen, können zu ernstest Schädigung der Umwelt führen. Schädigungen von Menschen sind ebenfalls zu befürchten.

SCHUTZMASSNAHMEN, VERHALTENSREGELN UND HYGIENISCHE MASSNAHMEN

Sicherheitsratschläge (S-Sätze) des Etiketts beachten! Jeden Hautkontakt, insbesondere Augenkontakt vermeiden. Chemikalien nicht einatmen und nicht verschlucken. Regelmäßig Hände und Gesicht waschen. Chemikalien 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 das Dezernat S erfolgen. Chemikalien niemals in das Abwasser oder in den Restmüll geben. Stoffe nicht verdampfen lassen.

8. UNTERWEISUNGEN, BESCHÄFTIGUNGSBESCHRÄNKUNGEN

8.1. Unterweisungen

Der Arbeitgeber hat alle Beschäftigten, die in Laboratorien arbeiten, anhand dieser Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren sowie über Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Die Unterweisungen müssen mündlich und arbeitsplatzbezogen vor der Beschäftigung durch den Arbeitgeber erfolgen. Beschäftigungsbeginn in diesem Sinne ist das erstmalige Ausführen von Labortätigkeiten im Institut. Gebärfähige Beschäftigte sind zusätzlich über die für werdende und stillende Mütter möglichen besonderen Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen bzgl. des Umganges mit Gefahrstoffen zu unterrichten. Das gilt auch für Jugendliche (vgl. Kapitel 8.2.).

Die Unterweisungen müssen danach mindestens einmal jährlich wiederholt werden. Es wird empfohlen, die Unterweisungen am Jahresbeginn durchzuführen.

Eine mündliche Unterweisung über die Gefahren in Laboratorien kann nicht alle möglichen Gefahren berücksichtigen. Die Unterweisung auf Grundlage dieser Betriebsanweisung muß mindestens folgende Punkte beinhalten:

- Angaben über Schutzausrüstungen (vgl. Kapitel 2 dieser Betriebsanweisung),
- Angaben über Nahrungsaufnahme, Rauchen, Hygiene (vgl. Kapitel 3 dieser Betriebsanweisung),
- Angaben über den Umgang mit Gefahrstoffen (vgl. Kapitel 6 dieser Betriebsanweisung), insbesondere:
 - Erkennen von Gefahrstoffen,
 - Kennzeichnung und Etikettierung von Gefahrstoffen,
 - Möglichkeiten der Aufnahme von Gefahrstoffen und der Schutz vor der Aufnahme,
 - Führen eines Gefahrstoffverzeichnisses,
 - Hinweis auf stoff- und stoffgruppenspezifische Betriebsanweisungen für den Umgang mit Gefahrstoffen,
 - Aussprechen von Beschäftigungsbeschränkungen für bestimmte Personenkreise und für den Umgang mit bestimmten Chemikalien (vgl. Kapitel 8.2. dieser Betriebsanweisung),
- Hinweis auf die Notwendigkeit der sachgerechten Entsorgung von Abfällen (vgl. Kapitel 9 dieser Betriebsanweisung),
- Hinweise auf besondere Gefahren (z.B. beim Umgang mit radioaktiven Stoffen oder gentechnischen Arbeiten, vgl. Kapitel 10 dieser Betriebsanweisung),
- Verhalten im Gefahrenfall, insbesondere das Zeigen von Fluchtwegen, Absperrungen von Strom, Wasser, Gas usw. (vgl. Kapitel 11 dieser Betriebsanweisung),
- Hinweis auf Erste-Hilfe-Maßnahmen, vor allem auf die richtige Alarmierung des Rettungsdienstes an Hand des Notfallblattes (vgl. Kapitel 13 dieser Betriebsanweisung).

Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen durch Vorgesetzte sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren. 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.

Zu Unterweisungen von Studierenden siehe Kapitel 13!

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 Hochschullehrer im übrigen nicht von seiner Verantwortung für die Einhaltung der Gefahrstoffverordnung.

Vor der Durchführung gefährlicher Arbeiten sind die in unmittelbarer Nähe tätigen Beschäftigten über die besonderen Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Dies gilt insbesondere, wenn mehrere Beschäftigte gleichzeitig an einem Abzug arbeiten.

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.

Studienanfänger in den Fächern Chemie, Pharmazie und Biologie müssen zu Beginn ihrer praktischen Labortätigkeiten sowie bei besonders gefahrenträchtigen Versuchen über die formale Unterweisung nach § 20 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 alle notwendigen Informationen einer Betriebsanweisung im Rahmen einer Unterweisung von den Verantwortlichen erhalten.

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:

- eine Liste aller im Praktikum benutzten Chemikalien einschließlich ihrer R- und S-Sätze (ausgenommen analytische Praktika, da dieses dem Praktikumsziel entgegensteht),
- eine Bedienungsanleitung für alle zu benutzenden Geräte, soweit keine mündliche Unterweisung an diesen Geräten erfolgt,
- genaue experimentelle Vorschriften und Arbeitsanweisungen, sofern nicht detaillierte Literaturangaben vorliegen.

Die Praktikums-Betriebsanweisung muß von allen Studenten vor dem Beginn praktischer Tätigkeiten gelesen werden. Dies ist anschließend durch eigenhändige Unterschrift des Praktikanten zu bestätigen.

8.2. 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.

8.2.1. 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

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

Jugendliche dürfen nicht mit gesundheitsschädlichen, ätzenden oder reizenden Gefahrstoffen beschäftigt werden, wenn die Auslöseschwelle überschritten ist. Das gilt nicht, wenn

- der Umgang mit diesen Gefahrstoffen zur Erreichung der Ausbildungsziele erforderlich ist,
- die Jugendlichen mindestens 16 Jahre alt sind und
- die Jugendlichen durch einen Fachkundigen beaufsichtigt 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

- die Auslöseschwelle nicht überschritten wird,
- der Umgang mit diesen Gefahrstoffen zur Erreichung des Ausbildungszieles erforderlich ist,
- die Jugendlichen mindestens 16 Jahre alt sind,
- die Jugendlichen durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden und
- die Jugendlichen von einem Arzt innerhalb von 12 Wochen vor Beginn der Beschäftigung untersucht worden sind und dem Arbeitgeber eine vom Arzt ausgestellte Bescheinigung darüber vorliegt, daß gesundheitliche Bedenken gegen die Beschäftigung nicht bestehen. Soweit die gefährlichen Stoffe oder Zubereitungen im Kapitel 6.8.6. dieser Betriebsanweisung aufgeführt sind, dürfen die Untersuchungen in der Regel nur von einem ermächtigten Arzt durchgeführt werden.

Jugendliche dürfen mit Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen, die ihrer Art nach erfahrungsgemäß Krankheitserreger* übertragen können, nicht beschäftigt werden, wenn sie den Krankheitserregern ausgesetzt sind. Das gilt nicht, wenn

- der Umgang mit diesen Stoffen zur Erreichung der Ausbildungsziele erforderlich ist,
- die Jugendlichen mindestens 16 Jahre alt sind und
- die Jugendlichen durch einen Fachkundigen beaufsichtigt werden.

8.2.2. 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 rechtzeitig (d.h. so früh wie möglich!) 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. Das Dezernat S prüft Beurteilung und Schutzmaßnahmen.

Werdende Mütter müssen 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 ihnen ihr Zustand bekannt ist, damit die gesetzlichen Schutzmaßnahmen ergriffen werden können. Für Auskünfte steht Ihnen das Dezernat S, Herr Dr. Bollmeier, Tel. 4696, 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 oder stillende Mütter dürfen nicht mit Stoffen, Zubereitungen oder Erzeugnissen, die ihrer Art nach Krankheitserreger übertragen können, beschäftigt werden, wenn sie den Krankheitserregern ausgesetzt sind. Weitere Bestimmungen des Mutterschutzgesetzes bleiben unberührt.

Werdende Mütter dürfen nicht mit krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen der Kategorien 1 und 2 (vgl. Kap. 7.10.) 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 (vgl. Kap. 7.10.) 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.

8.2.3. FRAUEN IM GEBÄRFÄHIGEN ALTER

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

- Blei oder
- Quecksilberalkyle

enthalten, nicht beschäftigen. Das gilt nicht, wenn der Grenzwert nicht überschritten wird.

Unter Blei sind alle bleihaltigen Gefahrstoffe zu verstehen. Die Auslöseschwelle kann dann 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.

9. ABFÄLLE

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 beim Dezernat S kostenlos angefordert werden. Sie liegen 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:

- Recycling

Alle Stoffe, die noch verwendbar sind, müssen recycelt werden! Das gilt z.B. für Chemikalien, aber auch für Papier, Blechdosen, Styropor usw.

- 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.

- 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 von Hausverwaltung und Dezernat S.

9.2. ABFALLARTEN

Es wird unterschieden in

- Restmüll (Kapitel 9.2.1.),
- Wertstoffe (Kapitel 9.2.2.),
- Sonderabfälle (Kapitel 9.2.3.),

Weiterhin fällt zur Entsorgung an:

- Abwasser (Kapitel 9.2.4.).

Bei Zweifeln bzgl. der Zuordnung eines Stoffes zu einer der aufgeführten Entsorgungsmöglichkeiten wenden Sie sich bitte an das Dezernat S. 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. Die Regeln und Vorschriften zu Sonderabfallentsorgung sind in dem Kapitel 9.2.3. dieser Betriebsanweisung vollständig enthalten.

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:

- Papier und Pappe; sie sind in die Altpapiercontainer zu bringen.
- Altglas (ausgenommen hochschmelzendes Laborglas; die Glasgeräte müssen chemikalienfrei sein); es ist in Altglascontainer zu bringen.
- Styropor; es ist dem Lieferanten zurückzugeben.
- elektronische Geräte ("Elektronikschrott"); sie werden vom Dezerant S entsorgt.
- Metalle; sie sind einem Altmetallhändler zu bringen, ggf. vom Dezerant S.

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 Institutshausmeister.

9.2.3. SONDERABFÄLLE

Abfallarten, die nach der Abfallbestimmungsverordnung als Sonderabfälle 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 Chemikalienreste 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, den das Dezernat S verwaltet. Jedes Institut und jede Einrichtung erhält jährlich eine Aufstellung über die entsorgten Abfälle und die angefallenen Kosten.

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 dem Dezernat S 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

Die Sonderabfälle sind unter Beachtung entsprechender Vorschriften, wie z.B. der Gefahrstoffverordnung und der Gefahrgutverordnung Straße (GGVS), in den dafür vorgesehenen Behältern zu sammeln. Für jede Abfallart sind die vorgeschriebenen Behälter zu verwenden. Abfallarten dürfen nicht vermischt werden.

Übernahme der Abfälle durch das Dezernat S

Ist die Entsorgung eines Abfallstoffes gewährleistet, wird dieser nach Sammlung im Institut vom Dezernat S übernommen. Voraussetzung hierfür ist die Übergabe des Sonderabfalls in dem vom Dezernat S für die jeweilige Abfallart ausgegebenen Behälter sowie dessen korrekte Beschriftung und Etikettierung.

Die zu entsorgenden Abfälle sind schriftlich anzumelden. Vordrucke zur Anmeldung erhalten Sie vom Dezernat S (Tel. 4699 oder 4698). Behälter und Aufkleber zur Verpackung sind ebenfalls beim Dezernat S anzufordern.

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. Vom Dezernat S werden die angelieferten Sonderabfälle ggf. überprüft. Die Sonderabfälle werden nur angenommen, wenn Analyse und Deklaration übereinstimmen (z.B. Halogengehalt, pH-Wert). 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 im Dezernat S nach, ob der alte Behälter noch benutzt werden darf.

Die Sammelbehälter sind in der Regel nach Absprache (Tel. 4698) im Abfalllager abzugeben. Die Vorschriften für den Transport von Gefahrgütern über die Straße (Gefahrgutverordnung Straße = GGVS) sind zu beachten. Die Vorschriften können beim Dezernat S eingesehen werden.

Falls die Abfälle bei Ihnen abgeholt werden sollen, werden Sie vorher informiert. Übergabeort ist in diesem Fall das Sammelfahrzeug.

Mit Schwierigkeiten verbunden (zur Zeit keine Entsorgungsmöglichkeit) ist insbesondere die Entsorgung von:

- Stoffen, die unter das Sprengstoffgesetz fallen,
- hoch toxischen Stoffen (z.B. Dioxine),
- biologischen und chemischen Kampfstoffe,
- unbekannte Stoffe,
- infektiösen Abfällen, Tierkadavern und Organteile.

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 Bezirksregierung 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 kann. 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!

9.2.4. 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 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 sollte das Dezernat S um Rat gefragt werden. Beachten Sie die Regeln der TU BS 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
Farbstoffe: nur in so geringer Konzentration, daß in den öffentlichen Abwasseranlagen keine Verfärbung sichtbar wird.		
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 wie Natriumsulfit, Eisen(II)-salze, Thiosulfat		50
Silber		0,25
Styrol		0,03
Sulfat		300
Sulfid		1,0
Temperatur		unter 35 °C
Toluol		0,025
Toxizität: Das abzuleitende Abwasser muß so beschaffen sein, daß die biologischen Vorgänge in den Abwasserbehandlungsanlagen, die Schlammabeseitigung oder die Schlammverwertung nicht beeinträchtigt werden.		
Xylol		0,03
Zink		2,5
Zinn		0,5

9.3. LISTE DER VON DER TU BRAUNSCHWEIG ENTSORGBAREN SONDERABFÄLLE

Von der TU Braunschweig können zur Zeit folgende Sonderabfälle entsorgt werden:

Sonderabfall-Art:

Altlacke/Altfarben, nicht ausgehärtet
 Altöl
 Asbestabfälle
 Behälter mit schädlichem Restinhalt
 Bohr- und Schleifölemulsionen
 Druckgasflaschen (nur in Ausnahmefällen)
 Eisensalzlösungen
 Entwicklerbäder
 Feinchemikalienreste
 Fixierbäder
 Laugen, Laugengemische und Beizen (basisch)
 Leuchtstoffröhren
 Lösungsmittel, halogenfrei
 Lösungsmittel, halogenhaltig
 Quecksilberhaltige Abfälle (elementares Quecksilber)
 Radioaktive Abfälle
 Säuren, Säuregemische und Beizen (sauer), anorganisch
 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, Frostschutzmitteln, Reinigungsmitteln, Kaltreinigern, Nitroverdünnung, Inhalten von Öl- und Benzinabscheidern, Batteriesäuren, Lackrückständen, Wachspflegemitteln. Als Altölbesitzer sind Sie für die ordnungsgemäße Entsorgung verantwortlich. Nur wenn eine Rücknahme des Altöls ausgeschlossen wurde, wenden Sie sich an das Dezernat S.

Asbestabfälle

Vom Dezernat S entsorgbar sind ausschließlich asbestabhaltige Gegenstände, die nicht fest im Gebäude installiert waren. Dazu zählen z.B. Drahtnetze aus Asbest, kleinere Asbestplatten, Geräte und Geräteteile, Asbestschnüre.

Für die Entsorgung fest im Gebäude installierter asbesthaltiger Gegenstände wie z.B. Brandschutzklappen, Heizungsverkleidungen ist das Staatshochbauamt zuständig.

Behälter mit schädlichem Restinhalt

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

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 Prüf Fristen. Das Datum der nächsten Prüfung (Monat/Jahr) ist auf der Flaschenschulter eingepreßt oder aufgeklebt. Es ist bei allen Druckgasflaschen darauf zu achten, daß mindestens 6 Wochen vor dem nächstem 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 Prüf Frist

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. **Sprechen Sie mit Ihrem Lieferanten über die Rücknahmemöglichkeiten für die Ätzmittel!**

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

- nicht unter das Sprengstoffgesetz fallen,
- nicht radioaktiv sind,
- frei sind von hoch toxischen Bestandteile (z.B. polychlorierte Dioxine(PCDD) und Furane (PCDF), PCB, Kampfstoffe),
- in ihrer Zusammensetzung bekannt ist.

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

- Cyaniden,
- Ammoniumionen (max. 0,1 mol/L),
- 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! Gewöhnliche Glühbirnen dagegen gehören zum Restmüll.

Lösungsmittel, halogenfrei

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

- die Elemente C, H, N, Na, O, P, S dürfen enthalten sein,
- Halogene dürfen nicht enthalten sein, auch nicht als anorganisches Halogenid
- flüssig bei Raumtemperatur,
- zwar fest sind, aber in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst wurden,
- pH-Wert zwischen 6 und 9 (ggf. neutralisieren),

Auf die Recyclingpflicht organischer, halogenfreier Lösungsmittel wird hingewiesen.

Lösungsmittel, halogenhaltig

Die verschiedenen halogenhaltigen Lösungsmittel müssen nach Halogenkohlenwasserstoff-Rücknahme-Verordnung getrennt im Labor gesammelt und aufgearbeitet oder an den Handel zurückgegeben werden.

Als halogenhaltige Lösungsmittel entsorgbar sind organische Verbindungen, die

- die Elemente C,H,N,O,P,S,F,Cl,Br,I enthalten können,
- flüssig sind,
- zwar fest sind, aber in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst wurden,
- einen pH-Wert zwischen 6 und 9 aufweisen (ggf. neutralisieren).

Auf das Vermischungsverbot und die Recyclingpflicht halogenhaltiger Lösungsmittelabfälle wird ausdrücklich 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 (ggf. 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

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

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).

Spül- und Waschwässer, metallsalzhaltig

Es werden nur wässrige Metallsalzlösungen entsorgt, die frei sein müssen von

- Cyaniden,
- Ammoniumionen (max. 0,1 mol/L zulässig)
- organischen Stoffen aller Art (wie Lösungsmittel, Fette, Öle).

9.4. REINIGUNG VON LABORGERÄTEN

Auch bei der Reinigung von Laborgeräten können Sie 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). Schützen Sie sich vor Schnittverletzungen bei der mechanischen Reinigung.

Verschmutzte Geräte sind sofort zu säubern! Substanzreste sollte man nie in Gefäßen stehenlassen. Schliifschmiermittel sind mit einem Papiertuch zu entfernen. Das Papiertuch ist in den Restmüllbehälter zu geben.

Die Abfallbehälter für Restmüll in den Laboratorien sind am Ende jedes Arbeitstages zu entleeren.

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.

Organische Reste können in einem geeigneten Lösungsmittel (z.B. Aceton, 2-Propanol) gelöst werden. Die Lösungen werden gesammelt. Das Lösungsmittel muß durch Abdestillieren recycelt werden. 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, dürfen nicht in Glasflaschen aufbewahrt werden. Sie 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 Chemikalien 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. **EXPLOSIONSGEFAHR!** Das Trocknen im Trockenschrank ist erst erlaubt, wenn die Geräte im Anschluß an die Reinigung mit Lösungsmitteln gründlich mit Wasser gespült wurden.

Chromschwefelsäure darf nicht zu Reinigungszwecken verwendet werden, da sie krebserzeugend ist (Verbot der Verwendung krebserzeugender Gefahrstoffe, wenn ihr Ersatz möglich ist). Chromschwefelsäure kann ggf. durch eine alkalische Kaliumpermanganat-Lösung ersetzt werden. Hierzu wird gesättigte Kaliumpermanganat-Lösung in dem zu reinigenden Gefäß mit dem gleichen Volumen 20 %iger Natronlauge versetzt.

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!

10. UMGANG MIT ELEKTROMAGNETISCHER STRALUNG, RADIOAKTIVEN STOFFEN UND GENTECHNISCH VERÄNDERTEM BIOLOGISCHEN MATERIAL

10.1. STARKE MAGNETFELDER

Starke Magnetfelder werden z.B. in NMR- und ESR-Spektrometern eingesetzt (NMR = Nuclear Magnetic Resonance = Kernmagnetische Resonanz; ESR = Elektronen-Spin-Resonanz).

Auf die starken Magnetfelder ist auf der Außenseite der Raamtüren mit einem deutlichen sichtbaren Aufkleber hinzuweisen. Es muß folgender Hinweis enthalten sein:

"Betreten verboten für Personen mit Herzschrittmacher!"

10.2. INTENSIVES SICHTBARES LICHT

Intensives sichtbares Licht kann sehr leicht die Augen irreversibel schädigen. Intensives Licht wird in Laboratorien z.B. für Photoreaktionen benutzt und durch Laser, Hochdrucklampen (Quecksilber, Xenon) oder Bogenlichtlampen erzeugt. Die Augen müssen mit einer speziellen Schutzbrille vor dem intensiven Licht geschützt werden. Bei Lasern sind nur solche Brillen zu verwenden, die speziell an die Wellenlänge des Lasers angepaßt sind. Bei Hochdruck- oder Bogenlichtlampen sind Schutzbrillen zu tragen, die auch vor UV-Licht schützen.

Das Auge wird bereits durch Laserstrahlung sehr geringer Energiedichte gefährdet. Hohe Energiedichte gefährdet jedoch auch die Haut und gegebenenfalls auch tiefer liegende Organe. Richtwerte für höchstzulässige Bestrahlungsstärken sowie Schutzmaßnahmen enthält die Unfallverhütungsvorschrift (UVV) "Laserstrahlung" (VBG 93 GUV 2.20). Die wichtigsten Punkte dieser Unfallverhütungsvorschrift werden im folgenden genannt:

Laserstrahler werden in fünf Klassen eingeteilt:

- | | |
|------------------|--|
| Klasse 1 | Die zugängliche Strahlung ist ungefährlich. |
| Klasse 2 | Die zugängliche Laserstrahlung liegt nur im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm). Sie ist bei kurzzeitiger Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s) ungefährlich auch für das Auge. |
| Klasse 3A | Die zugängliche Laserstrahlung wird für das Auge gefährlich, wenn der Strahlungsquerschnitt durch optische Instrumente verkleinert wird. Ist dies nicht der Fall, ist die ausgesandte Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich (400 nm bis 700 nm) bei kurzzeitiger Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s), in den anderen Spektralbereichen auch bei Langzeitbestrahlung, ungefährlich. |
| Klasse 3B | Die zugängliche Laserstrahlung ist gefährlich für das Auge und in besonderen Fällen auch für die Haut. |
| Klasse 4 | Die zugängliche Laserstrahlung ist sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut. Auch diffus gestreute Strahlung kann gefährlich sein. Die Laserstrahlung kann Brand- oder Explosionsgefahr verursachen. |

Lasergeräte der Klassen 3B und 4 müssen dem Dezernat S vor der ersten Inbetriebnahme angezeigt werden. Das Dezernat S gibt die Anzeige an die zuständigen Unfallversicherungsträger und die für den Arbeitsschutz zuständige Behörde weiter.

Jedes Institut, das Lasergeräte der Klassen 3B oder 4 betreibt, hat mindestens einen Sachkundigen als Laserschutzbeauftragten schriftlich zu bestellen. Dessen Aufgaben sind:

- Überwachung des Betriebes der Lasereinrichtungen,
- Unterstützung des Arbeitgebers hinsichtlich des sicheren Betriebs und der notwendigen Schutzmaßnahmen,
- Zusammenarbeit mit den Fachkräften für Arbeitssicherheit bei der Erfüllung ihrer Aufgaben einschließlich Unterrichtung über wichtige Angelegenheiten des Laserstrahlenschutzes.

Verläuft der Laserstrahl von Lasereinrichtungen der Klassen 2 oder 3A im Arbeits- oder Verkehrsbereich, hat der Unternehmer dafür zu sorgen, daß der Laserbereich deutlich erkennbar und dauerhaft gekennzeichnet wird.

Laserbereiche von Lasereinrichtungen der Klassen 3B oder 4 müssen während des Betriebs abgegrenzt und gekennzeichnet sein.

Werden Lasereinrichtungen der Klasse 4 in geschlossenen Räumen betrieben, so ist dieser Betrieb an den Zugängen zu den Laserbereichen durch Warnleuchten anzuzeigen.

Der Arbeitgeber hat durch technische oder organisatorische Maßnahmen dafür zu sorgen, daß eine Bestrahlung oberhalb der maximal zulässigen Bestrahlung, auch durch reflektierte oder gestreute Laserstrahlung, verhindert wird. Ist dies nicht möglich, so müssen die Beschäftigten zum Schutz der Augen oder der Haut geeignete Augenschutzgeräte, Schutzkleidung oder Schutzhandschuhe tragen. Diese Gegenstände sind vom Arbeitgeber zur Verfügung zu stellen.

Nähere Angaben über die einzusetzenden Schutzbrillen entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung des Lasers. Informationen können Sie auch beim Dezernat S erhalten.

Alle Beschäftigten, die sich im Arbeitsbereich von Lasergeräten der Klassen 2 bis 4 aufhalten, sind über die Schutzmaßnahmen mindestens einmal jährlich zu unterweisen.

10.3. UV-LICHT

UV-Licht kann sehr leicht die Augen irreversibel schädigen. UV-Licht wird in Laboratorien z.B. für Photoreaktionen oder zur Detektion in der Chromatographie genutzt. Die Augen müssen mit einer UV-Schutzbrille vor der direkten Bestrahlung mit UV-Licht geschützt werden.

10.4. RÖNTGENSTRAHLUNG

Räume, in denen Röntgengeräte aufgestellt sind, sind durch Warnschilder zu kennzeichnen. Ihr Betreten ist nur mit Erlaubnis des Strahlenschutzbeauftragten bzw. Arbeitgebers gestattet. Vor dem Arbeiten an Röntgengeräten (z.B. Röntgenfeinstrukturanlagen, Röntgenfluoreszenzanalyse, Mößbauerspektrometer) hat der Benutzer die bestehenden Vorschriften zu studieren und dann zu beachten. Eine persönliche Filmplakette (Filmdosimeter), die in regelmäßigen Abständen analysiert wird, ist beim Aufenthalt in Räumen mit Gamma-Strahlenquellen immer zu tragen.

Es wird auf die für die Betriebserlaubnis notwendige Anmeldung und regelmäßige behördliche Überwachung der Röntgengeräte hingewiesen. Bitte informieren Sie sich beim Dezernat S unter. Tel 4422.

10.5. RADIOAKTIVE STRAHLUNG

Der Umgang mit radioaktiven Stoffen ist nur dann erlaubt, wenn dem Institut die ausdrückliche Erlaubnis nach der Strahlenschutzverordnung vorliegt. Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen müssen die Vorschriften der Strahlenschutzverordnung peinlich genau eingehalten werden.

Alle Institute, die mit radioaktiven Stoffen umgehen, müssen eine Betriebsanweisung unter Leitung und Verantwortung des Strahlenschutzbeauftragten erstellen, die den Umgang mit den radioaktiven Stoffen regelt. Von der Betriebsanweisung darf nicht abgewichen werden. Jede Kontamination der Beschäftigten mit radioaktiven Stoffen muß vermieden werden.

Es dürfen nur Personen beschäftigt werden, die ärztlich untersucht worden sind. Die Untersuchungen sind in regelmäßigen Abständen zu wiederholen. Nähere Informationen erhalten Sie beim Dezernat S unter Tel. 4422.

Alle Räume, in denen mit radioaktiven Stoffen gearbeitet wird bzw. radioaktive Stoffe aufbewahrt werden, müssen mit deutlich sichtbaren Warnschildern "Radioaktivität" auf den Eingangstüren gekennzeichnet werden.

10.6. GENTECHNISCH VERÄNDERTES BIOLOGISCHES MATERIAL

Der Umgang mit gentechnisch verändertem biologischen Material ist nur dann erlaubt, wenn die ausdrückliche Erlaubnis für dieses Projekt nach dem Gentechnikgesetz vorliegt. Beim Umgang mit gentechnisch verändertem biologischen Material müssen die Vorschriften des Gentechnikgesetzes peinlich genau eingehalten werden. Alle Institute, die mit gentechnisch verändertem Material umgehen, müssen eine spezielle Betriebsanweisung erstellen, die den Umgang mit diesen Stoffen regelt. Von der Betriebsanweisung darf nicht abgewichen werden. Jede Kontamination der Beschäftigten und der Umwelt mit gentechnisch verändertem biologischen Material muß vermieden werden.

Alle Räume, in denen mit gentechnisch verändertem biologischen Material gearbeitet wird bzw. dieses Material aufbewahrt wird, müssen mit deutlich sichtbaren Warnschildern "Genlabor" auf den Eingangstüren gekennzeichnet werden.

Ab der Sicherheitsstufe 2 (S2-Laboratorium) sind arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen vorgeschrieben! Nähere Informationen erhalten Sie beim Dezernat S unter Tel. 4422.

11. VERHALTEN IM GEFAHREFALL

!!! MENSCHENRETTUNG GEHT VOR SACHRETTUNG !!!

11.1. VORSORGEMASSNAHMEN

Jeder Beschäftigte ist verpflichtet, sich zu informieren über

- **Fluchtwege**,
- **Feuerlöschrichtungen**, deren Bedienung und Standorte; beim Umgang mit Alkalimetallen müssen Löschsandschütten bzw. Feuerlöscher der Brandklassen ABCDE am Arbeitsplatz bereitgestellt werden.
- **Feuerlöschdecken** (Bedienung und Standorte),
- **Notduschen** (Bedienung und Standorte),
- **Augennotduschen** (Bedienung und Standorte),
- **Augenspülflaschen** (Bedienung und Standorte),
- **Brandverhütungsmaßnahmen, Alarmierung im Notfall und Verhaltensregeln im Brandfall**,
- **Erste-Hilfe-Einrichtungen** (z.B. Verbandskästen, Verbandsräume) und deren Standorte,
- **Absperrungen für Wasser, Strom und Gase in seinem Arbeitsbereich**,
- den Umgang mit Adsorbentien und deren Aufbewahrungsorte,
- den Umgang mit Atemschutzmasken/Atemschutzfiltern und deren Aufbewahrungsorte.

Im Rahmen der Unterweisung (vgl. Kapitel 8.1.) müssen alle Beschäftigten arbeits-platzbezogen über die o.g. Rettungseinrichtungen informiert werden. Auf die regelmäßige Kontrolle der Rettungsgeräte und -einrichtungen wird verwiesen (vgl. Kapitel 2.).

Flucht- und Rettungswege, Notausgänge und Notausstiege müssen jederzeit freigehalten werden.

Es muß eine Erste Hilfe gewährleistet werden können.

Es müssen sovieler und geeignete Adsorbentien bereitgehalten werden, daß ausgelaufene Chemikalien sofort gebunden werden können.

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!

11.2. VERHALTEN BEI BRÄNDEN

Menschenrettung geht vor Sachrettung!

Brennende Personen mit einem Feuerlöscher, unter der Notdusche oder mittels Löschdecke ablöschen, ggf. auch Kittel, Tücher usw. verwenden.

Brände sofort bekämpfen, sofern dies gefahrlos möglich ist. Schlägt ein erster Löschversuch fehl, Raum verlassen, Feuerwehr alarmieren (Notruf 0112 oder Feuermelder) und auf die Feuerwehr warten! Die Feuerwehr ist durch orts- und sachkundige Personen einzuweisen!

Verqualmte Räume dürfen nur von der Feuerwehr betreten werden!

Alle nicht für Löscharbeiten oder Rettungsmaßnahmen erforderlichen Personen benachrichtigen und das Entfernen aus dem Gefahrenbereich anordnen! In der Regel ist das gesamte Gebäude räumen zu lassen!

Sammeln aller Personen auf dem Sammelplatz, auf dem keine Gefahr für die Personen besteht! Der Sammelplatz befindet sich (vom Institut einzutragen).

Der Arbeitgeber hat für den Brandfall einen Alarmplan aufzustellen. Die Beschäftigten sind im Rahmen wiederholter Belehrungen und praktischer Übungen mit der Handhabung der zur Verfügung stehenden Feuerlöscher vertraut zu machen.

Feuerlöscheinrichtungen sind durch das Zeichen "Hinweis auf ein Feuerlöschgerät" gemäß der UVV "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz" (VBG 125) zu kennzeichnen.

11.3. GEFAHREN DURCH AUSGELAUFENE CHEMIKALIEN

Beim Verschütten größerer Gefahrstoffmengen den Raum von allen Personen räumen und nur unter besonderen Schutzmaßnahmen (z.B. Atemschutzmaske mit geeignetem Atemschutzfilter) Gegenmaßnahmen treffen. Ggf. die Feuerwehr alarmieren über Feuermelder oder Notruf 0112.

Beim Verschütten brennbarer Flüssigkeiten alle Zündquellen im Raum löschen, ggf. über die NOT-AUS-Schalter.

Ausgelaufene Chemikalien mit Adsorbentien binden und sachgerecht entsorgen. Anschließend muß der Fußboden gründlich gereinigt werden. Von Chemikalien benetzte Haut sofort reinigen.

11.4. GEFAHREN BEI GAS AUSBRÜCHEN

Bei Freisetzen größerer Gasmengen (ausgenommen Preßluft) das Labor sofort räumen. Bei Freisetzen größerer Mengen sehr giftiger, giftiger, krebserzeugender, fortpflanzungsgefährdender, reizender, ätzender oder brennbarer Gase sofort das Gebäude räumen lassen. Dazu Feuermelder betätigen, wenn vorhanden.

Bei Freisetzen größerer Mengen brennbarer Gase sofort alle offenen Flammen löschen und alle elektrischen Geräte ausschalten (möglichst durch Betätigen des NOT-AUS-Schalters).

Undichte Gasleitungen durch Schließen der Ventile im Flurbereich, vor den Laboratorien oder am Hausanschluß absperren.

Gasbrände nicht sofort löschen, da sich durch das weiter ausströmende Gas schnell eine explosive Atmosphäre bildet! Undichte Gasleitungen erst durch Schließen der Ventile im Flurbereich, vor den Laboratorien oder am Hausanschluß absperren. Anschließend Brand bekämpfen. Feuerwehr sofort alarmieren.

12. ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN

Die NOTRUFnummern können von allen Telefonen an der TU benutzt werden !

<u>Feuerwehr</u>	0 112
<u>Polizei</u>	0 110
<u>Rettungsleitstelle</u>	0 19222

!!!! Telefonhörer erst auflegen, wenn Sie vom Rettungsdienst dazu aufgefordert werden !!!!

!!! Verletzte niemals allein lassen! Selbst bei kleineren Unfällen nicht allein zum Arzt gehen lassen !!!

12.1. ALLGEMEINES

Jede Universitätseinrichtung muß für den Notfall eine schnelle Erste Hilfe für Verletzte gewährleisten. Hierzu sind erforderlich:

- auf im Arbeitsbereich mögliche Verletzungen und Gesundheitsgefahren hin ausgebildete Ersthelfer (mindestens 10 % der anwesenden Beschäftigten),
- Aushängeplakate "Anleitung zur Ersten Hilfe",
- Erste-Hilfe-Kästen,
- Notfallblätter, die Angaben zum Notruf und über Ärzte und Krankenhäuser enthalten.

Die 8 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.
6. Zusätzliche Schäden verhindern.
7. Über Notruf Rettungsdienst alarmieren: Telefon 0 112 oder 0 19222.
8. Ständig Atmung und Kreislauf überwachen.
 - Bei Bewußtsein ggf. Schocklage erstellen; Beine nur leicht (max. 10 cm) über Herzhöhe mit entlasteten Gelenken lagern.
 - Bei Bewußtlosigkeit und vorhandener Atmung in die stabile Seitenlage bringen. Bei Atemstillstand Kopf überstrecken und sofort mit der Mund-zu-Nase-Beatmung beginnen. Bei einsetzender Atmung in die stabile Seitenlage bringen.
 - Bei Herzstillstand Herz-Lungen-Wiederbelebung durch ausgebildete Personen.

Chemikalien, von denen besondere Gefahren ausgehen, sind auf dem Etikett gemäß der Gefahrstoffverordnung durch folgende Sicherheitsratschläge gekennzeichnet. Damit sind bereits die grundsätzlichen Maßnahmen im Notfall abgedeckt.

S 45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen).

S 46 Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen.

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. Der Arbeitgeber ist über den Unfall unverzüglich zu informieren.

Jeder Beschäftigte muß wissen, wo sich der nächste Erste-Hilfe-Kasten befindet. Jeder Beschäftigte muß die Grundlagen der Ersten-Hilfe beherrschen.

Alle Unfälle müssen unverzüglich dem Vorgesetzten und im Geschäftszimmer des Institutes gemeldet werden!

Kleinere Verletzungen, für die keine ärztliche Hilfe in Anspruch genommen wurde, müssen im Verbandsbuch eingetragen werden, das sich in den Erste-Hilfe-Kästen befindet. Das Eintragen sichert eventuelle Entschädigungsansprüche.

Bei wiederkehrenden Gesundheitsstörungen und Erkrankungen sowie beim Auftreten von Hautreizungen und Ausschlägen ist der Arbeitgeber zu informieren, wenn Verdacht besteht, daß diese durch Einwirkung von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz verursacht sein könnten.

12.2. 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. Bei kleineren Verletzungen dieser Art muß nicht unbedingt ärztliche Hilfe in Anspruch genommen werden. Hier reicht schon oft eine fachgerechte Betreuung mit Hilfe eines richtig ausgestatteten Verbandkastens.

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. Gliedmaßen dürfen nur im äußersten Notfall abgebunden werden.
- Bei Verdacht der Verletzung von Sehnen oder Nerven ärztliche Versorgung veranlassen.

12.3. 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:

Der betroffene Körperteil ist ruhigzustellen. Bei Verdacht auf Prellungen und Verstauchungen sollte gekühlt werden. Bei Verdacht auf Wirbelsäulenverletzungen Lage des Verletzten nicht verändern. Lage des Verletzten durch Decken und feste Gegenstände fixieren. Anschließend ist ärztliche Hilfe einzuholen.

12.4. 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.

Reizungen und Verätzungen werden vor allem durch fehlenden Körperschutz ausgelöst. Beim Umgang mit reizenden und ätzenden Stoffen müssen neben Laborkittel, Hose und festem Schuhwerk unbedingt Schutzbrille und Schutzhandschuhe getragen werden. Maßnahmen:

- Beschmutzte oder getränkte Kleidung sofort ausziehen! Verunreinigte Kleidungsstücke so aufbewahren und behandeln, daß keine weiteren Personen gefährdet werden.
- Benetzte Hautstellen sofort mit viel Wasser und anschließend mit Wasser und Seife abwaschen. Weitere geeignete Reinigungsmittel sind auf dem Etikett des Chemikaliengebindes angegeben unter S 28: Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel (vom Hersteller anzugeben)
- Neutralisationsversuche sind verboten!
- Anschließend Wunde keimfrei bedecken und ggf. ärztlichen Rat einholen.

12.5. REIZUNGEN UND VERÄTZUNGEN DER AUGEN

Arbeiten in chemischen Laboratorien dürfen grundsätzlich nur mit Schutzbrille durchgeführt werden! Das Tragen von Kontaktlinsen ist verboten!

Augen sind im Vergleich zur übrigen Haut besonders empfindlich.

Maßnahmen:

- Auge sofort mit Wasser spülen. Augennotduschen oder Wasserhahn benutzen! Augenspülflaschen dürfen nur benutzt werden, wenn keine Augennotduschen oder Wasserhähne vorhanden sind. 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 ärztliche Hilfe einholen!

12.6. VERBRENNUNGEN UND VERBRÜHUNGEN

Maßnahmen:

- Brennende Person aufhalten und Brand mit Feuerlöscher, Notdusche oder Löschdecke (ggf. auch Laborkittel, Handtücher) ablöschen.
- Bekleidung, die mit heißen Stoffen getränkt ist, sofort entfernen oder mit der Notdusche kühlen!
- Vorsicht: Heiße oder brennende Stoffe, die unmittelbar auf die Haut gelangt sind, nicht manuell entfernen.
- Betroffene Gliedmaßen sofort in kaltes Wasser eintauchen oder unter fließendes kaltes Wasser halten, bis Schmerzlinderung eintritt. Keine Anwendung von Mehl, Puder, Salben, Ölen, Milch etc.
- Brandwunden keimfrei bedecken und ggf. ärztlichen Rat einholen.

12.7. VERGIFTUNGEN

Vergiftungen werden durch folgende Einwirkungen verursacht:

- Einatmen giftiger Gase, Dämpf, Stäube und Aerosole,
- Hautkontakt mit giftigen Feststoffen und Flüssigkeiten, aber auch durch Aufnahme giftiger Gase durch die Haut,
- Verschlucken, z.B.
 - bei verbotenen Pipettieren mit dem Mund,
 - beim Essen, wenn das Nahrungsmittel mit verschmutzten Händen angefaßt wird,
 - durch Verschlucken von Stäuben.

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 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 sollen 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 Verschuß aufzubewahren.

Maßnahmen:**- nach Verschlucken:**

Brechreiz auslösen durch Trinken von lauwarmen Kochsalzlösung (3-4 Teelöffel auf 1 Glas Wasser) oder Berühren der Rachenhinterwand (Finger in den Mund!). Erbrochenes sammeln und für den Arzt mitnehmen.

Ein Erbrechen darf nicht ausgelöst werden,

- wenn der Verletzte bewußtlos ist oder
- eine Vergiftung durch Säuren oder Laugen verursacht wurde. Keine Neutralisierungsversuche durchführen!

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!

- nach Einatmen:

Verletzten an die frische Luft bringen.

- 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, Patienten sofort nach den Erste-Hilfe-Maßnahmen in ärztliche Obhut geben. Rettungsdienst über Notruf 0112 oder 019222 alarmieren. Die Klinik muß sofort über den Notfall unter Angabe der Vergiftungsart informiert werden.

- **Stoffe, die eine Vergiftung ausgelöst haben** bzw. haben könnten, müssen dem Rettungsdienst mitgeteilt werden. Am besten gibt man dem Rettungsdienst das Chemikaliengebinde, zumindest das Etikett, sowie Erbrochenes mit.

12.8. UNFÄLLE DURCH ELEKTRISCHEN STROM**Maßnahmen:**

- Stromunterbrechung durch Ausschalten, Stecker ziehen, Sicherung herausnehmen oder NOT-AUS betätigen.
- Ist das nicht sofort möglich, Verunglückten durch nichtleitenden Gegenstand, z.B. Holzhocker, Besenstiel, von den unter Spannung stehenden Teilen trennen.
- Anschließend Atmung und Puls kontrollieren, ggf. Beatmung, Herz-Lungen-Wiederbelebung oder stabile Seitenlage bei Bewußtlosigkeit.

13. BESONDERE VORSCHRIFTEN FÜR PRAKTIKA

Das Erlernen des sicheren Umgangs mit Gefahrstoffen durch die Studierenden liegt im allgemeinen Interesse. Die Studierenden müssen entsprechend ihrem Ausbildungsstand 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:

- eine Liste aller im Praktikum benutzten Chemikalien einschließlich ihrer R- und S-Sätze (ausgenommen analytische Praktika, da dieses dem Praktikumsziel entgegensteht),
- eine Bedienungsanleitung für alle zu benutzenden Geräte, soweit keine mündliche Unterweisung an diesen Geräten erfolgt,
- genaue experimentelle Vorschriften und Arbeitsanweisungen, sofern nicht detaillierte Literaturangaben vorliegen.

Die Praktikums-Betriebsanweisung muß von allen Studenten vor dem Beginn praktischer Tätigkeiten gelesen werden. Dies ist anschließend durch eigenhändige Unterschrift des Praktikanten zu bestätigen.

Die Auflistung der in Praktika vorhandenen, verwendeten und als Zwischen- und Endprodukte hergestellten Chemikalien, Zubereitungen und Erzeugnisse ist erforderlich. Die Auflistung ist Bestandteil der Praktikums-Betriebsanweisung.

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 Hochschullehrer im übrigen nicht von seiner Verantwortung für die Einhaltung der Gefahrstoffverordnung. Im Verlauf der Unterweisung müssen den Praktikanten im Praktikumsaal die Fluchtwege und alle wichtigen Rettungsgeräte wie z.B. Notduschen, Löschdecken, Feuerlöscher, Augennotduschen, Adsorbentien gezeigt werden. **Praktikanten, die an der Unterweisung nicht teilgenommen haben, dürfen nicht am Praktikum teilnehmen.**

Vor der Durchführung gefährlicher Arbeiten sind die in unmittelbarer Nähe tätigen Beschäftigten über die besonderen Gefahren und Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Dies gilt insbesondere, wenn mehrere Beschäftigte gleichzeitig an einem Abzug arbeiten.

Der Arbeitgeber muß sich in seinen Praktika regelmäßig von deren sicherheitsgerechtem Verlauf überzeugen. Es ist erforderlich, daß der Arbeitgeber sich in seinen Praktika regelmäßig stichprobenartig von deren sicherheitsgerechtem Ablauf überzeugt und Themen der Unterweisung in praktikumsbezogenen Prüfeinheiten abfragt, um die Bedeutung der Arbeitssicherheit für Studium und Beruf hervorzuheben.

Studienanfänger in den Fächern Chemie, Pharmazie und Biologie müssen zu Beginn ihrer praktischen Labortätigkeiten sowie bei besonders gefahrenträchtigen Versuchen über die formale Unterweisung nach § 20 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 alle notwendigen Informationen einer Betriebsanweisung im Rahmen einer Unterweisung von den Verantwortlichen erhalten.

Praktikanten müssen während experimenteller Arbeiten ständig von mindestens einem Praktikumsassistenten beaufsichtigt werden. Praktikumsassistenten müssen eine abgeschlossene

Ausbildung einer chemischen Fachrichtung (z.B. Diplom-Chemiker, Chemie-Ingenieur, Chemielaborant, Chemisch-Technischer Assistent) oder einer verwandten Fachrichtung besitzen (z.B. Pharmazeuten, Pharmazeutisch-Technischer Assistenten, Diplom-Biologen, Diplom-Physiker). Die Personen müssen genügend Erfahrung und Zuverlässigkeit besitzen, um ein gefahrloses Arbeiten der Praktikanten 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, d. h. nicht länger als 5 Minuten, abgewichen werden, z.B. für den Gang zu Toilette. 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, haben ihre Schwangerschaft unverzüglich dem Praktikumsleiter (Hochschullehrer) oder bei dessen Abwesenheit dem Praktikumsassistenten oder im Sekretariat des Institutes mitzuteilen. Es gelten die Beschäftigungsbeschränkungen für werdende Mütter (vgl. Kapitel 8.2.). Alle Praktikumsversuche und Prüfungen, die die Schwangere im Verlauf des Praktikums bereits absolviert hat, werden bei einer Fortsetzung des Praktikums in einem späteren Semester anerkannt und brauchen nicht wiederholt zu werden. Es ist die Aufgabe des 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 Stoffen herrscht (vgl. Kap. 8.2.2.). Der Praktikumsleiter 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 auf krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Gefahrstoffe zu verzichten. Grundsätzlich sind diese Gefahrstoffe 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 der (fortgeschrittene oder besser jeder) Student aus der Literatur selbst ermittelt, mit dem Versuchsbetreuer durchspricht und nachprüfbar protokollmäßig festhält. Die Beachtung der Richtlinien für Laboratorien ist dem Studenten dabei zumutbar.

Protokolle für Versuche, bei denen Studenten Umgang mit Gefahrstoffen haben, sollten Angaben über die Gefahrstoffe enthalten, mindestens deren Namen und deren R- und S-Sätze.

14. Literaturverzeichnis

Abfall- und Reststoffüberwachungsverordnung (AbfRestÜberwV) vom 03.04.1990, BGBl. I 1990, S. 648

Abfallbestimmungsverordnung (AbfBestV): Verordnung zur Bestimmung von Abfällen vom 03.04.1990, BGBl. I 1990, S. 614

Abfallentsorgungssatzung der Stadt Braunschweig vom 10.03.1992, Amtsblatt Nr. 3, 1993

Abfallgesetz (AbfG): Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen vom 27.08.1986, BGBl. I S. 1410 und S. 1501, BGBl. I 1993, S. 456

Abwasserbeseitigung und Sonderabfallentsorgung an den Hochschulen des Landes Niedersachsen, Erlaß des MWK vom 31.01.1994

Allgemeine Arbeitsschutzmaßnahmen für den Umgang mit Gefahrstoffen, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Merkblatt M 053, April 1989

Altölverordnung (AltöIV) vom 27.10.1987, BGBl. I 1987, S. 2335

Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV): Verordnung über Arbeitsstätten vom 20.03.1975, BGBl. I 1975, S. 729; BGBl. I 1982, S. 1; BGBl. I 1983, S. 1057

Bekanntmachung der Liste der gefährlichen Stoffe und Zubereitungen nach § 4a der Gefahrstoffverordnung, Richtlinie 93/72/EWG vom 01.09.1993 (ABl. Nr. L 258A vom 16.10.1993), Bekanntmachung vom 16.09.1993 (BAnz. Nr. 229 a vom 7.12.1993), Richtlinie 93/101/EWG vom 11.11.1993 (ABl. Nr. L 13 vom 15.01.1994)

Betäubungsmittelgesetz (BtMG): Gesetz über den Verkehr mit Betäubungsmitteln vom 01.04.1994, BGBl. I 1994, S. 358

Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV): Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz vom 19.07.1996, BGBl. I 1996, S. 1151, S. 1498, BGBl. I 1998, S. 3956

Chemikaliengesetz (ChemG): Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 25.07.1994, BGBl. I 1994, S. 1440, S. 1703, S. 1963, S. 2705, BGBl. I 1997, S. 1060, BGBl. I 1998, S. 950

DIN 12001, Teil 1: Sicherheitszeichen im Labor, Warnung vor Gasflaschen

DIN 12877: Elektrische Laborgeräte; Heizbäder; Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen

DIN 12879, Teil 1: Elektrische Laborgeräte: Flüssigkeitsthermostate, Allgemeine und sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen

DIN 12880, Teil 1: Elektrische Laborgeräte; Wärmeschränke, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen, Allgemeine technische Anforderungen

DIN 12924, Teil 1: Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für den allgemeinen Gebrauch, Arten, Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen

DIN 12924, Teil 2: Laboreinrichtungen; Abzüge; Abzüge für offene Aufschlüsse bei hohen Temperaturen, Hauptmaße, Anforderungen und Prüfungen

DIN 12925, Teil 1: Laboreinrichtungen; Schränke für feuergefährliche flüssige und feste Stoffe; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen

DIN 12925, Teil 2: Laboreinrichtungen; Schränke für Druckgasflaschen; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen

DIN 24403: Betriebsanleitungen für Zentrifugen; Hinweise für die Erstellung

DIN 30664, Teil 1: Schläuche für Gasbrenner für Laboratorien; ohne Ummantelung und Armierung, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen

DIN 4844: Sicherheitskennzeichnung

Druckbehälterverordnung (DruckbehV): Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen vom 21.04.1989, BGBl. I 1989, S. 844; BGBl. I 1992, S. 1564, BGBl. I 1993, S. 512; BGBl. I 1993, S. 2378, BGBl. I 1994, S. 2325, BGBl. I 1995 S 836, BGBl. I 1996 S. 1019, S. 1914, BGBl. I 1997, S. 1384

DVGW-Arbeitsblatt G 621: Gasanlagen in Laboratorien und naturwissenschaftlich-technischen Unterrichtsräumen; Installation und Betrieb

Entwässerungssatzung der Stadt Braunschweig vom 01.11.1993, Amtsblatt Nr. 13, 1993

FCKW-Halon-Verbotsverordnung: Verordnung zum Verbot von bestimmten, die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen vom 06.05.1991, BGBl. I 1991, S. 1090, BGBl. I 1994, S. 1416

Gefahrgutverordnung Straße (GGVS): Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen vom 12.12.1996, BGBl. I 1996, S. 1886; BGBl. I 1998, S. 3985

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV): Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 26.10.1993, BGBl. I 1993, S. 1782; BGBl. I 1993, S. 1870; BGBl. I 1994, S. 1416; BGBl. I 1994, S. 1689; BGBl. I 1994, S. 2557, BGBl. I 1996, S. 818, S. 1498, BGBl. I 1997 S. 311, S. 782, BGBl. I 1998, S. 1286, S. 3956, BGBl. I 1999, S. 50

Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung (GenTAufzV): Verordnung über Aufzeichnungen bei gentechnischen Arbeiten zu Forschungszwecken oder zu gewerblichen Zwecken vom 24.10.1990, BGBl. I 1990, S. 2338

Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV): Verordnung über die Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen vom 24.10.1990, BGBl. I 1990, S. 2340

Gentechnikgesetz (GenTG): Gesetz zur Regelung der Gentechnik vom 16.12.1993, BGBl. I 1993, S. 67

Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz) vom 23.10.1992, BGBl. I 1992, S. 1793; BGBl. I 1993, S. 512

Gesetz zur Änderung des Niedersächsischen Abfallgesetzes vom 07.11.1991, Nds. GVBl. Nr. 41, 1991

Halogenkohlenwasserstoff-Abfallverordnung (HKWAbfV): Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel vom 23.10.1989, BGBl. I 1989, S. 1918

Lagern von gefährlichen Stoffen, Kompendium für die Praxis, Internationale Sektion der IVVS für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen Industrie, Heidelberg, 1990

Merkblatt Anleitung zur Ersten Hilfe bei Unfällen, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1992, Bestell-Nr. GUV 20.5

Merkblatt Atemschutz, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1982, Bestell-Nr. GUV 20.14

Merkblatt Augenschutz, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1983, Bestell-Nr. GUV 20.13

Merkblatt Erste Hilfe bei erhöhter Einwirkung ionisierender Strahlen, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1982, Bestell-Nr. GUV 20.22

Merkblatt für Chlorkohlenwasserstoffe, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1990, Bestell-Nr. GUV 29.9

Merkblatt für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1992, Bestell-Nr. GUV 20.10

Merkblatt für Erste-Hilfe-Material, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1991, Bestell-Nr. GUV 20.6

Merkblatt Gesetzliche Unfallversicherung für Schüler, Studenten und Kinder in Kindergärten, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1992, Bestell-Nr. GUV 20.1.1

Merkblatt Prüfungen nicht ortsfester elektrischer Betriebsmittel, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1991, Bestell-Nr. GUV 22.1

Merkblatt Schutzhandschuh, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1990, Bestell-Nr. GUV 20.17

Merkblatt Schutzkleidung, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1993, Bestell-Nr. GUV 20.20

Merkblatt Sichere Biotechnologie, Teil 2, Laboratorien, Ausstattung und organisatorische Maßnahmen, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Merkblatt M 056, 3/1989

Merkblatt Sichere Biotechnologie, Teil 3, Betrieb, Ausstattung und organisatorische Maßnahmen, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Merkblatt M 057, 3/1989

Niedersächsisches Abfallgesetz (NAbfG) vom 21.03.1990, Nds. GVBl. Nr. 13/1990

Reststoffbestimmungsverordnung (RestBestV): Verordnung zur Bestimmung von Reststoffen nach § 2 Abs. 3 des Abfallgesetzes, vom 03.04.1990, BGBl. I 1990, S. 631, BGBl. I 1990. S. 862

Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich, Bundesverband der Unfallkassen, München, Oktober 1998, Bestell-Nr. GUV. 19.17

Richtlinien für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1992, Bestell-Nr. GUV 19.7

Richtlinien für Laboratorien (GUV 16.17), Gemeinde-Unfallversicherungsverband Hannover, Ausgabe Oktober 1993

Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien - Einführung für Studenten, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, Abteilung Unfallverhütung und

Arbeitsmedizin, in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) und der Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie (BG Chemie), 1987, Bestell-Nr. GUV 50.0.4

Sicherheit - Handbuch für das Labor, D. Bernabei, GIT-Verlag, 1991

Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1979, Bestell-Nr. GUV 10.10

Sprengstoffgesetz (SprengG): Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe, Neufassung vom 17.04.1986, BGBl. I 1986, S. 578; BGBl. I 1990, S. 1221; BGBl. I 1993, S. 278, BGBl. I 1998, S. 1530

Strahlenschutzverordnung (StrlSchV): Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen vom 30.06.1989, BGBl. I 1989, S. 1321 und 1926; BGBl. I 1990, S. 607; BGBl. II 1990, S. 885 und 1116; BGBl. I 1993, S. 1432 und 2378; BGBl. I 1994, S. 1416, 1440 und 1963

TA Abfall, Zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz, Teil 1: besonders überwachungsbedürftige Abfälle vom 10.04.1990, GMBI 1990, S. 866, GMBI 1991, S. 469

Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF):

TRbF 001: Allgemeines, Aufbau und Anwendungen der TRbF, Stand Juni 1997, BArbBl. Nr. 3/1998, S. 59, BArbBl. Nr. 6/1997, S. 51

TRbF 22: Lagereinrichtungen in Arbeitsräumen (Sicherheitsschränke), Stand Juni 1997, BArbBl. Nr. 2/1996, S. 98, BArbBl. Nr. 6/1997, S. 51

TRbF 100: Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Stand März 1994, BArbBl. Nr. 7-8/1980, S. 69; BArbBl. Nr. 11/1981, S. 68; BArbBl. Nr. 6/1982, S. 35; BArbBl. Nr. 12/1982, S. 34; BArbBl. Nr. 4/1983, S. 41; BArbBl. Nr. 2/1984, S. 105; BArbBl. Nr. 2/1985, S. 80; BArbBl. Nr. 3/1986, S. 72; BArbBl. Nr. 5/1987, S. 47; BArbBl. Nr. 9/1987, S. 77; BArbBl. Nr. 1/1988, S. 38; BArbBl. Nr. 3/1988, S. 59, BArbBl. Nr. 5/1989, S. 67; BArbBl. Nr. 9/1990, S. 63; BArbBl. Nr. 10/1990, S. 71; BArbBl. Nr. 7-8/1992, S. 69, BArbBl. Nr. 5/1994, S. 39, BArbBl. Nr. 7-8/1992, S. 69, BArbBl. Nr. 5/1994, S. 39, BArbBl. Nr. 7-8/1995, S. 70, BArbBl. Nr. 6/1997, S. 51, BArbBl. Nr. 9/1997, S. 85

TRbF 110: Läger, Stand März 1994, BArbBl. Nr. 7-8/1980, S. 69; BArbBl. Nr. 11/1981, S. 68; BArbBl. Nr. 6/1982, S. 35; BArbBl. Nr. 12/1982, S. 34; BArbBl. 4/1983, S. 41; BArbBl. Nr. 2/1984, S. 105; BArbBl. Nr. 2/1985, S. 80; BArbBl. 3/1986, S. 72; BArbBl. Nr. 12/1986, S. 111; BArbBl. Nr. 5/1987, S. 47; BArbBl. Nr. 9/1987, S. 77; BArbBl. Nr. 5/1989, S. 67; BArbBl. Nr. 9/1990, S. 63; BArbBl. Nr. 7-8/1992, S. 69; BArbBl. Nr. 5/1994, S. 39, BArbBl. Nr. 7-8/1995, S. 70, BArbBl. Nr. 6/1997, S. 85

TRbF 143: Ortsbewegliche Gefäße, Januar 1988 in der Form der 1. Änderung vom Juli 1990, BArbBl. Nr. 1/1988, S. 46; BArbBl. Nr. 4/1988, S. 53; BArbBl. Nr. 9/1990, S. 64, BArbBl. Nr. 7-8/1992, S. 73

Technische Regeln Druckgase (TRG):

TRG 280: Allgemeine Anforderungen an Druckgasbehälter - Betreiben von Druckgasbehältern, September 1989 in der Form der Bekanntmachung des BMA vom 19.03.1990, BArbBl. Nr. 9/1989, S. 51; BArbBl. Nr. 5/1990, S. 79, BArbBl. Nr. 10/1995, S. 66

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS):

TRGS 201: Einstufung und Kennzeichnung von Abfällen zur Beseitigung beim Umgang, BArbBl. 12/1997, S. 47

TRGS 220: Sicherheitsdatenblatt für gefährliche Stoffe und Zubereitungen, Stand September 1993, BArbBl. Nr. 9/1993, S. 36

TRGS 300: Sicherheitstechnik, Stand Januar 1994, BArbBl. Nr. 1/1994, S. 39, BArbBl. Nr. 5/1995, S. 39

TRGS 440: Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Vorgehensweise (Ermittlungspflichten), Stand März 1999; BArbBl. Nr. 10/1996, S. 88, BArbBl. Nr. 3/1999, S. 35

TRGS 514: Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern, Stand September 1998, BArbBl. Nr. 9/1998, S. 53

TRGS 515: Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern, Stand September 1998, BArbBl. Nr. 9/1998, S. 53

TRGS 517: Asbest - Herstellen und Verwenden, Ausg. Februar 1992, BArbBl. Nr. 2/1992, S. 80

TRGS 518: Elektroisierflüssigkeiten, die mit PCDD oder PCDF verunreinigt sind, Stand April 1994, BArbBl. Nr. 4/1994, S. 50

TRGS 519: Asbest - Abbruch, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten, Stand März 1995, BArbBl. Nr. 3/1995, S. 52

TRGS 520: Errichtung und Betrieb von Sammelstellen und zugehörigen Zwischenlagern für Kleinmengen gefährlicher Abfälle, Stand März 1999, BArbBl. Nr. 3/1999, S. 35

TRGS 540: Sensibilisierende Stoffe, Stand Dezember 1997, BArbBl. Nr. 12, 1997, S. 47

TRGS 555: Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV, Stand Dezember 1997, BArbBl. Nr. 12/1997, S. 47

TRGS 900: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz - „Luftgrenzwerte“ (MAK- und TRK-Werte), Stand April 1999, BArbBl. Nr. 10/1996, S. 88, BArbBl. Nr. 4/1997, S. 42, BArbBl. Nr. 11/1997, S. 27, BArbBl. Nr. 5/1998, S. 58, BArbBl. Nr. 7-8/1998, S. 70, BArbBl. Nr. 10/1998, S. 71, BArbBl. Nr. 4/1999, S. 41

TRGS 901: Begründungen und Erläuterungen zu Grenzwerten in der Luft am Arbeitsplatz, Stand April 1999, BArbBl. Nr. 4/1997, S. 42, BArbBl. Nr. 11/1997, S. 27, BArbBl. Nr. 5/1998, S. 58, BArbBl. Nr. 10/1998, S. 71, BArbBl. Nr. 4/1999, S. 41

TRGS 903: Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte - BAT-Werte - (Bekanntmachung des BMA nach § 52 Abs. 4 Gefahrstoffverordnung), Stand Mai 1998, BArbBl. Nr. 6/1994, S. 53, BArbBl. Nr. 7-8/1995, S. 53, BArbBl. Nr. 11/1997, S. 27, BArbBl. Nr. 5/1998, S. 58

TRGS 905: Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe, Stand April 1999, BArbBl. Nr. 6/1997, S. 40, BArbBl. Nr. 11/1997, S. 27, BArbBl. Nr. 5/1998, S. 58, BArbBl. Nr. 10/1998, S. 71, BArbBl. Nr. 4/1999, S. 41

TRGS 907: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe, Stand Dezember 1997, BArbBl. Nr. 12/1997, S. 47

Umgang mit gesundheitsgefährlichen Arbeitsstoffen - Für die Beschäftigten, Schriftenreihe des BAGUV zur Theorie und Praxis der Unfallverhütung, 1985, Bestell-Nr. GUV 50.0.6

Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an Hochschulen, G. Schwedt, Drägerwerk AG, Lübeck, 1991

Unfallverhütungsvorschrift Allgemeine Vorschriften, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1987, Bestell-Nr. GUV 0.1

Unfallverhütungsvorschrift Arbeitsmedizinische Vorsorge, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1985, Bestell-Nr. GUV 0.6

Unfallverhütungsvorschrift Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1980, Bestell-Nr. GUV 2.10

Unfallverhütungsvorschrift Erste Hilfe, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1979, Bestell-Nr. GUV 0.3

Unfallverhütungsvorschrift Gase, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1979, Bestell-Nr. GUV 9.9

Unfallverhütungsvorschrift Gesundheitsdienst, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1986, Bestell-Nr. GUV 8.1

Unfallverhütungsvorschrift Lärm, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1991, Bestell-Nr. GUV 9.20

Unfallverhütungsvorschrift Laserstrahlung, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1993, Bestell-Nr. GUV 2.20

Unfallverhütungsvorschrift Sauerstoff, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1993, Bestell-Nr. GUV 9.8

Unfallverhütungsvorschrift Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1990, Bestell-Nr. GUV 0.7

Unfallverhütungsvorschrift Zentrifugen, Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand e.V. - BAGUV -, 1993, Bestell-Nr. GUV 3.16

Verantwortlichkeit nach Maßgabe der Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung) an den Hochschulen des Landes Niedersachsen, Erlaß des MWK vom 30.11.1992

Verordnung über Betriebsbeauftragte für Abfall (AbfBeauftrV) vom 26.10.1977, BGBl. I 1977, S. 1913

Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF): Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande vom 13.12.1996, BGBl. I 1996, S. 1937, BGBL. I 1997, S. 447

Verpackungsverordnung (VerpackV): Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen vom 12.06.1991, BGBl. I 1991, S. 1234

Abfall		9.
Abfallarten	allgemeines	9.2.
	Restmüll	9.2.1.
	Sonderabfall	Sonderabfall
	Wertstoffe	9.2.2.
Abfallentsorgung		9.1.
Abfallkonzept		9.1.
Abfallvermeidung		9.1.
Abfallverminderung	Allgemeines	9.1.
	Ersatzstoffe	9.1., 9.2.3.
	Methodenänderung	9.1., 9.2.3.
	Reaktionsansätze	9.2.3.
	Recycling	9.1., 9.2.3.
	wäßrige Lösungen	9.2.3.
Absaugen		Unterdruck
Absperrungen für Wasser, Strom, Gas		11.1.
Abwasser	Grenzwerte	9.2.4.
Abwasser, Schadstoffbelastung durch Wasserstrahlpumpe		5.1.2.
Abzug		4.3.1., 4.6., 5., 5.2.1., 5.2.2., 6.6., 6.8.1., 7.5., 7.6., 7.7., 7.8., 7.10.
		Chemikalien
	Abzugsscheibe, -schieber	4.6., 6.8.1.
	Allgemeines	4.6.
	Arbeiten mit Gasen	5.2.
	Chemikalienaufbewahrung	4.6.
	Flußsäure	4.6.
	Perchlorsäure	4.6.
	Schwefelsäure	4.6.
	Schwefelwasserstoff	4.6.
Acetaldehyd		7.6., 7.10.1.
Acetamid		7.10.1.
Acetanhydrid		7.8.
Aceton		6.8.4., 7.1., 7.3.
Acetondicarbonsäure und ihre Ester		6.10.
Acetonitril		7.3., 7.7.
Acetylchlorid		7.4., 7.8.
Acetylen, -salze		5.2.1., 7.1., 7.4.
Acrylamid		7.10.1., 7.10.2.
Acrylnitril		6.8.6., 7.7., 7.10.1., 7.10.2.
Acrylsäurederivate		7.9., 7.11.
Adsorbentien		2.2.7., 11.1., 11.3.
Alarmierung im Notfall		12.
Aldehyde		7.1., 7.3.
Alkalimetalle		7.4, 7.12., 11.1.
	Kühlwasser	4.4.
Alkohole		7.1.
Alkoholgenuß		Nahrung
Alkylierungsreagentien		7.10.
Allylalkohol		7.7.
Altfarben	Entsorgung	9.3.
Altlacke	Entsorgung	9.3.
Altöl		9.3.
Aluminiumalkyle		7.12.
Aluminiumoxid		5.1.1., 7.1.
	zum Trocknen	4.9.3., 4.9.4.
Ameisensäure		7.8.
Amine		7.8., 7.9.

Amine, aromatisch mit zwei oder mehr Ringen		7.10., 7.11.
4-Aminodiphenyl, 4-Aminobiphenyl		6.7.2., 7.10.1.
2-Amino-5-chlorbenzophenon		6.10.
4-Amino-3-fluorphenol		7.15
Aminoverbindungen, aromatische		6.8.6.
Ammoniak, Ammoniak-Lösungen		5.2.1., 7.8., 7.9.
Ammoniumchromat		7.1.
Ammoniumdichromat		7.1., 7.10.1
Ammoniumnitrat		7.1.
Amphetamin		6.10.
Anhörung von Beschäftigten		6.11.
Anilin		7.10.1.
Anisidine		7.13.
Anthranilsäure		6.10.
Antifoulingfarben		6.7.2., 6.8.6.
Antimontrioxid		7.10.1.
Apparaturen		Versuchsgeräte
Arbeitgeber		1.1.1.
Arbeitskleidung		Körperschutz
	Aufbewahrung von	3.3.
	wöchentliche	4.
Arbeitstage		2.2.12.
Arbeitstische		6.8.6.
Arbeitsverweigerung		4.
Arbeitszeiten	am Wochenende	4.
	Nachtarbeit	4.
	tägliche	4.
Armaturen		2.2.10.
Arsen		6.7.2., 6.8.6. 7.7., 7.10.1.
Arsenate		6.8.6., 7.10.1.
Arsenige Säure		6.8.6., 7.10.1.
Arsenite		6.8.6., 7.10.1.
Arsenpentoxid		6.8.6., 7.10.1.
Arsensäure		6.8.6., 7.10.1.
Arsentrioxid, Arsen(III)-oxid		6.8.6., 7.10.1.
Arsenverbindungen		Arsen
Arsenwasserstoff		6.8.4.
Arsin		6.8.4.
Arzneimittel	krebserzeugende	7.10.1.
Asbest		6.7.2., 6.8.4., 6.8.6, 7.10.1., Sonderabfall
Asbestose		6.8.4.
Atemgifte		Chemikalien
Atemschutz		11.1., Augenschutz
	-maske	2.1.1., 2.2.6.
	-merkblatt	2.1.5.
	Brillenträger	2.1.5.
	Filter	2.1.5., 2.2.6.
	Vorsorgeuntersuchungen	2.1.5.
Auffangwannen		Versuchsgeräte
Aufzug	Transportverbote	4.4., 5.2.2.
Augennotdusche		Augenschutz
Augenschutz		2.1.1.
	Atemschutzmaske	2.1.1., 2.1.5.
	Augennotdusche	2.2.1., 11.1.
	Augenspülflasche	2.2.1., 2.2.2., 11.1.
	Brillenträger	2.1.1., 2.1.5., 5.
	Kontaktlinsen	2.1.1., 12.5.
	Korbbrille	2.1.1.

	Schutzbrille	2.1.1., 5., 6.8.3., 7.8., 12.5.
	Überbrille	2.1.1., 5.
	UV-Licht, Laser	10.2.,10.3.
Augenspülflasche		Augenschutz
Auslöseschwelle	Definition	6.8.5.
	persönliche Schutzausrüstung	6.8.5.
	Überschreitung	6.8.3., 6.8.5.
	Unterschreitung	6.8.5.
	Vorsorgeuntersuchungen	Vorsorgeuntersuchungen
Autoklaven		5.2.4.
	aus Glas	5.2.4.
	Bombenrohre	5.2.4.
	Prüfungen	5.2.4.
Azide		7.1.
Azoisobutyronitril,alpha,alpha'-		7.1.
Azofarbstoffe, Azoverbindungen	7.10.1.	
Bariumsalze		7.6.
BAT	Definition	6.8.5., 4.6.
Bedienungsanleitung		Versuchsgeräte
Behälter mit schädlichem Restinhalt		9.3.
Belüften		Unterdruck
Benzalchlorid		alpha,alpha-Dichlortoluol
Benzaldehyd		6.10., 7.6.
Benzidin und seine Salze		6.7.2., 7.10.1.
Benzin		6.7.1., 7.3.
Benzol		6.7.2., 6.8.4., 6.8.6., 7.7., 7.10.1., 7.10.2.
	Ersatzstoffe für	6.7.1.
Benzoylchlorid		6.10.
Benzo[a]pyren		6.8.6.
Benzolsulfonate	7.11.	
Benzylbromid		7.9.
Benzylchlorid		alpha-Chlortoluol
Benzylmethylketon		6.10.
Beryllium, -verbindungen		7.10.1., 7.11.
Beschäftigte	Definition	1.1.2.
	Anhörung und Unterrichtung	6.11.
Beschäftigungsbeschränkung		8.1., 8.2.
	für Jugendliche	8.2.1.
	für gebärfähige Frauen	8.2.3.
	für werdende/stillende Mütter	8.2.2.
Betäubungsmittel		6.10.
Betäubungsmittelgesetz		6.4.1.
Betriebsanweisung	Geltungsbereich	Vorwort, 1.
	Sinn	Vorwort
	stoffspezifisch für Chemikalien	7., Chemikalien -Betriebsanweisung
Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert (BAT)		BAT
biologisches Material	gefährliches	6.1., Gentechnik
	gentechnisch verändert	10.6.
Biphenyle, polychlorierte		6.7.2.,7.10.1., 7.10.3.
Bis(chlormethyl)ether		6.7.2., 7.10.1.
Bitumen		7.10.1.
Blausäure		Cyanwasserstoff
Blei, -verbindungen		6.8.6., 7.6., 7.10.3., 7.13.
Bleiacetat, basisch		7.10.1.
Bleichromat		7.10.1.
Bleitetraethyl		6.8.6.
Bleitetramethyl		6.8.6.

Bodenabläufe		2.2.9.
Bohrölemulsionen	Entsorgung	9.3.
Bombenrohre		Autoklaven
Borhydride		Natriumborhydrid
Brand		Feuer
Brandverhütungsmaßnahmen		11.1.
brennbare Flüssigkeiten		7.3.
Brillenträger		Augenschutz
Bromaniline		7.13.
Brom		6.8.4., 7.8.
	Aufbewahrung	6.4.1.
Bromethan		7.10.1.
Bromethylen, Bromethen = Vinylbromid		7.10.1.
Brommethan		7.10.2.
2-Brompropan		7.10.3.
Bromwasserstoffsäure		7.8.
Bunsenbrenner		Versuchsgeräte
Bürraum	Definition	1.1.4.
Bürotätigkeit	Definition	1.1.6.
1,3-Butadien		5.2.1., 7.10.1.
Butan (und iso-Butan, verunreinigt mit Butadien)		7.10.1.
1-Butanol		7.6.
Butanon		7.3.
Butylglycol		6.7.1.
Butylglycolacetat		6.7.1.
Butylmethylether, tert-		6.7.1.
Cadmium, -verbindungen		6.7.2., 6.8.6., 7.10.1., 7.13.
Cadmiumchlorid		7.10.1., 7.10.2., 7.10.3.
Cadmiumfluorid		7.10.1., 7.10.2, 7.10.3.
Cadmiumiodid		7.10.1.
Cadmiumoxid		7.10.1.
Cadmiumsulfat		7.10.1.
Cadmiumsulfid		7.10.1.
Calciumchlorid	zum Trocknen	4.9.3., 4.9.4.
Calciumchromat		6.8.6., 7.10.1.
Calciumhydrid		7.4.
Calciumoxid	zum Trocknen	4.9.3.
Carbide		Acetylen
Carbonate		6.7.1.
Carbonylierung		6.7.1.
Cer(III)-chlorid		7.13.
Chemikalien	Abzug	Abzug
	Arbeitsverweigerung	6.8.6.
	asbesthaltige	6.7.2.
	Atemgifte	6.8.4.
	- ätzend	6.8.4.
	- erstickend wirkend	6.8.4.
	- reizend	6.8.4.
	- toxisch	6.8.4.
	Aufbewahrung Definition	6.4., 6.4.1.
	- unter Verschuß	6.4.1.
	Auslöseschwelle	Auslöseschwelle
	Betriebsanweisungen (BA):	
	BA, ätzend	7.8.
	BA, augengefährdend	7.14.
	BA, brandfördernde	7.2.
	BA, hochentzündlich, leichtentzündlich, entzündlich	7.3.

BA, chronisch schädigend	7.10.
BA, erbgutverändernd	7.10.
BA, explosionsgefährlich	7.1.
BA, fortpflanzungsgefährdend	7.10.
BA, gesundheitsschädlich	7.6.
BA, giftig, sehr giftig	7.7.
BA, krebserzeugend	7.10.
BA, kumulative Wirkung	7.13.
BA, mit Säure gefährlich reag.	7.5.
BA, m. Wasser gefährlich reag	7.4., 4.4.
BA, reizend	7.9.
BA, selbstentzündlich	7.12.
BA, sensibilisierend	7.11.
BA, umweltgefährlich	7.15.
BAT-Werte, Definition	BAT
Bereitstellen, Definition	6.4.1.
Beschäftigungsbeschränkung	Beschäftigungsbeschränkungen
Betriebsanweisung (BA)	7.
brandfördernd, Lagern	6.4.2.
brennbare, Lagern	6.4.2.
Chemikalienbörse	9.2.3.
Einstufung	6.
Entsorgung	Abfall, Sonderabf.
erbgutverändernde	6.7.1., 7.10.2., 6.8.4.
- Anzeige des Umganges mit	7.10.2.
Ermittlungspflicht	6.
Ersatzstoffe, Beispiele	6.7.1.
Ersatzstoffprüfung	6.7.1., 6.8.5.
Etikettierung	6., 6.2.
fortpflanzungsgefährdend	7.10.3., 6.8.4.
Gefahrensymbole	6., 6.2., 6.3.1.3.
Gefahrenhinweise	R-Sätze
Gefahrstoff, Definition	6.1.
giftige, Lagern	6.4.2.
Hautresorption	6.8.3.
Herstellungsverbote	6.7, 6.7.2.
im Arbeitsgang befinden	6.4.1.
in Glasgefäßen	6.4.1.
Inverkehrbringen	1.1.8.
Kennzeichnung	6., 6.3.
- nicht notwendig	6.3.3.
- für Stoffgemische	6.3.4.
- vereinfachte	6.3.2.
- vollständige	6.3.1.
- für nicht geprüfte Stoffe	6.3.5.
Kontrollmessung	Kontrollmessung
krebserzeugend	4.6., 6.7.1., 6.8.4., 7.10.1., 13.
- Vorsorgeuntersuchungen	6.8.6.
- Anzeige des Umganges mit	7.10.1.
Kühlschränke	Kühlschränke
Kühltruhen	Kühltruhen
Lagern im Etagenlager	6.4.2.
Lagern, Definition	6.4.1.
Liste	Gefahrstoffverzeichnis
MAK-Werte, Definition	MAK
noch nicht geprüfte	6., 6.1.
phlegmatisierte	7.1.
Pipettieren	6.6.

	polizeiliche Kontrolle	6.10.
	R-Sätze	6., 6.3.1.1.
	radioaktive	Radioaktivität
	S-Sätze	6., 6.3.1.2.
	Schutz vor Aufnahme	6.8.
	- dermal	6.8.1., 6.8.3.
	- inhalativ	6.8.1., 6.8.4.
	- oral	6.8.1., 6.8.2.
	Schutzmaßnahmen, Rangfolge	6.8.1.
	Schutzausrüstung	6.8.1.
	selbstentzündliche	6.4.1.
	Sicherheitsschrank	Sicherheitsschrank
	Sicherheitsratschläge	S-Sätze
	Sonderabfall	Sonderabfall
	Stäube	4.6., 6.1., 6.8.4.
	Transport	6.5.
	Transport im Aufzug	6.5.
	Transport über Straße	6.5., 9.2.3.
	TRK-Werte, Definition	TRK
	Umfüllen	6.6.
	Umgang, Definition	1.1.3., 1.1.7., 6.
	umweltgefährliche	7.15.
	Unfälle mit	11.3.
	Verwendungsverbote	6.7., 6.7.2.
	Verzeichnis	6.9.
	Wirkung, lokal / systemisch	6.8.3., 6.8.4.
Chlor		6.8.4.
Chloracetaldehyd		7.10.1.
2-Chloracetamid		7.10.3.
Chloraniline		7.13.
Chlorate		7.1., 7.2.
Chlorbenzol		7.6.
2-Chlor-N,N-dimethylpropylamin		6.10.
1-Chlor-2,3-epoxypropan		7.10.1.
Chloressigsäure		7.7.
Chlorethan		7.10.1.
Chlorethylen		Vinylchlorid
Chlorformylierung		6.7.1.
Chlorierung		6.7.1.
Chlormethan		7.10.1., 7.10.3.
	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
5-Chlor-2-methylaminobenzophenon		6.10.
Chlormethylmethylether		6.7.2., 7.10.1.
Chloroform		Trichlormethan
Chlorparaffine		7.10.1.
Chlorperbenzoesäure, 3-	Ersatzstoff für	6.7.1.
Chlorstickstoff		7.1.
Chlorsulfonsäure		7.4., 7.8.
	Aufbewahrung	6.4.1.
alpha-Chlortoluol		7.9., 7.10.1.
Chlorwasserstoff		6.8.4.
Chromate, Chrom(VI)-verbindungen		6.8.6., 7.1., 7.2., 7.10.1.
Chromcarbonyl		7.10.1.
Chrom(III)-chromat		6.8.6., 7.10.1.
Chrom(VI)-oxid		7.10.1.
Chromoxychlorid		7.10.1., 7.10.2.
Chromschwefelsäure	zum Reinigen	9.4.
(sonst) chronisch schädigende Stoffe		7.10.4.

Chrysen		7.10.1., 7.10.2.
Citral		6.10.
Cobalt und seine Verbindungen		7.10.1., 7.11.
Crotonaldehyd		7.10.1.
Cumol		7.1., 7.3., 7.9.
Cyanamid		7.11.
Cyanide		7.5.
Cyanwasserstoff		6.8.3., 6.8.4.
Cyclohexan		6.7.1.
Cyclohexanol		7.6.
Cycloheximid		7.10.2., 7.10.3.
Dämpfe		Gase
Dauerversuche	Allgemeines Laborbuch	4.8. 4.8.
Dauerversuchsräume		4., 4.8.
Dehydratisierung		6.7.1.
Dekalin		7.1., 7.3.
Destillation		Unterdruck
	Allgemeines im Vakuum	4.3.2. Vakuumdestillation
	Rotationsverdampfer	4.3.2.
Dewargefäße		Gase, tiefkalt, Unterdruck, Glasgeräte
Diazomethan		7.10.1.
Diazoniumsalze		7.1.
1,2-Dibromethan		7.10.1.
Dicarbonsäureanhydride		7.11.
1,4-Dichlor-2-buten		7.10.1.
1,2-Dichlorethan		7.10.1.
1,1-Dichlorethen		7.10.1.
Dichlormethan		6.7.1., 7.1., 7.6., 7.10.1.
1,2-Dichlorpropan		7.10.1.
1,3-Dichlorpropen (cis- und trans-)		7.10.1., 7.11.
alpha,alpha-Dichlortoluol		7.10.1.
Dicyan		5.2.1.
N,N-Dicyclohexylcarbodiimid		7.11., 7.14.
Dieselmotoremissionen		7.10.1.
2,5-Diethoxytetrahydrofuran		6.10.
Diethylaniline		7.13.
Diethylcarbamidsäurechlorid		7.10.1.
Diethylether		6.8.4., 7.1., 7.3.
	Aufbewahrung	6.4.1.
	Ersatzstoffe für	6.7.1.
Diethylsulfat		7.10.1., 7.10.2.
Diffusionspumpe		Vakuumpumpe
1,4-Dihydroxybenzol		siehe Hydrochinon
Diisopropylether		7.1., 7.3.
DIMCARB		6.7.1.
2,5-Dimethoxybenzaldehyd		6.10.
2,5-Dimethoxytetrahydrofuran		6.10.
2,5-Dimethoxytoluol		6.10.
Dimethylamin	Ersatzstoff für	6.7.1.
Dimethylammoniumdimethylcarbammat		6.7.1.
Dimethylaniline		7.10.1., 7.13.
Dimethylcarbamidsäurechlorid, Dimethylcarbamoylchlorid		6.7.2., 7.10.1.
Dimethylcarbonat		6.7.1.
Dimethylethylenurea		6.7.1.
N,N-Dimethylformamid		7.10.3.
Dimethylnitrosamin		6.7.2., 7.10.1.

Dimethylpropylenurea		6.7.1.
Dimethylsulfat		7.7., 7.10.1., 7.10.2.
	Ersatzstoff für	6.7.1.
Dimethylsulfoxid (DMSO)		6.7.1.
Dinitroaniline		7.13.
Dinitrobenzole		7.13.
Dinitrophenole		7.13.
Dinitrotoluole		7.13.
1,4-Dioxan		7.1., 7.3., 7.6., 7.10.1.
	Ersatzstoff für	6.7.1.
Dioxine, polychl. Dibenzo-p-,	Verwendungsverbote	6.7.2.
	krebserzeugende	7.10.1.
Di- μ -oxo-di-n-butylstanniohydroxyboran		6.7.2.
Diphenylamin		7.13.
Diphenylacetonitril		6.10.
Diphosgen		6.7.1.
Dipropylether		7.1., 7.3.
DMSO		Dimethylsulfoxid
Drehschieberpumpe		Vakuumpumpe
Drogen		Nahrung
Druckbehälterverordnung		5.2.4.
Druckgasflaschen		Gasflaschen
Einstufung von Gefahrstoffen		6.
Eis, Eis/Kochsalz		Kühlen
Eisen(II)-chlorid		7.14.
Eisen(III)-chlorid		7.14.
Eisen(II)-sulfat		7.1.
Eisensalzlösungen	Entsorgung	9.3.
Elektrische Geräte		Versuchsgeräte
elektronische Geräte, Elektronikschrott		Abfallarten, Wertstoffe
elektrostatische Aufladung		7.3.
Entsorgung		Abfall, Sonderabf.
Entwickler	Entsorgung	9.3.
Ephedrin		6.10.
Epichlorhydrin		7.10.1.
Epoxide		7.10.
Ergotalkaloide		6.10.
Ermittlungspflicht		6.
Ersatzstoffe, Ersatzstoffprüfung		Chemikalien
Erste-Hilfe	Atemstillstand	12.1., 12.7.
	Bewußtlosigkeit	12.1., 12.7.
	elektrischer Strom	12.8.
	Ersthelfer	12.1.
	Grundsätze	12.1.
	Herzstillstand	12.1., 12.7.
	Kasten	2.2.5., 11.1., 12.1.
	Knochenbrüche	12.3.
	Notruf 0112	12.
	Prellungen	12.3.
	Reizungen	12.4., 12.5.
	Rettungsleitstelle	Tel. 019222
	Schnittwunden	12.2.
	Schocklage	12.1.
	stabile Seitenlage	12.1., 12.7.
	Verätzungen	12.4., 12.5.
	Verbandsbuch	2.2.5., 12.1.
	Verbrennungen	12.6.
	Verbrühungen	12.6.

Erste-Hilfe-Kasten	Vergiftungen	12.7.
Erwärmen	auf Siedepunkt	2.2.5., 11.1., 12.1.
	Destillation	4.3.2.
	Rühren	Destillation
	Siedekapillare	4.3.2.
	Siedestäbchen	4.3.2., 5.
	Siedesteine	4.3.2.
	Siedeverzug	4.3.2., 5.
	unter Unterdruck	4.3.2., 5.
Erzeugnis		5.1.1.
Essen		6.1.
Essigsäure		Nahrung
Essigsäureanhydrid		7.8.
Essigsäurechlorid		Acetanhydrid
Essigsäureethylester		Acetylchlorid
Estrogene Steroide		6.8.4., 7.3.
Ethanol		7.10.1. 7.10.3.
Ether		7.3.
Ethidiumbromid		7.1., Diethylether
2-Ethoxyethanol		7.10.2.
2-Ethoxyethylacetat		6.7.1., 7.10.3.
Ethylen		6.7.1., 7.10.3.
Ethylenglycol		7.10.2.
Ethyl-3-ethoxypropionat	6.7.1.	7.6.
Ethylglycol		2-Ethoxyethanol
Ethylglycolacetat		Ethoxyethylacetat
Ethylenimin		7.10.1., 7.10.2.
Ethylenoxid		5.2.1., 7.10.1., 7.10.2.
Etikettierung von Chemikaliengebunden	Chemikalien	
Evakuieren	Unterdruck	
Exsikkator	4.4., 5.1.1., 7.4., Unterdruck-	
	Glasgeräte	
Farben	Entsorgung	9.3.
FCKW, FKW		Umlaufkühler, Fluorchlorkohlenw.
Feinchemikalien	Entsorgung	9.3.
Feststoffe	Trocknen von	Trocknen
Feuchtigkeitsindikator		4.9.3., 4.9.4.
Feuer	Sammelplatz	11.2.
Feuer	Verhalten bei	11.2.
Feuerlöschdecke		Feuerlöscher
Feuerlöscher	Feuerlöschdecke	2.2.3., 11.1.
	Kohlensäure-	2.2.3., 2.2.4., 11.1., 11.2.
	Löschsand	2.2.3.
Feuermelder		2.2.3., 11.1.
Feuerwehr		11.4.
	Feuermelder	11.4.
	Notruf 0112	11.2., 11.3.
Filmdosimeter		11.2., 11.3.
Fixierbäder	Entsorgung	10.4.
Fluchtwege		9.3.
Fluor, -verbindungen		6.4.1., 11.1.
	Ersatzstoff für	2.1.5.
	Vorsorgeuntersuchungen	6.7.1.
p-Fluoroanilin		6.8.6.
Fluorchlorkohlenwasserstoffe		6.10.
flüssiger Stickstoff		6.7.1., 7.15.
		Kühlfalle

Flüssiggase		Gase
Flüssigkeiten	Trocknen von brennbare	Trocknen Chemikalien, brennbare
Flußsäure	Erste-Hilfe	7.8., Abzug 12.4.
Formaldehyd		6.7.2., 7.6., 7.10.1., 7.11.
Formaldehyddiethylacetal		6.7.1.
Formaldehyddimethylacetal		6.7.1.
Fotochemikalien		Entwickler, Fixierbäder
Fulminate		Knallsäuresalze
Fumarsäure		7.9.
2-Furaldehyd		7.10.1.
Furane, polychlorierte Dibenzo-,	Verwendungsverbot	6.7.2.
Fußschutz: Sicherheitsschuhe, Sicherheitsgummistiefel		2.1.3.
Gallussäure		6.10.
Gasarmatur		5.2.2.
Gasausbrüche		11.3.
Gasbrenner		Versuchsgeräte
Gase		5.
	Absorption von	5.2.3.
	ätzende	5.2.2.
	Arbeiten im Abzug	5.2.1., 5.2.2.
	Arbeiten mit	5.2.1.
	Aufnahme durch Haut	6.8.3.
	brennbare	5.2.2.
	Einleiten von	5.2.3.
	Entnahme von	5.2.2.
	erbgutverändernd	5.2.1., 5.2.2.
	erstickend wirkende	5.2.2.
	Flüssiggase	4.4.
	Fluor	2.1.5.
	fortpflanzungsgefährdend	5.2.1., 5.2.2.
	gesundheitsschädlich	5.2.1., 5.2.2.
	giftig, sehr giftig	5.2.1., 5.2.2.
	Kondensieren	4.4.
	krebserzeugend	5.2.1., 5.2.2.
	nitrose	6.8.4.
	Normaldruck	5.2.
	Phosgen	2.1.5.
	Phosphorwasserstoff	2.1.5.
	Schutzhandschuhe	2.1.2.
	Schwefelwasserstoff	2.1.5.
	Sicherheitsflaschen	5.2.3.
	tiefkalt verflüssigt	2.1.1., 4.4., Kühlfalle
	Trocknen von	Trocknen
	Überdruck	5.2.
	Unfälle mit	11.3.
Gasflaschen	Aufbewahrung	5.2.2.
	Aufstellen im Labor	5.2.2.
	Druckminderer	5.2.2.
	entleerte	5.2.2.
	Entnahmeventile	5.2.2.
	Gaskartuschen	5.2.2.
	Sicherheitsschrank	Sicherheitsschrank
	Sichern gegen Umfallen	5.2.1., 5.2.2.
	Transport	5.2.2.
	TÜV-Überprüfung	5.2.2.
	Verbote für Aufzug	5.2.2.

	Entsorgung	9.3.
Gasleitung		5.2.2.
Gefahrenhinweise		Chemikalien, R-Sätze
Gefahrensymbole		Chemikalien
Gefahrfall	Verhalten im	11.
	Vorsorgemaßnahmen	11.1.
Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)		Chemikalien-Transport
Gefahrstoffe		Chemikalien
Gefahrstoffe als Sonderabfall		Sonderabfall
Gefahrstoffverzeichnis		6.9.
Genlabor		10.6.
Gentechnik		6.1., 10.6.
Geräte		Versuchsgeräte
Gesichtsschutz		2.1.1.
	Gesichtwaschen	Hygiene
	Schutzschirm	2.1.1., 7.8.
Gesichtwaschen		Hygiene
GGVS		Gefahrgutverordnung
Glasbläser		4.2.
Glasgeräte	Allgemeines, Umgang mit	4.2.
	Dewargefäße	5.1.1.
	Saugflasche	5.1.1.
	Schliffett	4.2., 9.4.
	Stopfen, festsitzend	4.1.
	Temperaturgrenzen	4.2, 4.3
	unter Unterdruck	5.1.1.
Goldsalze		7.1.
GRIGNARD-Reagentien		6.7.1., 7.12.
Gummischürze		Körperschutz
Händewaschen		Hygiene
Handgebrauch		6.4.1., 7.3.
Handschutz		Schutzhandschuhe
	Händewaschen	Hygiene
Hausmüll		Restmüll
Hautpflegemittel		2.1.2.
Hautresorption		Chemikalien
Heißluftgeräte		Versuchsgeräte
Heizhauben, Heizpilze, Heizplatten, Heizgeräte		Versuchsgeräte
Herstellungsverbote für Chemikalien		6.7., 6.7.2.
Herzschrittmacher		10.1.
1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan		6.7.2.
Hexamethylphosphorsäuretriamid	Ersatzstoff	6.7.1., 7.10.1., 7.10.2.
	Verwendungsbeschränkung	6.7.2.
Hexan		7.3., 7.10.3.
2-Hexanon		7.10.3.
Hinweise auf besondere Gefahren		Chemikalien, R-Sätze
HMPT		Hexamethylphosphorsäuretriamid
Holzstaub, atembar		7.10.1.
Hosen, Tragen im Labor		Körperschutz
Hydrazin, -verbindungen		7.10.1., 7.11.
Hydrazobenzol		7.10.1.
Hydride, komplexe		7.4., 7.5.
Hydrochinon		7.10.1., 7.10.2.
Hydroxybenzotriazol, 1-		7.1.
Hydroxylamin		7.11.
Hydroxylammoniumchlorid		7.11.
Hydroxylammoniumsulfat		7.11.
Hygiene		3.1.

Indol		6.10.
Inverkehrbringen von Gefahrstoffen		1.1.8.
Iod		7.6.
Iodmethan		6.8.6., 7.7., 7.10.1.
Isatosäureanhydrid		6.10.
Isobutan mit mehr als 0,1 % Butadien		7.10.1.
Isocyanate		6.7.1., 6.8.6., 7.11.
Isocyanide		6.7.1.
Isosafrol		6.10.
Kalilauge		Kaliumhydroxid
Kalium		4.3.1., 7.1., 7.4., 7.12.
	Kühlwasser	4.4.
	zum Trocknen	4.9.3.
Kaliumbromat		7.10.1.
Kaliumcarbonat	zum Trocknen	4.9.3.
Kaliumchromat		7.10.1., 7.10.2.
Kaliumcyanid		7.5., 7.7.
Kaliumdichromat		7.10.1., 7.10.2.
Kaliumhydroxid		5.1.1., 7.1., 7.8.
	zum Trocknen	4.9.3., 4.9.4.
Kaliumpermanganat		7.2.
	zum Reinigen	9.4.
Kartuschenbrenner		Versuchsgeräte
Kennzeichnung von Chemikaliengebunden		Chemikalien
Ketone		7.1., 7.3.
Kieselgel		5.1.1.
	zum Trocknen	4.9.3., 4.9.4.
Kippscher Apparat		5.2.2.
Knallsäuresalze		7.1.
Kobalt und seine Verbindungen		Cobalt
Kohlendisulfid		Schwefelkohlenstoff
Kohlenmonoxid		5.2.1., 6.8.4., 6.8.6., 7.10.3.
Kohlensäure-Feuerlöscher		Feuerlöscher
Kohlenwasserstoffe, aromatische		7.10.
Kohlenwasserstoffe, chloriert		6.8.4., 7.1., 7.10.
Kondensationssystem		Vakuumpumpe, Membran-
Kondensieren		Gase
Königswasser		7.8.
Kontaktlinsen		Augenschutz
Kontrollmessungen		6.8.6.
Korbbrille		Augenschutz
Korkbohrer		4.1.
Körperschutz		2.1.4.
	Arbeitskleidung	2.1.4.
	Aufbewahrung von Laborkittel	3.3.
	Aufbewahrung von Straßenkleidung	3.3.
	Gummischürze	2.1.4., 7.8.
	Hose	2.1.4., 9.4.
	Laborkittel	2.1.4., 3.3., 3.4., 9.4.
	Nylonstrumpfhose	2.1.4.
	Rock, lang	2.1.4.
	Schmuckstücke	2.1.4.
	Tragen von Laborkitteln	3.4.
	Tragen von Straßenkleidung	3.4.
Kristallviolett		7.10.1., 7.14.
18-Krone-6		6.7.1.
Kühlaggregat		Kühlen
Kühlen	Allgemeines	4.4.

	Eis/Kochsalz	4.4.
	Kühlaggregat	4.4.
	Kühlgeräte	4.4.
	Kühlwasser	4.4.
	Trockeneis	4.4.
	Umlaufkühler	4.4.
Kühlfalle		5.1.2.
Kühlgerät		Kühlen
Kühlschmierstoffe		6.7.2., 7.10.1., 9.3.
Kühlschränke	Entsorgung für Chemikalien für Nahrung/Lebensmittel	4.4., 6.4.1., 7.3. Nahrung Kühlschränke
Kühltruhen		Kühlen
Kühlwasser		
Kupfersulfat	zum Trocknen	4.9.3.
Laboratorium	Definition	1.1.3.
	Überbelegung	6.8.5.
	Zugangsbeschränkung	6.4.1.
Laborbuch		Dauerversuche
Laborkittel		Körperschutz
Labortätigkeit	Definition	1.1.5.
Labortür		Tür
Lacke	Entsorgung	9.3.
Lärmschutz		2.2.14.
Laser		10.2.
Laugen	Entsorgung	9.3.
Laugen, verdünnt		7.9.
Latex-Handschuhe		2.1.2., 7.11.
Lebensmittel		Nahrung
Licht, intensives sichtbares		10.2.
Licht, UV		10.3.
Ligroin		6.7.1.
D,L-Limonen		6.7.1.
Lindan		7.15.
Lithium		7.1., 7.4.
Lithiumaluminiumhydrid		4.4., 6.4.1., 7.4., 7.5., 7.12.
	zum Trocknen	4.9.3.
Löschdecke		Feuerlöscher
Löschsand		Feuerlöscher
Lösungsmittel, halogenfrei	Entsorgung	9.3.
Lösungsmittel, halogenhaltig	Entsorgung	9.3.
Lysergsäure		6.10.
Magnesiummonoperoxyphthalat		6.7.1.
Magnesiumsulfat	zum Trocknen	4.9.3.
Magnetfelder	Gefahren von starken	10.1
MAK		4.6., 6.8.3.
	Definition	6.8.5.
Maleinsäure		7.9.
Maleinsäureanhydrid		7.9., 7.11.
Manometer	Quecksilbermanometer	5.1.2.
Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK)		MAK
Medikamente		Nahrung
Membranpumpe		Vakuumpumpe
	Kondensationssystem	5.1.2.
Metallalkyle		6.4.1.
	Kühlwasser	4.4.
	Schutzgas	5.2.2.
Metallbad		Versuchsgeräte

Metalle		7.5.
		Abfallarten, Wertstoffe
Metallhydride		7.4.
Methacrylate		7.11.
Methanol		7.3., 7.7.
	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
Methansulfonylchlorid		7.14.
2-Methoxyethanol		6.7.1., 7.10.3.
2-Methoxyethylacetat		6.7.1., 7.10.3.
4-Methoxyindol		6.10.
1-Methoxy-2-propanol		6.7.1.
1-Methoxy-2-propylacetat		6.7.1.
2-Methoxy-1-propanol		7.10.3.
2-Methoxy-1-propylacetat		7.10.3.
Methylaniline		7.13.
4-Methylbenzylchlorid		7.14.
Methylchlorid		Chlormethan
Methylenchlorid		Dichlormethan
1,2-Methylenedioxi-4-propenylbenzol		6.10.
Methylglycol		2-Methoxyethanol
Methylglycolacetat		Methoxyethylacetat
2-Methylimidazol		7.14.
Methyliodid		Iodmethan
Methyl-2-pyrrolidon, 1-		6.7.1.
Methylviolett		7.14.
mindergiftig		gesundheitsschädlich
Mineralfasern, künstliche bzw. keramische		7.10.1.
Mineralwolle		7.10.1.
MMPP		6.7.1.
Molekularsieb		5.1.2.
	Regeneration	4.9.3.
	zum Trocknen	4.9.3., 4.9.4.
Monomethyldibromdiphenylmethan		6.7.2.
Monomethyldichlordiphenylmethan		6.7.2.
Monomethyltetrachlordiphenylmethan		6.7.2.
Morphin		6.10.
Müll		Abfall
Nahrung	Alkoholgenuß	3.1.
	Aufbewahrung von	3.1.
	Aufnahme von	3.1.
	Drogen	3.1.
	Kühlschränke für	3.1.
	Medikamente	3.1.
	Sozialräume	3.1.
	Zubereitung von	3.1.
Naphthalin		7.10.1.
Naphthalin-2,3-diol		7.14.
2-Naphthylamin		6.7.2., 7.10.1.
Natrium		7.1., 7.4.
	Kühlwasser	4.4.
	zum Trocknen	4.9.3.
Natriumborhydrid		7.5., Metallhydride
Natriumcarbonat		7.9.
Natriumchromat		7.10.1., 7.10.2.
Natriumcyanid		7.5.
Natriumdichromat		7.10.1
Natriumdisulfit		7.14.
Natriumhydroxid		7.1., 7.8.

	zum Trocknen	4.9.3.
Natriumsulfat	zum Trocknen	4.9.3.
Natronlauge		Natriumhydroxid
Nickel, -verbindungen		6.8.6., 7.10.1.
	sensibilisierend	7.11.
	krebserzeugend	7.10.1.
Nickel(II)-carbonat		6.8.6., 7.10.1.
Nickel(II)-hydroxid		7.10.1.
Nickelmatte, Rösten oder elektr. Raffination		7.10.1.
Nickeloxide		6.8.6., 7.10.1.
Nickel(II)-sulfat		7.10.1.
Nickelsulfide		6.8.6., 7.10.1.
Nickeltetracarbonyl		6.8.6., 7.10.1. 7.10.3.
Nitrate		7.1., 7.2.
Nitriersäure		7.1.
Nitrite		7.2.
Nitroaniline		7.13.
Nitrobenzol		7.13., 7.10.1., 7.10.3.
4-Nitrodiphenyl, 4-Nitrobiphenyl		6.7.2., 7.10.1.
Nitroglycerin		6.8.6.
Nitroglycol		6.8.6.
Nitromethan		7.6.
Nitrophenole		7.13.
N-Nitroso-N-methyl-p-toluolsulfonamid		6.7.1.
N-Nitroso-N-methylharnstoff	Ersatzstoff	6.7.1.
Nitrosoverbindungen, organisch		7.1.
Nitrotoluole		7.13.
Nitroverbindungen, aromatisch		6.8.6.
Nitroverbindungen, organisch		7.1.
Norpseudoephedrin		6.10.
Not-Aus-Schalter		4.7., 11.1., 11.3, 11.4., 12.8.
Notdusche		2.2.1., 2.2.3., 11.1., 11.2.
Notfall, mit Personenschaden		Erste-Hilfe
Notfall, ohne Personenschaden		Gefahrfall
Nylonstrumpfhose		Körperschutz
Oberflächenbehandlung in Räumen		6.8.6.
Ölbad		Versuchsgeräte
Oleum		7.8.
Olivetol		6.10.
Ordnung im Labor		3.1.
Oxalsäure		7.6.
2-Oxoglutar Säure		7.14.
Papier		Abfallarten, Wertstoffe
Pappe		Abfallarten, Wertstoffe
Paraformaldehyd	sensibilisierend	7.11.
Passivrauchen am Arbeitsplatz		7.10.1.
Peche		6.8.6.
Pentachlorethan	Verwendungsverbot	6.7.2.
	Vorsorgeuntersuchungen	6.8.6.
Pentachlorphenol	Verwendungsverbot	6.7.2.
Percarbonsäuren		7.1.
Perchlorate		7.1., 7.2.
Perchlorethylen		Tetrachlorethen
Perchlorsäure		7.1., 7.8., 6.4.1.,
	Abrauchen von	Abzug
	Ersatzstoff für	6.7.1.
Peroxide	Entfernung	7.1.
	Nachweis	7.1.

	Vorbeugung	7.1.
	in organischen Lösungsmitteln	4.9.3., 6.4.1.
	in Trocknungsmittel	4.9.3.
	organisch	7.1., 7.2., 7.9.
	sensibilisierend	7.11.
Peroxodisulfate	sensibilisierend	7.11.
Personalrat		6.8.6.
Petrolether		6.7.1.
Phenethylamin		6.10.
N-(1-Phenethyl)-piperidin-4-on		6.10.
N-(1-Phenethyl-4-piperidiny)-anilin		6.10.
N-(1-Phenethyl-4-piperidiny)-fluoranilin		6.10.
Phenetidine		7.13.
Phenylaceton		6.10.
Phenylacetonitril		6.10.
Phenylhydrazin		7.10.1., 7.10.2.
Phenylhydrazin Hydrochlorid		7.10.1., 7.10.2.
N-(1-(2-Phenylisopropyl)-4-piperidiny)-anilin		6.10.
N-(1-(2-Phenylisopropyl))-piperidin-4-on	6.10.	
Phosgen		2.1.5., 6.8.4., Gase
	Ersatzstoff für	6.7.1.
Phosphin		Phosphorwasserstoff
Phosphor, weiß		6.8.6., 7.12.
	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
Phosphorpentoxid		7.4., 7.8.
	zum Trocknen	4.9.3.
Phosphorwasserstoff		6.8.4., 7.12., Gase
Phospide		7.4.
Phthalsäureanhydrid		7.11.
Pikrinsäure		7.1.
	Entsorgung	9.3.
Piperonal		6.10.
Pipettieren		Chemikalien
Platinsalze	sensibilisierend	7.11.
Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)		6.7.2.
Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine (PCDD)		6.7.2.
Praktikum	Assistenten	13.
	Aufsicht	13.
	besondere Vorschriften	13.
	Betriebsanweisung	13.
	krebserzeug., erbgutveränd.,	13.
	fortpflanzungsgef. Chemik.	
	Schwangerschaft	13.
	Chemikalienverzeichnis	6.9., 13.
Praktikumslaboratorium	Überbelegung	6.8.5.
Propanole		7.3.
1,3-Propansulton		6.7.2., 7.10.1.
Pyridin		7.6.
Pyrogallol		7.10.2.
Pyrolyseprodukte	krebserzeugende	7.10.1.
Rock, lang		Körperschutz
Quarzstaub		6.8.4.
Quecksilber	Entsorgung	9.3.
Quecksilberalkyle		6.8.6.
Quecksilber, -verbind.	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
-verbindungen		6.7.2., 7.7. 7.11., 7.13.
Quecksilbermanometer		Manometer
R-Sätze		Chemikalien

Radioaktivität, radioaktive Strahlung, radioaktive Stoffe		6.1., 10.5.
Recycling		Abfallverminderung
Regeneration von Trocknungsmitteln		4.9.3.
Reinigung	mit Chromschwefelsäure	9.4.
	mit Kaliumpermanganat	9.4.
	persönliche Schutzausrüst.	9.4.
	Trocknung nach	9.4., 4.9.1.
	im Ultraschallbad	9.4.
	von Laborgeräten	9.4.
Restmüll		Abfallarten
Rettungswege		6.4.1.
Rhodamin B		7.14.
Rock		2.1.3.
Röntgenstrahlung		10.4.
Rotationsverdampfer		Destillation
Rührer		Versuchsgeräte
S-Sätze		Chemikalien
Safrol		6.10.
Salpetersäure		7.8., 6.4.1.
Salpetersäure, rauchend		7.1., 7.2.
Salpetersäureester		7.1.
Salzsäure		7.8.
Sammelbehälter für Sonderabfall		9.2.3.
Sandbad		Versuchsgeräte
Sauberkeit im Labor		3.1.
Saugflaschen		Unterdr., Glasger.
Säureanhydride		7.4., 7.8.
Säurechloride		7.4., 7.8.
Säurehalogenide		Säurechloride
Säuren	Entsorgung	9.3.
Säuren, konz.		7.4.
Säuren, verdünnt		7.9.
Schießofen		5.2.4.
Schläuche		Versuchsgeräte
Schlauchschellen		Schläuche
Schleifemulsionen	Entsorgung	9.3.
Schliffett		Glasgeräte
Schmelzpunktbestimmungsapparatur		Versuchsgeräte
Schminken		3.1.
Schmuckgegenstände		Körperschutz
Schnupfen von Schnupftabar		3.1.
Schutzausrüstung	im Labor	2.2.
	persönliche	2.1., 6.6., 6.8.1., 6.8.5., 6.8.6.
Schutzbrille		Augenschutz
Schutzhandschuhe	aus Baumwolle	2.1.2.
	aus Latex	2.1.2, 7.11.
	aus Leder	2.1.2., 4.2.
	gegen Chemikalien	2.1.2., 6.8.3., 7.8., 9.4.
	gegen Kälte/Hitze	2.1.2., 4.4.
Schutzhandschuhmerkblatt		Schutzhandschuhe
Schutzschirm		Gesichtsschutz
Schwangerschaft	Praktikantinnen	13.
Schwefeldioxid		6.8.4.
Schwefelkohlenstoff		7.3., 7.10.1., 7.10.3.
	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
Schwefelsäure		7.8.
Schwefelsäure, konz.		5.1.1., 5.1.2., 7.1., 7.4.
	zum Trocknen	4.9.3., 4.9.4.

Schwefelwasserstoff		2.1.5., 5.2.1., 5.2.2., Abzug, Gase
	Ersatzstoff für Vorsorgeuntersuchung	6.7.1. 6.8.6.
Schwermetalle, -verbindungen		7.10.
Selen, -verbindungen		7.13.
SEVESO-II-Richtlinie		6.7.2.
Sicherheitsbehälter		7.3.
Sicherheitsdatenblatt		6.
Sicherheitseinrichtungen, Grundsätzliches		1.2.
Sicherheitsflaschen		Gase
Sicherheitsgummistiefel		Fußschutz
Sicherheitshinweise		Chemik., S-Sätze
Sicherheitsschrank	für Chemikalien für Gase	6.4.1., 7.1., 7.3. 5.2.1., 5.2.2., 6.4.1., 6.8.5.
Sicherheitsschuhe		Fußschutz
Sicherheitsüberprüfung von elektrischen Geräten		Versuchsgeräte
Siedekapillare		Erwärmen
Siedepunkt		Erwärmen
Siedestäbchen		Erwärmen
Siedesteine		Erwärmen
Sieverzug		Erwärmen
Silane, -verbindungen		6.7.1., 7.12.
Silbersalze		7.1.
Silikogener Staub		6.8.6.
Silikose		6.8.4.
Sonderabfall	Abfallschlüssel	9.3.
	Altlacke, Altfarben	9.3.
	Anorganische Säuren	9.3.
	Asbestabfälle	9.3.
	Behälter mit schäd. Restinhalt	9.3.
	Beleuchtungsmittel	9.3.
	Bohr- und Schleifölemulsionen	9.3.
	Chemikalienbörse	9.2.3.
	Definition	9.2.3.
	Druckgasflaschen	9.3.
	Eisensalzlösungen	9.3.
	Entwicklerbäder	9.3.
	Feinchemikalien	9.3.
	Fixierbäder	9.3.
	Laugen, -gemische und Beizen	9.3.
	Lösungsmittel	9.3.
	quecksilberhaltige Abfälle	9.3.
	radioaktive Abfälle	9.3.
	Sammelbehälter	9.2.3.
	Säuren, -gemische und Beizen	9.3.
	Spraydosen	9.3.
	Spül- und Waschwässer	9.3.
Sozialräume/-bereiche		3.1.
Spraydosen	Entsorgung	9.3.
Spülwässer	Entsorgung	9.3.
Splitterschutz		5.1.1.
Stäube		Chemikalien
Stickstoff, flüssig		Gase, tiefkalt
Stickstoffwasserstoffsäure		7.1.
Stoff		6.1.
Stopfen von Glasgeräten	feststehend	Glasgeräte
Strahlenschutzbeauftragter		10.5.

Strahlenschutzverordnung		10.5.
Strahlmittel		6.8.6.
Stromausfall bei gefährlichen Reaktionen		4.1.
Strontiumchromat		6.8.6., 7.10.1.
Strumpfhose, aus Nylon		Körperschutz
Styrol		7.3., 7.9.
Styropor		Abfallarten, Wert.
Sublimation		Unterdruck
Sulfanilsäure		7.11.
Sulfidogen der Fa. Merck		5.2.2., 6.7.1.
Sulfolan		6.7.1.
TAA		Thioacetamid
TCDD		Dioxine
TCDF		6.7.2.
Technik, Stand der		1.3.
Technische Richtkonzentration (TRK)		TRK
Teeröle		6.7.2.
Teflon-Membranpumpe		Vakuumpumpe
Temperatur, notwendige Kontrolle		4.3.1.
Terphenyle, polychlorierte		6.7.2.
Tetrabutylammoniumhexafluorophosphat		6.7.1.
Tetrabutylammoniumperchlorat	Ersatzstoff	6.7.1.
2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin		Dioxine
Tetrachlorethane	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
1,1,1,2-Tetrachlorethan		6.7.2., 7.10.1.
1,1,2,2-Tetrachlorethan		6.7.2., 7.10.1.
Tetrachlorethen	Vorsorgeuntersuchung krebserzeugend	6.8.6. 7.10.1.
Tetrachlorethylen		Tetrachlorethen
Tetrachlorkohlenstoff		Tetrachlormethan
Tetrachlormethan		7.1., 7.7., 7.15.
	krebserzeugend	7.10.1.
	Ersatzstoff für	6.7.1.
	Verwendungsverbot	6.7.2.
	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
Tetrahydrofuran		6.7.1., 7.1., 7.3.
Tetralin		7.1., 7.3.
Tetranitromethan		7.10.1.
Thallium, -verbindungen		7.13.
Thioacetamid (TAA)		5.2.2., 6.7.1., 7.10.1.
Thioharnstoff		7.10.1.
Thomasphosphat	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
Tiefkühltruhen, Tiefkühlschränke		Kühlschränke
Tische		Arbeitstische
o-Toluidin		2-Toluidin
2-Toluidin		6.10.
Toluol		6.7.1., 7.3.
	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
Transport von Chemikalien		Chemikalien
Triazinderivate		7.11.
1,2,4-Triazol		7.10.3.
Tribrommethan		7.10.1.
1,1,2-Trichlorethan		7.10.1.
Trichlorethen		6.8.6., 7.6., 7.10.1.
Trichlorethylen		Trichlorethen
Trichlormethan		6.7.1., 6.8.4, 7.1., 7.6., 7.10.1.
1,2,3-Trichlorpropan		7.10.1., 7.10.2, 7.10.3.
alpha,alpha,alpha-Trichlortoluol		7.10.1.

Triethylamin		7.9.
Trifluormethansulfonsäure		6.7.1.
Trihydroxybenzolderivate		7.11.
3,4,5-Trimethoxybenzaldehyd		6.10.
3,4,5-Trimethoxybenzoesäure		6.10.
3,4,5-Trimethoxybenzylalkohol		6.10.
3,4,5-Trimethoxyphenylacetonitril		6.10.
3,4,5-Trimethoxyphenylpropen		6.10.
Trinken		Nahrung
Triphosgen		6.7.1.
TRK	Definition	6.8.5.
		4.6.
Trockeneis		Kühlen
Trockenpistole		4.9.2.
Trockenschrank		4.9.1., 9.4.
Trocknen	von Gasen	4.9.4.
	von Geräten	4.9.1.
	dynamisches Verfahren	4.9.3.
	Feuchtigkeitsindikator	4.9.3., 4.9.4.
	statisches Verfahren	4.9.3.
	Trocknungsmittel	4.9.2., 4.9.3., 4.9.4., 7.4.
	von Feststoffen	4.9.2., 5.1.1.
	von Flüssigkeiten	4.9.3.
Trocknungsmittel		Trocknen
Türen	mit Glasfenstern	2.2.8.
Überbrille		Augenschutz
Überdruck	Arbeiten unter	5., 5.2., 5.2.4.
	Autoklaven	Autoklaven
	Bombenrohre	Autoklaven
Ultraschallbad		9.4.
Umgang mit Chemikalien		Chemikalien
	Definition	1.1.3., 1.1.7.
Umlaufkühler		Kühlen
Umluftabsaugung		2.2.13.
Unterdruck	Absaugen	5.1.1.
	Arbeiten unter	5., 5.1.1.
	Belüften	5.1.2.
	Destillation	5.1.1.
	Dewargefäße	5.1.1.
	Erwärmen unter	5.1.1.
	Glasgeräte	5.1.1., 5.1.2.
	Sublimation	5.1.1.
	Splitterschutz	5.1.1.
	Trocknen	5.1.1.
	Unterdruckregelung	5.1.1.
	Vakuumkonstanthalter	5.1.1., 5.1.2.
Unterdruckregler	Vakuumkonstanthalter	5.1.2.
Unterrichtung von Beschäftigten		6.11.
Unterweisungen		8., 8.1.
	für Praktika	8.1.
	Inhalt	8.1.
Uranverbindungen		7.7., 7.13.
Vakuumdestillation		5.1.1.
Vakuumkonstanthalter		Unterdruck
Vakuumpumpe		5.1.2.,
	Diffusionspumpe	5.1.2.
	Drehschieberpumpe	5.1.2.
	Teflon-Membranpumpe	5.1.2.

	Wasserstrahlpumpe	4.9.3., 5.1.2.
di-Vanadiumpentoxid		7.1., 7.10.2, 7.10.3.
VbF		7.3.
Verbandskasten		Erste-Hilfe
Verkehrsflächen (im Labor)		2.2.11.
Verordnung über brennbare Flüssigkeit.(VbF)		7.3.
Verschlüsse		4.1.
Versuche	Überwachung	4.
Versuchsgeräte	Bedienungsanleitung	4.7.
	Allgemeines	4., 4.3.
	Aufbau	4., 4.1., 4.3.1.
	Auffangwannen	4.2.
	Bunsenbrenner	4.1., 4.3.1.
	elektrische	4.5.
	Gasbrenner	4.1., 4.3.1.
	Heißluftgerät	4.3.1., 4.8.
	Heizhauben, -geräte, -platten	4.3.1., 4.8.
	Kartuschenbrenner	4.1.
	Metallbad	4.3.1., 4.8.
	Ölbad	4.3.1., 4.8.
	Rührer	4.1.
	Sandbad	4.3.1., 4.8.
	Schläuche	4.1., 4.3.1., 4.4., 5.2.3.
	Schmelzpunktbestimmung	4.1.
	Trocknen von	Trocknen
	Wasserbad	4.3.1., 4.8.
	Zentrifugen	4.1.
Verwendungsverbote für Chemikalien		Chemikalien, 6.7, 6.7.2.
Vinylchlorid		5.2.1., 6.7.2., 6.8.6., 7.10.1.
Vorsorgeuntersuchung arbeitsmedizinische		6.8.5., 6.8.6.
Wärmeisolation bei Versuchsaufbauten		4.3.
Waschbecken		2.2.9.
Waschraum		3.3.
Waschwässer	Entsorgung	9.3.
Wasserbad		Versuchsgeräte
Wassereinsparung		4.4.
Wasserstoffperoxid		7.1.
Wasserstrahlpumpe		Vakuumpumpe
Wasserverbrauch	Wasserstrahlpumpe	5.1.2.
Wertstoffe		Abfallarten
WOODsches Metall		4.3.1.
Woulffsche Flasche		5.1.2.
Xenondifluorid		6.7.1.
Xylol(e)		6.8.6., 7.6.
Zentrifugen		Versuchsgeräte
Zinkalkyle		7.12.
Zinkchromat	Vorsorgeuntersuchung	6.8.6.
Zinnorganische Verbindungen		6.7.2.
Zubereitung		6.1.

Unterweisung über die auftretenden Gefahren sowie über die Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen

Unterweisender:

Datum

Ich wurde anhand der allgemeinen Betriebsanweisung des o.g. Institutes über die in meinem Arbeitsbereich beim Umgang mit Gefahrstoffen auftretenden Gefahren und über die notwendigen Schutzmaßnahmen unterwiesen. Gleichzeitig wurde ich auf die sachgerechte Entsorgung entstehender Abfälle hingewiesen.

Mir ist bekannt, daß ich mich vor der Durchführung von Versuchen mit Gefahrstoffen anhand der Sicherheitskennzeichnung sowie der Literatur über die spezifischen Gefahren und Schutzmaßnahmen für den Umgang mit diesen Gefahrstoffen zu informieren habe.

Ich wurde insbesondere darauf hingewiesen, daß bestimmte Gefahrstoffe erbgutschädigende, krebserzeugende und/oder fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften besitzen oder im begründeten Verdacht stehen, diese Eigenschaften zu besitzen. Diese Stoffe sind mit den Hinweisen auf besondere Gefahren

R 40: Irreversibler Schaden möglich

R 45: Kann Krebs erzeugen

R 46: Kann vererbare Schäden verursachen

R 47: Kann Mißbildungen verursachen (veralteter R-Satz)

R 49: Kann Krebs erzeugen beim Einatmen

R 60: Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen

R 61: Kann das Kind im Mutterleib schädigen

R 62: Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen

R 63: Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen

R 64: Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

bzw. dem Sicherheitsratschlag

S 53: Exposition vermeiden - vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen

versehen.

Werdende Mütter dürfen mit diesen Stoffen nicht beschäftigt werden; es sei denn, sie sind den Gefahrstoffen beim bestimmungsgemäßen Umgang nicht ausgesetzt. Gleiches gilt für neue Stoffe, wenn aufgrund von Analogieschlüssen oder aufgrund anderer Einschätzungen mit o.g. Wirkungen gerechnet werden muß.

Stillende Mütter dürfen mit diesen Stoffen nur beschäftigt werden, wenn die Auslöseschwelle nicht überschritten ist.

Mit sehr giftigen, giftigen und gesundheitsschädlichen oder in sonstiger Weise den Menschen chronisch schädigenden Gefahrstoffen dürfen werdende oder stillende Mütter nur umgehen, wenn dabei die Auslöseschwelle nicht überschritten wird. Auch dürfen sie nicht mit Gefahrstoffen umgehen, die erfahrungsgemäß Krankheitserreger übertragen können, wenn sie den Krankheitserregern ausgesetzt sind.

Gebärfähige Arbeitnehmerinnen dürfen mit Gefahrstoffen, die Blei, Bleiverbindungen oder Quecksilberalkyle enthalten, nicht beschäftigt werden. Das gilt nicht, wenn dabei die Auslöseschwelle nicht überschritten wird.

Bitte geben Sie zum Schutz von Mutter und Kind so früh wie möglich Ihre Schwangerschaft dem Arbeitgeber bekannt. Im Falle einer Schwangerschaft müssen Ihre Tätigkeiten entsprechend dem Ihnen und Ihrem Kind zu gewährenden Schutz verändert werden. Informationen erhalten Sie beim Dezernat für Sicherheitstechnik, Arbeits- und Umweltschutz.

Mir wurde die allgemeine Betriebsanweisung des Institutes ausgehändigt.

Name, Vorname	Unterschrift
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	

30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

**ANZEIGE DES UMGANGS MIT KREBSERZEUGENDEN GEFÄHRSTOFFEN
gemäß § 37 der Gefahrstoffverordnung**

Dieses Formular ist auszufüllen für den Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, die mit den Hinweisen auf besondere Gefahren "**R45: Kann Krebs erzeugen**" oder "**R49: Kann Krebs erzeugen beim Einatmen**" gekennzeichnet sind.

Dieses Formular braucht nicht ausgefüllt zu werden, wenn krebserzeugende Gefahrstoffe
- zum Zweck der Überprüfung ihrer Eigenschaften oder ihrer Zusammensetzung oder
- als Vergleichssubstanz für analytische Untersuchungen
verwendet werden.

Dieses Formular braucht nicht ausgefüllt zu werden, wenn die krebserzeugenden Gefahrstoffe zum Zweck der Forschung oder für Lehr- und Ausbildungszwecke hergestellt oder verwendet werden, soweit es sich bezogen auf den krebserzeugenden Gefahrstoff und das Arbeitsziel **nicht** um regelmäßig wiederkehrende Tätigkeiten handelt (regelmäßig wiederkehrende Tätigkeiten liegen z.B. dann vor, wenn der krebserzeugende Gefahrstoff in Praktika verwendet wird oder z.B. bei Forschungsarbeiten das gleiche, krebserzeugende Lösungsmittel benutzt wird).

Dieses Formular braucht nicht ausgefüllt zu werden für den Umgang mit Dieselmotoremissionen im Freien und die Abgabe von benzolhaltigen Ottokraftstoffen an Tankstellen.

Dieses Formular ist bereitzuhalten, zu aktualisieren und der zuständigen Behörde auf Anfrage zu übermitteln.

Je eine Kopie dieses Formulars ist dem Personalrat sowie dem Dezernat für Sicherheitstechnik, Arbeits- und Umweltschutz zuzusenden.

Institut:

**Name und Strukturformel
des krebserzeugenden
Gefährstoffs:**

**Kennzeichnung des krebserzeugenden Gefahrstoffs gem. Gefahrstoffverordnung oder
Herstellerangaben:**

Kennbuchstabe des (der) Gefahrensymbols (e)	R-Sätze (nur Zahlen)	S-Sätze (nur Zahlen)
--	----------------------	----------------------

**Menge des krebserzeugenden
Gefährstoffes pro Arbeitsgang:**

**Häufigkeit der Arbeits-
gänge pro Jahr:**

Zahl der Beschäftigten, die mit dem krebserzeugenden Gefahrstoff umgehen (soweit möglich, namentlich nennen):

**Art und Ausmaß der Exposition durch den krebserzeugenden Gefahrstoff, insbesondere
Meßergebnisse, soweit sie vorliegen:**

Beschreibung des Herstellungs- oder Verwendungsverfahrens:

getroffene Schutzmaßnahmen (z.B. Arbeiten nur im Abzug, Tragen von Schutzkleidung):

Begründung, warum ein Ersatz des krebserzeugenden Gefahrstoffes durch einen weniger gefährlichen Stoff oder ein anderes Arbeitsverfahren nicht möglich ist:

Begründung, warum das Auftreten des krebserzeugenden Gefahrstoffes am Arbeitsplatz nicht zu vermeiden ist (entfällt z.B. bei Arbeiten in geschlossenen Systemen, ausschließlichem Arbeiten einschließlich Abwiegen sowie Reinigen kontaminierter Gefäße und Geräte in Abzügen):

Datum

Unterschrift des Arbeitgebers

.....

.....

**ANZEIGE DES UMGANGS MIT ERBGUTVERÄNDERNDEN GEFÄHRSTOFFEN
gemäß § 40 der Gefahrstoffverordnung**

Dieses Formular ist auszufüllen für den Umgang mit erbgutverändernden Gefahrstoffen, die mit dem Hinweis auf besondere Gefahren "**R46: Kann vererbare Schäden erzeugen**" gekennzeichnet sind.

Dieses Formular braucht nicht ausgefüllt zu werden, wenn erbgutverändernde Gefahrstoffe
- zum Zweck der Überprüfung ihrer Eigenschaften oder ihrer Zusammensetzung oder
- als Vergleichssubstanz für analytische Untersuchungen
verwendet werden.

Dieses Formular braucht nicht ausgefüllt zu werden, wenn die erbgutverändernden Gefahrstoffe zum Zweck der Forschung oder für Lehr- und Ausbildungszwecke hergestellt oder verwendet werden, soweit es sich bezogen auf den erbgutverändernden Gefahrstoff und das Arbeitsziel **nicht** um regelmäßig wiederkehrende Tätigkeiten handelt (regelmäßig wiederkehrende Tätigkeiten liegen z.B. dann vor, wenn der erbgutverändernde Gefahrstoff in Praktika verwendet wird oder wenn z.B. bei Forschungsarbeiten das gleiche, erbgutverändernde Lösungsmittel benutzt wird).

Dieses Formular ist bereitzuhalten, zu aktualisieren und der zuständigen Behörde auf Anfrage zu übermitteln.

Je eine Kopie dieses Formulars ist dem Personalrat sowie dem Dezernat für Sicherheitstechnik, Arbeits- und Umweltschutz zuzusenden.

Institut:

**Name und Strukturformel
des erbgutverändernden**

Gefahrstoffs:

**Kennzeichnung des erbgutverändernden Gefahrstoffs gem. Gefahrstoffverordnung oder
Herstellerangaben:**

Kennbuchstabe des (der)
Gefahrensymbols (e)

R-Sätze (nur Zahlen)

S-Sätze (nur Zahlen)

Menge des erbgutverändernden

Gefahrstoffes pro Arbeitsgang:

**Häufigkeit der Arbeits-
gänge pro Jahr:**

Zahl der Beschäftigten, die mit dem erbgutverändernden Gefahrstoff umgehen (soweit möglich,
namentlich nennen):

**Art und Ausmaß der Exposition durch den erbgutverändernden Gefahrstoff, insbesondere
Meßergebnisse, soweit sie vorliegen:**

Beschreibung des Herstellungs- oder Verwendungsverfahrens:

getroffene Schutzmaßnahmen (z.B. Arbeiten nur im Abzug, Tragen von Schutzkleidung):

Begründung, warum ein Ersatz des erbgutverändernden Gefahrstoffes durch einen weniger gefährlichen Stoff oder ein anderes Arbeitsverfahren nicht möglich ist:

Begründung, warum das Auftreten des erbgutverändernden Gefahrstoffes am Arbeitsplatz nicht zu vermeiden ist (entfällt z.B. bei Arbeiten in geschlossenen Systemen, ausschließlichem Arbeiten einschließlich Abwiegen sowie Reinigen kontaminiertere Gefäße und Geräte in Abzügen):

Datum

Unterschrift des Arbeitgebers

.....

.....