

# Allgemeine Laborordnung Institut für Chemie der Universität Rostock (September 2010)



Betriebsanweisung  
nach § 14 GefStoffV

Diese allgemeine Laborordnung legt grundsätzliche Verhaltensweisen fest, gibt Hinweise auf besondere Gefährdungen und regelt den Umgang mit Gefahrstoffen, Geräten und Apparaturen. Sie ist verbindlich, muss allen Beschäftigten bekannt und leicht zugänglich sein. Die Beschäftigten und Studenten haben die einzelnen Vorgaben strikt zu beachten und einzuhalten.

Darüber hinaus sind insbesondere folgende Schriften für das Arbeiten im Labor verbindlich und zu beachten:

- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 „Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen“
- Richtlinie 67/548/EWG „Gefährliche Stoffe“
- Richtlinie 1999/45/EG „Gefährliche Zubereitungen“
- BGI/GUV-I 850-0 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- Sicherheitsdatenblätter für Gefahrstoffe
- Listen mit Gefahrensymbolen; Gefahrenbezeichnungen; R- u. S-Sätze
- Einzelbetriebsanweisungen
- Stoffgruppenbetriebsanweisungen
- Spezielle Betriebsanweisungen für Geräte und Verfahren

Betriebsanweisungen und aktuelle Sicherheitsdatenblätter können online aufgerufen und erstellt werden – siehe dazu: Homepage des Instituts für Chemie → Service → Arbeitssicherheit. Unter dem genannten Punkt Arbeitssicherheit werden eine Reihe weiterer Informationen zur Verfügung gestellt z.B. die Broschüren der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV) „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“.

## **Gefährdungen in chemischen Laboratorien**

In chemischen Laboratorien können unterschiedlichste Gefährdungen auftreten:

- Gefahr durch Brände und Explosionen von brennbaren festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen

- Gefahr von Gesundheitsschäden durch Einwirkung fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe (Inhalation, Hautkontakt, Verschlucken)
- Gefahr durch unbekanntes, heftige oder „durchgehende“ Reaktionen
- Gefahr durch Behälter mit Über- oder Unterdruck
- Gefahr durch heiße oder kalte Oberflächen oder Medien
- mechanische Gefährdungen durch Geräte und Anlagen
- Gefahr durch Strahlung (ionisierende Strahlung, UV-, Laser- IR- Röntgenstrahlung)
- Gefahr durch magnetische Felder
- Gefahr durch elektrischen Strom

Alle Tätigkeiten sind so zu gestalten, dass diese Gefährdungen weitestgehend minimiert werden.

Tätigkeiten in einem Labor dürfen erst dann aufgenommen werden, nachdem eine Gefährdungsbeurteilung nach Gefahrstoffverordnung durchgeführt worden ist.

## **Sicherheits- und Notfalleinrichtungen**

Zu den Sicherheits- und Notfalleinrichtungen gehören Laborumlufsysteme, Körpernotduschen, Augenduschen, gegebenenfalls Augenspülflaschen, Handfeuerlöscher, Hauptschalter für Elektroversorgung, Notaus-Schalter, Gasabsperrventile, Verbandkästen, Atemschutzmasken und Alarmknöpfe zum Auslösen eines Hausalarms.

Alle Notfalleinrichtungen dürfen weder zugestellt noch unbrauchbar gemacht werden. Sie sind gut erkennbar und frei zugänglich zu halten. Im Falle von fehlenden oder defekten Notfalleinrichtungen sind die Tätigkeiten im Labor sofort einzustellen.

Jede in einem Laborbereich tätige Person hat sich über Standorte und Funktionsweisen der Sicherheits- und Notfalleinrichtungen sowie über Fluchtwege, Feuermelder und Alarmpläne zu informieren.

Körpernotduschen und Augenduschen sind mindestens einmal monatlich zu prüfen. Die Prüfung ist in schriftlicher Form zu dokumentieren. Die Standorte von Körpernotduschen und Augenduschen sind mit dem zugelassenen Hinweisschild zu kennzeichnen.

Handfeuerlöscher stehen in den Laborbereichen in 2 Modellversionen zur Verfügung:

- Kohlendioxidlöscher in den Laboratorien
- Pulverlöscher auf den Fluren

Feuerlöscher, die benutzt wurden, sowie beschädigte (auch bei beschädigter Plombe) sind umgehend auszutauschen.

Verbandskästen sind in ausreichender Anzahl an geeigneten Stellen zu positionieren und regelmäßig aufzufüllen.

Für Notfallsituationen und für spezielle Tätigkeiten (z.B. mit giftigen Gasen) müssen Atemschutzmasken mit geeigneten Filtern zur Verfügung stehen. In Brand- und Havarie-situationen sind Atemschutzmasken aufgrund einer eventuell eingeschränkten Möglichkeit der Sauerstoffaufnahme nur bedingt geeignet.

Die Zufahrtswege für Notfahrzeuge (Feuerwehr, Krankenwagen, Polizei) sind freizuhalten.

## **Allgemeine Bestimmungen**

Zutrittsrechte für ein Labor besitzen nur dort tätige Personen oder Personen mit einer notwendigen Sachkenntnis.

Labortätigkeiten dürfen in einem Labor nur dann durchgeführt werden, wenn in diesem Labor mindestens 2 Personen anwesend sind. Bei Anwesenheit von nur einer Person ist das Arbeiten nur dann zulässig, wenn sich mindestens eine weitere Person in Rufweite befindet und wenn sich diese an räumlich getrennten Arbeitsorten tätigen Personen in regelmäßigen Abständen von der Unversehrtheit der jeweils anderen Person überzeugen.

In Laboratorien, in denen mit Gefahrstoffen gearbeitet wird, sind Essen, Trinken sowie die Aufbewahrung von Speisen und Getränken verboten.

Rauchen und offene Feuer mit Ausnahme des Gasbrenners sind im Labor verboten. Das Auftreten von Zündquellen und elektrostatische Aufladungen im Labor müssen ausgeschlossen werden.

Mängel, Schäden und auftretende gefährliche Zustände im Labor sind unverzüglich zu beseitigen. Besteht dazu keine fachliche Befähigung, ist der Vorgesetzte zu informieren.

Vor der Durchführung gefährlicher Tätigkeiten sind in der unmittelbaren Nähe tätige Personen über die besonderen Gefahren zu informieren.

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

Werdende und stillende Mütter unterstehen einem besonderen Schutz. Ihnen ist das Arbeiten im Labor nur in Ausnahmefällen erlaubt (siehe dazu: Richtlinie des Instituts für Chemie „Unterrichtung gebärfähiger Arbeitnehmerinnen über Beschäftigungsbeschränkungen des Instituts für Chemie“).

Jugendliche dürfen Arbeiten, bei denen sie schädlichen Einwirkungen von Gefahrstoffen ausgesetzt sind, nur unter ständiger Aufsicht durchführen.

Nach Beendigung der Tätigkeiten im Labor sind alle Anlagen und Experimente zu stoppen, Gas-, Schutzgas- und Wasserhähne sind zu schließen, Hauptschalter auszuschalten, Hauptabsperrhähne zu schließen und die Netzstecker von Geräten, die einen Brand verursachen können, zu ziehen.

## **Kleidung und Schuhwerk:**

Im Labor ist Arbeitskleidung zu tragen, deren Gewebe aufgrund des Brenn- und Schmelzverhaltens keine erhöhte Gefährdung im Brandfall erwarten lässt, z.B. ein langer Laborkittel mit hohem Baumwollanteil. Die Kleidung soll den Körper sowie die Arme und Beine bedecken. Kleidung mit einem hohen Anteil aus synthetischem Material ist für Tätigkeiten im Labor ungeeignet. Es darf nur festes, geschlossenes und trittsicheres Schuhwerk getragen werden.

Für Tätigkeiten, bei denen die Gefahr einer Kontamination mit Gefahrstoffen besteht, sind getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für Arbeits- und Straßenkleidung zur Verfügung zu stellen.

## **Schutzbrille:**

Im Labor ist ständig eine Schutzbrille mit Seitenschutz zu tragen. Brillenträger benötigen eine optisch korrigierte Schutzbrille oder eine Überbrille über der Korrekturbrille.

Bei Tätigkeiten mit besonderen Gefahren für die Augen können weitere Augenschutzmittel notwendig sein z.B. ein Gesichtsschutzschirm.

## **Handschuhe:**

Für den Umgang mit bestimmten Gefahrstoffen (ätzend, korrosiv, hautreizend, sensibilisierend etc.) ist die Verwendung von chemikalienfesten Handschuhen zwingend erforderlich. Einmalhandschuhe aus Latex oder Nitril sind aufgrund ihrer sehr dünnen Wandstärke allenfalls als Spritzschutz geeignet. Latexhandschuhe können Allergien auslösen. Gepuderte Latexhandschuhe dürfen nicht verwendet werden. Beschädigte Handschuhe sind unverzüglich zu ersetzen.

## **Atemschutz**

Können Gefahrstoffe in gefährlicher Konzentration auftreten, sind Atemschutzgeräte (Atemschutzmasken) bereit zu halten. Diese sind beim Überschreiten von Arbeitsplatzgrenzwerten zu benutzen. Das Tragen der Atemschutzgeräte stellt eine Maßnahme in Ausnahmesituationen dar. Das Tragen von Atemschutzgeräten darf keine ständige Maßnahme sein und technische und organisatorische Schutzmaßnahmen nicht ersetzen.

## **Ordnung am Arbeitsplatz**

Für Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz hat jeder Benutzer selbst Sorge zu tragen. Mit Gefahrstoffen verunreinigte Geräte sind umgehend zu reinigen. Der Fußboden ist von abgestellten Gegenständen freizuhalten.

Chemikalien sind mindestens einmal jährlich auf die Notwendigkeit ihres Verbleibs im Labor zu überprüfen und gegebenenfalls abzugeben oder zu entsorgen.

## **Durchführung von Experimenten**

Experimente sind unter ständiger Beaufsichtigung durchzuführen. Die Überwachung kann an andere fachkundige Personen übertragen werden. Eine unbeaufsichtigte Durchführung von Experimenten ist nur zulässig, wenn durch entsprechende Schutzmaßnahmen das Auftreten von gefährlichen Zuständen sicher verhindert wird (doppelte Absicherung, Nacharbeitsraum, automatisches Löschesystem, automatisches Schließen der Medien führenden Leitungen und der Stromzufuhr beim Erreichen gefährlicher Betriebszustände, automatische Notausschaltungen, elektrische Warn- und Alarmierungssysteme).

## **Umgang mit Gefahrstoffen**

Im Labor dürfen nur Tätigkeiten mit den Gefahrstoffen und Einrichtungen ausgeführt werden, die zur Durchführung der Arbeitsaufgaben erforderlich sind.

Der Umgang mit gasförmigen, flüssigen und festen Gefahrstoffen sowie Gefahrstoffen, die als Stäube auftreten, erfordert besondere Verhaltensregeln und die Einhaltung von bestimmten Schutzvorschriften.

Stoffe und Stoffgemische (Zubereitungen) mit mindestens einer der folgenden Eigenschaften werden als Gefahrstoffe bezeichnet. (Kennbuchstaben in Klammern):

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| explosionsgefährlich (E) | sehr giftig (T+)          |
| brandfördernd (O)        | giftig (T)                |
| hochentzündlich (F+)     | gesundheitsschädlich (Xn) |
| leichtentzündlich (F)    | ätzend (C)                |
| entzündlich              | reizend (Xi)              |

krebserzeugend (T) o. Verdacht (Xn)  
fortpflanzungsgefährdend (T) o. Verdacht (Xn)  
umweltgefährlich (N)

sensibilisierend (Xn o. Xi)  
erbgutverändernd (T) o.  
Verdacht (Xn)

Außerdem Materialien, aus denen bei der Verwendung gefährliche oder explosionsfähige Stoffe oder Zubereitungen entstehen oder freigesetzt werden können. Gefährliches biologisches Material aus der Bio- und Gentechnik sowie Material, das Krankheitserreger übertragen kann, zählt ebenfalls zu den Gefahrstoffen. Es ist zu berücksichtigen, dass auch bei erwartetem Reaktionsverlauf neben dem Hauptprodukt häufig Nebenprodukte entstehen, die ebenfalls Gefahrstoffe darstellen können.

Die Aufnahme der Stoffe in den menschlichen Körper kann durch Einatmen über die Lunge, durch Resorption durch die Haut sowie über die Schleimhäute und den Verdauungstrakt erfolgen. Daher sind das Einatmen von Dämpfen und Stäuben, sowie der Kontakt von Gefahrstoffen mit der Haut und den Augen zu vermeiden.

Vor dem Umgang mit Gefahrstoffen und vor der Durchführung von Arbeiten, bei denen Gefahrstoffe freigesetzt werden können, muss das Gefahrenpotential ermittelt werden. Informationsquellen sind die Kennzeichnung der Gefahrstoffe Betriebsanweisungen, Sicherheitsdatenblätter, Fachliteratur, Hersteller- oder Händlerkataloge, Gefahrstoffdatenbanken (z.B. die GESTIS-Stoffdatenbank).

Die Hinweise auf besondere Gefahren (R-Sätze) und Sicherheitsratschläge (S-Sätze) sind verbindlich zu berücksichtigen. Die in den S-Sätzen und den Betriebsanweisungen vorgesehenen Körperschutzmittel wie Schutzbrillen, Gesichtsschutz und geeignete Handschuhe sind zu benutzen.

Alle Risiken der zur Anwendung kommenden Gefahrstoffe müssen in die Gefährdungsbeurteilung einfließen.

Stoffe, über deren Gefährlichkeit keine Angaben zu finden sind, (insbesondere neu synthetisierte Substanzen), sind grundsätzlich als gefährlich zu betrachten und Schutzmaßnahmen zu wählen, wie für akut giftige, ätzende und gegebenenfalls chronisch-toxische Stoffe. Hautkontakt, Einatmen und jede andere Form der Aufnahme sind gewissenhaft zu vermeiden. Derartige Stoffe sind daher mindestens nach den S-Sätzen 22, 23, 24 und 25 zu behandeln. Das Arbeiten unter dem Abzug wird dringend empfohlen. Weiterhin können diese Stoffe brennbar oder sogar selbstentzündlich sein und explosionsfähige Gemische bilden.

Vor der Nutzung von besonders gefährlichen Stoffen (sehr giftige Stoffe, krebserzeugende, erbgutverändernde, fortpflanzungsgefährdende, explosionsgefährliche Stoffe) ist zu überprüfen, ob eine Substitution dieser Stoffe eine Verringerung der Gefährdung ermöglicht.

Beim Umgang mit Gefahrstoffen sind die Arbeitsplatzgrenzwerte einzuhalten. Anderenfalls sind die Tätigkeiten zu unterbrechen und dürfen erst fortgesetzt werden, wenn zusätzliche Maßnahmen eine Einhaltung der Grenzwerte gewährleisten.

Bei Tätigkeiten mit brennbaren Flüssigkeiten, Gasen oder Stäuben ist die Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre sicher auszuschließen, Zündquellen und eine elektrostatische Aufladung sind zu vermeiden. Brennbar Flüssigkeiten dürfen nicht offen verdampft werden.

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

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

Mit giftigen und sehr giftigen Stoffen ist nach Möglichkeit in geschlossenen Laborapparaturen im Abzug oder vergleichbaren Einrichtungen zu arbeiten.

Als geschlossene Systeme gelten:

- im geschlossenen Abzug aufgestellte, nicht offen betriebene Apparaturen
- Gloveboxen
- Vakuumpapparaturen mit einer sicheren Ableitung der Abgasströme
- Apparaturen mit dichten Verbindungen, bei denen alle Öffnungen an ein wirksames Abluftsystem angeschlossen sind

Für eine Reihe von Einzelstoffen besteht die Pflicht zum Arbeiten unter dem Abzug (z.B. Dimethylformamid, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Toluol, Xylol, *n*-Hexan, *n*-Heptan, Dichlormethan, Methanol). Andernfalls muss sichergestellt werden, dass eine Gefährdung der Mitarbeiter durch diese Stoffe ausgeschlossen ist. Eine Übersicht über alle Gefahrstoffe / Gefahrstoff-Gruppen, die ein Arbeiten unter dem Abzug erfordern, wird in der Richtlinie des Instituts für Chemie zur „Arbeitsmedizinischen Vorsorge“ gegeben.

Treten Stoffe unerwartet und in möglicherweise gefährlichen Konzentrationen auf, ist der gefährdete Bereich zu räumen und die betroffene Umgebung zu warnen. Ein Abschalten der Stromversorgung sollte von einer sicheren Stelle aus erfolgen. In gleicher Weise ist zu handeln bei Anzeichen für den gefährlichen Verlauf von chemischen Reaktionen. Die Beseitigung des gefährlichen Zustands darf nur unter Selbstschutz und mit geeigneten Schutzmaßnahmen erfolgen (persönliche Schutzausrüstung, Gasmaske, Chemikalienbinder).

Unter laborüblichen Bedingungen darf mit Gefahrstoffen nur bis zu maximal folgenden Mengen gearbeitet werden:

- 2,5 l für Flüssigkeiten
- 1 kg für Feststoffe
- 0,5 l / 0,5 kg für krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe
- 0,1 / 0,1 kg für sehr giftige Stoffe

Für Tätigkeiten mit größeren Mengen oder besonders gefährlichen Gefahrstoffen innerhalb der angegebenen Mengengrenzen (z.B. Tätigkeiten mit explosionsgefährlichen Stoffen) sind Zusatzmaßnahmen über die laborüblichen Sicherheitsmaßnahmen hinaus erforderlich. Derartige Tätigkeiten sind in der Gefährdungsbeurteilung gesondert zu berücksichtigen.

Chemikalien sind ordentlich und übersichtlich aufzubewahren. Es ist ein umfassendes aktuelles Gefahrstoffkataster zu führen.

### **Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen**

Für Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen gelten spezielle Vorschriften, die in jedem Falle einzuhalten sind:

- Vor der Durchführung von Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen hat eine Prüfung auf Substitution durch weniger gefährliche Stoffe zu erfolgen.
- Es ist immer eine Einzelbetriebsanweisung zu erstellen.
- Gefahrenbereiche sind abzugrenzen und mit Warn- und Sicherheitszeichen zu kennzeichnen.

- Mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen ist immer in geschlossenen Apparaturen (siehe oben) im Abzug zu arbeiten.
- Eine Minimierung der Stoffmengen mit Blick auf den Zweck der Tätigkeiten ist durchzuführen.
- Druckgase an krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen müssen in möglichst kleinen Gebinden im Abzug verwendet werden. Werden Druckgasflaschen in Sicherheitsschränken („Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke“) aufgestellt, ist ein mindestens 120-facher Luftwechsel im Sicherheitsschrank erforderlich. Die Gase sind den Apparaturen und Geräten in auf Dauer technisch dichten Leitungen zuzuführen.
- Die Lagerung von krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen im Labor hat in dicht schließenden Behältern an dauerabgesaugten Orten (Sicherheitsschränke) zu erfolgen. Dabei sind die Lagermengen auf ein Minimum zu reduzieren.
- Reststoffe und Abfälle sind im Abzug durch chemische Reaktion in eine weniger gefährliche Form umzuwandeln oder ebenso wie entleerte Gebinde direkt der Entsorgung gefahrlos zuzuführen.
- Kontaminierte Apparate Teile sind soweit zu reinigen, dass von diesen keine Gefahr mehr ausgeht.
- Kontaminierte persönliche Schutzausrüstungen einschließlich Labormäntel sind zu dekontaminieren oder direkt gefahrlos zu entsorgen.

### **Tätigkeiten mit selbstentzündlichen Stoffen**

Selbstentzündliche Stoffe (z.B. Metallalkyle, Metallhydride, Silane, weißer Phosphor) müssen im Abzug durchgeführt werden. Alle brennbaren Stoffe, die nicht unmittelbar für die Fortführung der Arbeiten benötigt werden, sind aus dem Abzug zu entfernen. Geeignete Löschmittel sind bereit zu halten.

### **Tätigkeiten mit explosionsgefährlichen Stoffen**

Einige Reaktionstypen oder bestimmte Stoffe weisen eine erhöhte Freisetzungs- oder Explosionsgefahr auf. Beispiele dafür sind Nitrierungen, Oxidationen, Synthesen von instabilen oder metastabilen Verbindungen, Polymerisationen, Diazotierungen und allgemein exotherme Reaktionen. Diese Risiken sind bei der Reaktionsplanung zu berücksichtigen.

Vor der Verwendung explosionsgefährlicher Stoffe ist eine Substitutionsprüfung durchzuführen. Ist eine Substitution nicht möglich, sind explosionsgefährliche Stoffe in möglichst kleinen Mengen an abgeschirmten Arbeitsplätzen zu handhaben (Abzug mit geschlossenem Frontschieber). Die Zahl der Personen im gefährdeten Bereich ist auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken.

Als persönliche Schutzausrüstungen haben sich Gesichtsschutzschirme bewährt, die auch den empfindlichen Hals- und Brustbereich schützen, ferner dicke Lederschürzen sowie dicke, lange Lederhandschuhe.

Überhitzung, Flammennähe, Schlag, Reibung, gefährlicher Einschluss (Verdämmung) und Metallspatel sind zu vermeiden.

Die Aufbewahrung hat gegen Flammen- und Hitzeeinwirkung gesichert von den Arbeitsplätzen entfernt in möglichst kleinen Mengen zu erfolgen. Es bestehen Zusammenlagerungsverbote mit z.B. brennbaren Gefahrstoffen und Druckgasen.

Explosionsgefährliche Stoffe sind unter anderem zahlreiche organische Nitroso- und Nitroverbindungen, Salpetersäureester, Diazoverbindungen, Radikale, Stickstoff-

wasserstoffsäure, ihre Salze und Ester, Salze der Knallsäure (Bildung von Knallsilber z.B. in ammonikalischen silbersalzhaltigen Lösungen), Salze des Acetylens und seiner Derivate, Schwermetallperchlorate, Chlorstickstoff, organische Peroxide und Persäuren sowie Chalkogen-Stickstoff-Verbindungen. Die Stoffe können unter das Sprengstoffrecht fallen.

Mischungen oxidierender Verbindungen, beispielsweise Nitrate, Chromate, Chlorate, Perchlorate, rauchende Salpetersäure, konzentrierte Perchlorsäure und Wasserstoffperoxidlösungen (insbesondere bei Konzentrationen oberhalb von 30 %) mit brennbaren oder reduzierenden Stoffen, können die Eigenschaften von explosionsgefährlichen Stoffen haben. Beispielsweise reagiert rauchende Salpetersäure explosionsartig mit Aceton, Ethern, Alkoholen und Terpentinöl.

Metallpulver, die durch die Reduktion Wasserstoff enthalten, Wasserstoffperoxid mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Gehalten oberhalb von 30 % und darin enthaltenen Schwermetallionen sowie Halogenkohlenwasserstoffe im Kontakt mit Alkalimetallen können ebenfalls zu Explosionsgefahren führen.

Alkalimetalle und deren Amide müssen so aufbewahrt werden, dass ein Zutritt von Bestandteilen der Luft nach Möglichkeit vermieden wird. Alkalimetalle und deren Amide bilden beim Stehen mit den Bestandteilen der Luft hochreaktive Verbindungen. Dies erfolgt langsam auch in dicht schließenden Gefäßen oder unter Schutzflüssigkeiten. Unter Umständen lassen sich Altbestände nicht mehr gefahrlos vernichten.

### **Tätigkeiten mit peroxidbildenden Flüssigkeiten**

Flüssigkeiten, die zur Bildung von organischen Peroxiden neigen (z.B. Diethylether, Dioxan, Tetrahydrofuran, Tetralin, Aldehyde, Ketone), sind vor der Verwendung auf die Anwesenheit von Peroxiden zu testen (Peroxid-Teststreifen).

Vorhandene Peroxide müssen mit geeigneten Methoden entfernt werden. Besonders bei Destillationen kann es sonst zur Anreicherung von explosionsgefährlichen Peroxiden in der Destillationsblase kommen.

Zur Bildung von Peroxiden neigende Flüssigkeiten sind vor Licht, insbesondere vor UV-Licht, geschützt aufzubewahren (im Dunklen, Verwendung dunkler Flaschen). Die konsequente Aufbewahrung unter Sauerstoffabschluss (Schutzgas) verhindert wirkungsvoll die Peroxidbildung.

### **Trocknen von Lösungsmitteln**

Vor dem Einsatz von chemisch hochreaktiven Trockenmitteln ist mit weniger reaktiven Trockenmitteln vorzutrocknen.

Wenn es erforderlich ist, Alkalimetalle oder Alkalimetalllegierungen einzusetzen, müssen besondere Sicherheitsmaßnahmen ergriffen werden. Mögliche gefährliche Reaktionen zwischen Lösungsmittel und Trockenmittel sind zu berücksichtigen. So dürfen beispielsweise Halogenkohlenwasserstoffe nicht mit Alkalimetallen getrocknet werden (Explosionsgefahr).

### **Kennzeichnung**

Sämtliche Behältnisse im Labor sind mit dem Namen ihres Inhaltes zu kennzeichnen. Bei Gefahrstoffen gehören zur Kennzeichnung mindestens zusätzlich zum Stoffnamen die Gefahrenbezeichnung und das Gefahrensymbol sowie die Nummern der R- und S-Sätze.

Behälter von Abfallstoffen sind ebenfalls entsprechend ihrem Gefahrenpotential zu kennzeichnen.



## **Aufbewahrung und Lagerung von Gefahrstoffen im Labor**

In den Laboren darf nur die Menge an Gefahrstoffen vorhanden sein, die für den Fortgang der Arbeit notwendig ist. Nicht mehr benötigte und unbrauchbar gewordene Gefahrstoffe sind zu entsorgen. Die Lagerung oder Aufbewahrung von Gefahrstoffen hat so zu erfolgen, dass keine Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt bestehen (dicht schließende Behälter). Dementsprechend ist es verboten, Flaschen und Kanister zur Aufbewahrung von Chemikalien auf dem Fußboden abzustellen. Größere Mengen brennbarer Flüssigkeiten müssen in Sicherheitsschränken gelagert werden.

Nach der Entnahme von Gefahrstoffen aus Vorratbehältern sind die Deckel und Verschlüsse der entsprechenden Behälter wieder zu verschließen.

Aus der Zusammenlagerung von Gefahrstoffen dürfen sich keine zusätzlichen Risiken ergeben (Zusammenlagerungsverbote beachten). So besteht beispielsweise ein Verbot der Zusammenlagerung von selbstentzündlichen Stoffen wie metallischem Natrium, Metallhydriden, Butyllithium, weißem Phosphor mit explosionsgefährlichen, hochentzündlichen, leichtentzündlichen, entzündlichen und brandfördernden Stoffe.

Die Lagerung von selbstentzündlichen Stoffen hat an gegen Brandübertragung gesicherten Orten (Sicherheitsschränke) zu erfolgen.

Sehr giftige und giftige Stoffe sowie Stoffe, die dem Betäubungsmittelgesetz unterliegen, sind unter Verschluss aufzubewahren (verschießbare Schränke).

Für die Aufbewahrung von Chemikalien dürfen keine Gefäße benutzt werden, die üblicherweise für Speisen oder Getränke bestimmt sind. Gleiches gilt auch umgekehrt.

Das Behältermaterial muss den für die Aufbewahrung zu erwartenden Beanspruchungen standhalten.

Die Lagerung von Gefahrstoffen ist nur bis zu einer Höhe zulässig, dass sie noch sicher entnommen und abgestellt werden können.

Gefahrstoffe in Gefäßen, die gesundheitsgefährdende oder korrosive Dämpfe abgeben können, sind an dauerabgesaugten Orten aufzubewahren.

Die Aufbewahrung von krebserzeugenden, erbgutverändernden, fortpflanzungsgefährdenden und sehr giftigen Gasen hat bevorzugt in Lecture Bottles / Kleinstahlflaschen zu erfolgen. Bei einer Aufbewahrung derartiger Stoffe in Druckgasflaschen beträgt das maximale Volumen 10 l.

Die Gesamtmenge aller brennbaren Flüssigkeiten im Labor ist auf ein für den Fortgang der Arbeiten notwendiges Minimum zu reduzieren. Die Mengen an brennbaren Flüssigkeiten am Arbeitsplatz für den Handgebrauch sind so weit wie möglich zu begrenzen. An Arbeitsplätzen dürfen brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 55 °C (z.B. Heptan, Essigsäureethylester, Aceton, Ethanol, Methanol, Isopropanol, Toluol, Diethylether, Acetonitril) für den Handgebrauch nur in Behältnissen von höchstens 1 l Volumen aufbewahrt werden.

Die Aufbewahrung brennender Flüssigkeiten über den Handgebrauch hinaus hat an geschützter Stelle zu erfolgen. Bewährt dafür haben sich Sicherheitsschränke („Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke“).

Über Nacht sind alle Gefäße mit brennbaren Flüssigkeiten und einem Volumen größer als 1 Liter in Sicherheitsschränken aufzubewahren.

Kunststoffbehälter mit einem Volumen über 5 l sind für brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt bis 35 °C nur geeignet, wenn sie elektrostatisch ausreichend ableitfähig sind.

Extra unter Verschluss aufzubewahren (in einem Giftschränk) sind alle Stoffe und Zubereitungen mit den Gefahrenhinweisen:

R26 sehr giftig beim Einatmen

R27 sehr giftig beim Berühren mit der Haut

R28 sehr giftig beim Verschlucken

R45 kann Krebs erzeugen

R49 kann Krebs erzeugen beim Einatmen

R46 kann vererbare Schäden verursachen

R60 kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen

R61 kann das Kind im Mutterleib schädigen

R64 kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

und/oder mit dem Sicherheitshinweis:

S53 Exposition vermeiden, vor Gebrauch besondere Anweisung einholen

### **Umfüllen und Transport**

Für das Umfüllen von Gefahrstoffen sind Hilfsmittel wie Trichter, Spatel, Pumpen zu verwenden. Nichtbruchsichere Gefäße müssen beim Tragen am Behälterboden unterstützt werden. Für den Transport in andere Räume sind geeignete Tragehilfsmittel (z.B. Eimer) zu verwenden.

### **Aufbau und Betreiben von Apparaturen**

Alle Glasgeräte sind vor der Nutzung einer Sichtprüfung auf Mängel zu unterziehen.

Der Aufbau von Apparaturen hat übersichtlich und mechanisch spannungsfrei und ausreichend gehaltert zu erfolgen (Hilfsmittel bei größeren Apparaturen: Schraubkappenverbindungen, PTFE-Faltenbälge). Notwendige Stative sind zu befestigen oder zu beschweren. Aus Gründen der Stabilität sind an Stelle von einzelnen Stativen fest montierte Stativgitter zu bevorzugen.

Heizbäder, andere äußere Wärmequellen, gegebenenfalls auch Kühlbäder, müssen gefahrlos und ohne Veränderung der Apparatur entfernt werden können (Labor-Hebebühne).

Für Arbeiten an hohen Apparaturen sind Leitern oder Tritte zu benutzen.

Beim Arbeiten mit Glasapparaturen müssen die zulässigen Temperaturen und Temperaturdifferenzen beachtet werden. Druck- und Temperaturwechsel sind immer langsam durchzuführen. Werden Glasgeräten aus Borosilicatglas 3.3 verwendet sind Temperaturdifferenzen von mehr als 140 °C zwischen Dampf- und Kühlflüssigkeit zu vermeiden.

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen dicht sitzende Verbindungen eingesetzt werden. Kegelschliff-, Kugelschliff-, Flansch- oder Schraubkappenverbindungen bieten eine höhere Dichtheit als Gummi- oder Korkstopfenverbindungen und werden von fast allen Chemikalien praktisch nicht angegriffen. Günstig ist der Einsatz von Schliffklammern oder Federn um ein unbeabsichtigtes Lösen der Schliffverbindungen zu vermeiden. Festsitzende Schliffverbindungen dürfen nur sehr vorsichtig bei einem Schutz der Hände gelöst werden, gegebenenfalls ist die Hilfe der Glasbläser in Anspruch zu nehmen.

Schläuche und Armaturen müssen den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten. Vor dem Gebrauch ist eine Sichtprüfung auf Mängel durchzuführen. Schadhafte Schläuche und Armaturen müssen entfernt werden.

Der Gebrauch von Glasgeräten mit bruchempfindlichen Schlauchanschlüssen (Glasoliven) und Schlauchverbindern aus Glas ist möglichst zu vermeiden (Verletzungsgefahr durch scharfkantige Bruchstücke nach Glasbruch). Die Verwendung von Steck- oder Schraubkupplungen als Verbindungselemente für Schläuche ist vorzuziehen.

Schläuche müssen gegen Abrutschen gesichert werden (Schlauchschellen). Sie sind gegen übermäßige Wärmeeinwirkung und anderweitige Beschädigung zu schützen.

Besteht beim Betrieb von Glasapparaturen die Gefahr einer Stoff- oder Wärmeexplosion oder eines Zerknalls infolge eines unbeabsichtigten Druckanstieges, müssen Maßnahmen gegen Splitterflug, Spritzer und Stoffaustritt getroffen werden (Abzug oder Arbeiten hinter Schutzscheiben).

Apparaturen, bei denen ein Stromausfall erhöhte Gefährdungen mit sich bringen kann, sind an einem eigenen Stromkreis anzuschließen.

Destillationsapparaturen sind in ihrer Größe der Menge und Art des Destillationsgutes anzupassen:

- Stau von Dampf oder Kondensat vermeiden
- ausreichend wirksamen Kühler auswählen
- Kühlwasserfluss kontrollieren
- Destillationsapparaturen sicher befestigen und gegebenenfalls abstützen
- Kühlmitteldurchfluss überwachen (Störungswächter)
- Siedeverzügen durch geeignete Maßnahmen vermeiden (Siedesteine, Siedekapillaren, Rühren)
- Füllmenge des Destillationskolbens nie mehr als  $\frac{3}{4}$  des Gesamtvolumens
- Gefahr des Verstopfens bei leicht erstarrendem Destillat – Vorsicht! nach einem Verstopfen Gefahr eines gefährlichen Druckanstieges
- keine Produktkühlern bei Rückflussapparaturen verwenden
- bei Arbeiten mit hochreaktiven Trockenmitteln (z.B. Alkalimetalle) leckfreie Kühler verwenden (Metallkühlschlangen, Metallkühler)

Trockenröhrchen und Absorptionsgefäße dürfen nicht verstopft sein oder während des Betriebes verstopfen können. Ein mögliches Eintropfen von Flüssigkeit aus dem Absorptionsgefäß in das Reaktionsgefäß muss ausgeschlossen sein.

Zur Wärmeisolation heißer Teile an Apparaturen dürfen keine leicht entflammaren Materialien (Styropor, Baumwollappen) und keine asbesthaltigen Materialien verwendet werden. Aluminiumfolie stellt ein geeignetes, einfaches Isoliermaterial dar.

Beim Aufbau von Apparaturen sind zwischen Gefäßen mit Stoffen, deren Vermischung gefährlich werden kann, ausreichend bemessene Zwischengefäße einzubauen (richtige Durchflussrichtung beachten). Das zusätzliche Vorschalten von Rückschlagventilen kann zweckmäßig sein. Bei Druckgefällen in der Apparatur ist ein Zurücksteigen von Flüssigkeiten mit einer anschließenden gefährlichen Vermischung möglich.

## **Umgang mit zylindrischen Glasteilen**

Zylindrische Glasteile wie Thermometer, Glasrohre oder -stäbe dürfen nicht mit bloßen Händen in Stopfen und Schläuche eingeführt oder herausgezogen werden. Zum Schutz der Hände eignen sich beispielsweise ausreichend widerstandsfähige Handschuhe oder dicke Tücher. Die Glasteile sind mit geeigneten Gleitmitteln wie Siliconöl zu benetzen. Das Einführen darf auf keinen Fall in Richtung des Körpers erfolgen.

## **Abzüge**

Abzüge in den Laboren sollen verhindern, dass gefährliche Stoffe beim Arbeiten in die Atemluft gelangen. Gleichzeitig erfolgt ein Schutz gegen Verspritzen von gefährlichen Stoffen oder herumfliegenden Glassplittern.

Die Abzüge sind nur voll wirksam, wenn die Front- und Seitenschieber geschlossen sind. Bei Arbeiten unter dem Abzug ist die Frontscheibe nicht mehr als notwendig zu öffnen. Der Kopf des Benutzers soll immer durch die Scheibe geschützt bleiben. Nach Beendigung der Arbeit ist der Frontschieber zu schließen.

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

Unter dem Abzug dürfen sich nur die Mengen an Chemikalien befinden, die für den Fortgang der Arbeit notwendig sind. Regale im Abzug sind nicht zulässig.

Schadstoffe dürfen auch in den Abzügen nur bei Störungsfällen oder beim Befüllen der Apparatur frei werden. Überschüssige Reaktionsgase, Dämpfe, Aerosole oder Stäube, die bei normalem Arbeitsablauf entstehen, sind durch besondere Maßnahmen aufzufangen (z.B. durch entsprechende Waschflaschenanordnungen oder spezielle Filter).

Bei einem Ausfall der Abluft ist die Benutzung einzustellen. Apparaturen sind abzustellen (Kühlwasser muss gegebenenfalls weiterlaufen) und der Vorgesetzte ist zu informieren.

## **Ortsveränderliche Elektrogeräte**

Elektrische Leitungen sind so zu verlegen, dass sie zu keiner Gefährdung führen (Stolperfallen).

Das Hintereinanderschalten von elektrischen Mehrfachsteckdosenleisten ist nicht zulässig. Sind bewegliche Mehrfachsteckdosen nicht vermeidbar, so sollen sie mit eingebauten Sicherheitseinrichtungen (Hauptschalter, Vor-Sicherung, FI-Schalter, Überspannungsschutz, Spritzwasserschutz) versehen sein.

Vor Inbetriebnahme von ortsveränderlichen Elektrogeräten (auch ortsveränderliche Kabel) ist eine Sichtprüfung auf Schäden durchzuführen. Fehlerhafte Geräte – z.B. Geräte mit blank liegenden spannungsführenden Leitern – dürfen nicht betrieben werden.

Bedienungsanleitungen für die verwendeten Geräte sollten vorliegen.

An ortsveränderlichen Elektrogeräten muss alle 2 Jahre eine Isolationsprüfung durch eine Elektrofachkraft durchgeführt werden. Gefährdungen durch schlechte elektrische Kontakte (Korrosion, mechanische Überbeanspruchung) müssen ausgeschlossen sein (Gefahren durch Kriechströme, „Festbacken“, Temperaturanstieg bis zur Entzündung, fehlenden Berührungsschutz).

Elektrische Leitungen, insbesondere Steckverbinder, dürfen nicht von Wasser benetzt werden. Von einem Brand in Mitleidenschaft gezogene Geräte oder in anderer Form beschädigte oder beeinträchtigte Geräte (z.B. durch Einwirkung von Flüssigkeiten) müssen vor einer erneuten Nutzung von einer sachkundigen Person auf ihre Betriebssicherheit überprüft werden.

## **Heizbäder und Beheizung**

Zum Beheizen von Flüssigkeitsheizbädern und anderen Laboratoriumsapparaturen dürfen nur elektrische Heizeinrichtungen verwendet werden.

Der Gasbrenner sollte nur noch in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen z.B. für die Erwärmung sehr kleiner Substanzmengen im Reagensglas.

Wärmeträger sind unter Berücksichtigung der vorgesehenen Aufgabe sachkundig auszuwählen. Für Flüssigkeitsheizbäder und Flüssigkeitsthermostate dürfen nur Wärmeträger (z.B. Siliconöle) verwendet werden, deren unbedenkliche maximale Betriebstemperatur bekannt ist. Die maximale Betriebstemperatur muss mindestens 20 °C unter dem Flammpunkt des Wärmeträgers liegen (Brand- und Explosionsgefahren). Für höhere Temperaturen sind vorzugsweise Metallbäder zu verwenden. Sandbäder dürfen nur dann verwendet werden, wenn die bei ihnen auftretende ungleichmäßige, Temperaturverteilung zu keiner Gefährdung führen kann. Der als Wärmeträger verwendete Sand darf nicht scharfkantig sein.

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

Für Heizbäder sind wassermischbare Wärmeträger vorzuziehen. Nicht mit Wasser mischbare Wärmeträger müssen nach Verunreinigung mit Wasser erneuert oder ausreichend ausgeheizt werden (Spritzgefahr, Gefahr von Wärmeexplosionen). Wassermischbare und nicht mit Wasser mischbare Wärmeträger dürfen nicht miteinander vermischt werden.

Heizquellen und Flüssigkeitsheizbäder sind standfest aufzustellen. Ihre Arbeitshöhe muss gefahrlos einstellbar sein, um Heizquellen gegebenenfalls ohne Risiko aus der Apparatur entnehmen zu können (Labor-Hebebühnen; Stativringe sind dazu ungeeignet).

## **Gasbrenner**

Der Gasbrenner sollte nur noch in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen z.B. für die Erwärmung sehr kleiner Substanzmengen im Reagensglas. Gasbrenner dürfen nur mit speziellen, genormten Schläuchen angeschlossen werden. Auf gesicherte Standfestigkeit des Brenners ist zu achten.

Bei Kartuschenbrennern muss der Brenner vollständig absperbar sein. Bewährt haben sich Sicherheitsbrenner mit Züandsicherung und automatischer Gasabschaltung. Die Menge der am Arbeitsplatz bereitgehaltenen Kartuschen ist möglichst gering zu halten. Vorteilhaft werden die Kartuschen in einem separaten Lagerraum aufbewahrt.

## **Rotationsverdampfer**

Beim Betrieb von Rotationsverdampfern ist auf eine Einhaltung des für das jeweilige Lösungsmittel vorgeschriebenen Unterdrucks sowie auf eine nicht zu hohe Wasserbadtemperatur zu achten. Besonders niedrig siedende Lösungsmittel dürfen nur unter Normaldruck abgezogen werden.

Lösungsmittel, die zur Bildung von Peroxiden neigen, müssen vor dem Abdestillieren bis zur Trockene immer auf möglicherweise vorhandene Peroxide geprüft und diese entfernt werden.

Zur Reduzierung der Gefahr bei einer Im- oder Explosion des Rotationsverdampfers sind geeignete Maßnahmen zu treffen (Schutzscheiben, Verwendung von mit Kunststofffolien ummantelten Glasteilen, Drahtgitter).

Siedeverzüge können durch rasches Drehen des Kolbens vermieden werden.

Zur Erzeugung von Unterdruck sollten ausschließlich Membran- und keine Wasserstrahlpumpen mehr verwendet werden, da bei diesen Lösungsmitteldämpfe ins

Abwasser gelangen können. Die Abluft aus den Membranpumpen ist in einen Abzug einzuleiten.

Bei jedem Wechsel der Sorte des abzudestillierenden Lösungsmittels ist der Auffangkolben zu entleeren. Andernfalls kann es zu einer Rückverdampfung bereits kondensierten Lösungsmittels kommen.

## **Trockenschränke**

An Trockenschränken sind grundsätzlich Sicherheitsthermostate zu verwenden. Sie müssen regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft werden.

Stoffe oder Geräte dürfen nur dann in Trockenschränke getrocknet werden, wenn sich dabei im Inneren der Trockenschränke keine explosionsgefährliche oder zündfähige Atmosphäre entwickeln kann (z.B. zündfähige Lösungsmittel-Luft Gemische).

Das Trocknen von explosionsgefährlichen Stoffen in Trockenschränken ist verboten! Thermisch instabile Stoffe dürfen nur unter Bedingungen getrocknet werden, die ein Zersetzen sicher ausschließen.

Bei thermisch instabilen Stoffen soll die eingestellte Temperatur der Temperatur-Sicherheitseinrichtung mindestens 20 % unterhalb der Zersetzungstemperatur und bei leichtentzündlichen Stoffen mindestens 20 % unterhalb der Zündtemperatur liegen.

Zu trocknende Stoffe dürfen nicht mit den Wänden in Kontakt kommen (Wandtemperaturen liegen über denen der Ofentemperaturen).

## **Heizluftpistolen**

Heizluftpistolen erreichen Temperaturen bis 550 °C.

In der Nähe von brennbaren Flüssigkeiten, Dämpfen, Gasen und entzündlichen Stäuben dürfen Heizluftpistolen (Heizluftföne) nicht verwendet werden. Das Erwärmen von Kolben o.ä. mit brennbaren Lösungsmitteln ist nicht zulässig. Es ist untersagt, die Heizluftpistolen in der Nähe von brennbaren Stoffen abzulegen.

Zur Verringerung der hohen Brandgefährdung sollen Heißluftgebläse grundsätzlich außerhalb der Abzüge aufbewahrt werden.

Ein Erwärmen von geschlossenen Gefäßen oder Apparaturen ist untersagt.

## **Kühlschränke, Tiefkühlschränke**

Alle in Kühlschränke und Tiefkühlschränke eingestellten Gefäße müssen verschlossen und ordnungsgemäß gekennzeichnet sein.

In Innenräumen von Kühlschränken und Tiefkühlschränken, in denen sich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann, dürfen keine Zündquellen vorhanden sein. Entsprechende Kühlschränke sind am Markt erhältlich. Dies ist mit einem von außen gut sichtbaren Schild zu dokumentieren (Aufschrift: „Nur Innenraum frei von Zündquellen“). Kühlschränke und Tiefkühlschränke in Normalausführung können entsprechend umgebaut werden (siehe BGI/GUV-I 850-0, Kapitel 9.2.9.1).

Kühlschränke und Tiefkühlschränke, in denen Giftstoffe aufbewahrt werden, sind verschließbar zu gestalten und verschlossen zu halten.

Die Zusammenlagerung von Lebensmitteln und Gefahrstoffen ist verboten.

## **Arbeiten im Vakuum**

Dünnwandige Glasgefäße dürfen nur evakuiert werden, wenn sie von der Form her dafür geeignet sind. Nicht geeignet sind beispielsweise dünnwandige Glasgefäße nicht kugelige Form wie Erlenmeyer- und Standkolben.

Vor jedem Evakuieren von Glasgefäßen sind diese einer Sichtkontrolle auf Beschädigungen zu unterziehen (Sternchen, Kratzer).

Evakuierte Glasgefäße dürfen nicht einseitig erhitzt werden.

Zum Schutz gegen umher fliegende Glassplitter infolge Implosion sind geeignete Maßnahmen zu treffen (Arbeiten im Abzug, Schutzscheiben, Schutznetze, Bekleben mit Folien).

Bei Vakuumdestillationen muss dafür gesorgt werden, dass kein Siedeverzug auftritt (Siedekapillare, Destillation unter Rühren).

Die Apparaturen sind vor Beginn des Aufheizens zu evakuieren und erst nach dem Abkühlen zu belüften.

## **Vakuumpumpen und Kompressoren**

Anstelle von Wasserstrahlpumpen sollen möglichst Membranpumpen verwendet werden.

Kompressoren und Vakuumpumpen sind so aufzustellen, dass sie sicher betrieben werden können. In Arbeitsräumen dürfen Kompressoren und Vakuumpumpen, einschließlich ihrer Ausrüstung, nur aufgestellt werden, wenn durch deren Betrieb eine Lärmgefährdung für die Versicherten nicht gegeben ist. Austretende Gase, Nebel oder Dämpfe mit gefährlichen Eigenschaften sind gefahrlos abzuleiten. Eine ausreichende Kühlung ist zu gewährleisten. Ölnebel aus Drehschieberpumpen sollen niedergeschlagen werden (Ölfilter).

## **Zentrifugen**

Zentrifugen dürfen nur von fachkundigem, unterwiesenem Personal bedient werden.

Die Betriebsanweisung sowie die Gebrauchsanleitung müssen bekannt sein.

Zentrifugen müssen standsicher aufgestellt werden (Vermeidung des Wanderns der Zentrifuge). Bei der Aufstellung der Zentrifuge ist ein Freiraum von mindestens 30 cm einzuhalten.

Der Rotor ist gewichtssymmetrisch zu beladen. Jede Berührung mit umlaufenden Teilen muss ausgeschlossen werden.

Auf die besonderen Gefahren bei Tätigkeiten mit leicht- und hochentzündlichen Stoffen ist zu achten (Explosionsgefahr). Im Innenraum nicht ausreichend gegen explosionsfähige Atmosphäre geschützte Geräte sind mit Inertisierung zu betreiben.

Beim Betrieb von Ultrazentrifugen ist darauf zu achten, dass abfliegende Teile sicher aufgefangen werden (Verkleidung, fangende Schutzeinrichtung, besonderer Raum). Für Ultrazentrifugen ist ein Betriebsbuch zu führen.

## **Tiefkühlung**

Bei allen Arbeiten mit Medien zur Realisierung von tiefen Temperaturen (festes Kohlendioxid:  $-78\text{ °C}$ , flüssiger Stickstoff:  $-196\text{ °C}$ ) ist Hautkontakt (Kältehandschuhe) und Augenkontakt (Schutzbrille, gegebenenfalls Gesichtsschutzschirm) zu vermeiden.

Hautkontakt kann zu schweren verbrennungsähnlichen Symptomen führen. Von Tiefkühlmedien durchflossene Leitungen dürfen nicht mit der bloßen Hand berührt werden (Gefahr des Festfrierens). Bei einer starken Anreicherung von Stickstoff in der Atemluft können Bewusstlosigkeit bis hin zum Erstickungstod eintreten (1L Flüssigstickstoff ergibt ca. 750 L gasförmigen Stickstoff).

Dewargefäße dürfen nur in trockenem und sauberem Zustand mit Tiefkühlmitteln befüllt werden. Es ist zu kontrollieren, dass die Glasoberfläche nicht zerkratzt ist.

Dewargefäße aus Glas müssen mit einem Schutzmantel ausgerüstet oder auf andere Weise gegen die Folgen einer Implosion gesichert sein.

Bei Verwendung eines Tiefkühlbades aus festem Kohlendioxid und organischen Lösungsmitteln ist zu verhindern, dass bei Bruch der zu kühlenden Glasgefäße deren Inhalt mit dem Kühlmittel gefährlich reagiert.

Festes Kohlendioxid bzw. Flüssigstickstoff darf einem Kühlbad nur in einer Geschwindigkeit zugegeben werden, die ein Übersäumen oder Herausspritzen des Lösungsmittels verhindert. Als Lösungsmittel wird Isopropanol empfohlen.

Wird zur Tiefkühlung flüssiger Stickstoff verwendet, muss die Verweilzeit von flüssigem Stickstoff in offenen Dewargefäßen begrenzt werden. Derartige Dewargefäße sind regelmäßig vollständig zu entleeren. Durch Einkondensation in den Flüssigstickstoff kann es zu einer Sauerstoffanreicherung ( $K_p = -183\text{ °C}$ ) kommen (leichte Blaufärbung). Mit Sauerstoff angereicherter Stickstoff kann mit organischen Stoffen detonationsfähige Gemische bilden.

Flüssigkeitsbäder und Dewargefäße sind abzudecken, um die Geschwindigkeit des Verdampfens organischer Lösungsmittel oder die Einkondensation von Sauerstoff in Flüssigstickstoff herabzusetzen.

Argon ( $K_p = -186\text{ °C}$ ,  $F = -189\text{ °C}$ ) liegt bei der Temperatur des Flüssigstickstoffs in fester Form vor und kann gegebenenfalls Apparaturen verstopfen.

Lösungsmittel-Kältebäder sollten nicht auf Temperaturen kleiner als ca.  $10 - 15\text{ Grad}$  oberhalb des Schmelzpunktes des verwendeten Lösungsmittels gekühlt werden (Isopropanol  $F = -90\text{ °C}$ ).

Die Verwendung von flüssigem Sauerstoff oder flüssiger Luft zur Tiefkühlung ist verboten.

Ein Transport von mit Flüssigstickstoff gefüllten Behältern im Aufzug ist nur zulässig, wenn sich keine Person im Aufzug befindet.

Flüssigstickstoff darf nur in offenen Gefäßen oder Überdruckgefäßen mit einem Überdruckventil benutzt werden.

## **Tätigkeiten mit verflüssigten Gasen**

Bei Tätigkeiten mit verflüssigten Gasen müssen Maßnahmen getroffen sein, die verhindern, dass rasch verdampfendes verflüssigtes Gas zu einer Gefährdung führen kann. Dabei kann es sich insbesondere um Brand- und Explosionsgefahren, um Erfrierungen, Gefahr des Erstickens oder Gefährdungen durch toxische Eigenschaften handeln.

Eine ausreichende Warnwirkung beim Einatmen geht dabei von solchen Gasen nicht aus.



Undichtigkeiten an Apparaturen können zum Zufrieren von Leitungen und zum Bersten von Apparate­teilen führen.

Persönliche Schutzausrüstung ist zu tragen (Schutzbrille, Kältehandschuhe, gegebenenfalls Gesichtsschutzschirm, Kälteschutzschürze)

## **Chromatographie**

Insbesondere bei der Flashchromatographie ist auf die Dichtheit und Druckstabilität der Anschlüsse zu achten. Die ebenfalls unter Druck stehenden Vorratsgefäße sind zu schützen. Im Fall des Zerknalls ist austretendes Lösungsmittel aufzufangen und ein Schutz der Umgebung vor umher fliegenden Splintern zu gewährleisten.

Kann die Apparatur nicht im Abzug betrieben werden, muss eine sichere Ableitung der freiwerdenden Lösungsmitteldämpfe gewährleistet sein.

## **Druckgasflaschen und Armaturen**

Druckgasflaschen sind aus Brandschutzgründen nach Möglichkeit außerhalb der Laboratorien sicher aufzustellen. Gefahren durch die Aufstellung von Druckgasflaschen in Laboratorien bestehen beispielsweise durch Undichtigkeiten, durch Umstürzen, beim Flaschentransport oder bei Bränden durch Zerknall. Die Lagerung von Druckgasflaschen im Labor ist nur in dauerbelüfteten Gasflaschensicherheits­schränken zulässig. Die Gase sind den Arbeitsplätzen durch dauerhaft technisch dichte, fest verlegte Rohrleitungen zuzuführen. Sind solche Schutzmaßnahmen nicht möglich oder zweckmäßig, müssen Druckgasflaschen nach Arbeitschluss an einen sicheren Ort gebracht werden.

Laboratorien, in denen Druckgasflaschen aufgestellt sind, müssen mit dem Warnzeichen „Warnung vor Gasflaschen“ gekennzeichnet sein.

Druckgasflaschen sind gegen Erwärmung und gegen mechanische Einwirkungen, insbesondere gegen Umstürzen, zu schützen (Ketten, Rohrschellen oder Einstellvorrichtungen).

Druckgasflaschen mit giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Gasen müssen im Labor für die Durchführung der Tätigkeiten in Abzügen oder belüfteten Flaschenschränken aufgestellt werden. Für derartige Gase sind möglichst kleine Druckgasflaschen zu verwenden.

Alle Druckgasflaschen müssen die einheitliche europäische Farbkennzeichnung tragen.

Gase dürfen in Apparaturen nur eingeleitet werden, wenn sichergestellt ist, dass sich in der Apparatur kein unzulässiger Überdruck aufbauen kann (Tauchungen, Überdruckventile, Druckausgleich an vorgesehenen Öffnungen). Beim Einleiten von Gasen in Flüssigkeiten müssen Einrichtungen verwendet werden, die ein Zurücksteigen von Flüssigkeiten in die Leitung oder in das Entnahmegefäß sicher verhindern (leere Sicherheitsflaschen).

Zum Öffnen und Schließen der Ventile von Druckgasflaschen dürfen keine Drehmoment erhöhenden Werkzeuge verwendet werden.

Armaturen, Manometer, Dichtungen und andere Teile für stark oxidierende Druckgase (z.B. Sauerstoff, Lachgas) müssen frei von Öl, Fett und Glycerin gehalten werden (Brandgefahr). Es dürfen nur die für den Inhalt zugelassenen Manometer und Ventile verwendet werden.

Beim Umfüllen von Gasen in flüssigem Zustand in kleinere Druckgasflaschen muss eine Überfüllung sicher vermieden werden.

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

Für alle Druckgasflaschen, Verbindungsleitungen und als dicht ausgelegte Apparaturen ist Gasdichtheit sicherzustellen.

Druckgasflaschen dürfen nur mit geeigneten Hilfsmitteln (Flaschentransportwagen) und grundsätzlich nur mit Schutzkappe transportiert werden. Druckgasflaschen sollen nicht gemeinsam mit Personen in Aufzügen transportiert werden.

Nach Ablauf des Prüfdatums dürfen Druckgasflaschen nicht mehr verwendet werden.

## **Autoklaven, Bombenrohre und Druckrohre**

Geräte zur Durchführung von Reaktionen unter erhöhtem Druck müssen so beschaffen sein, dass sie den zu erwartenden mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen sicher standhalten und dicht bleiben.

Die Druckableitung muss gefahrlos für Personen erfolgen. Das sichere Ableiten möglicherweise großer Mengen an austretenden Gasen muss gewährleistet sein. Lediglich bei Druckgeräten mit sehr kleinen Volumen kann ein Abzug diese Freisetzung beherrschen

Arbeiten unter erhöhtem Druck sind immer in besonderen Schutzkammern oder hinter geeigneten Schutzwänden bzw. Schutzscheiben durchzuführen. Die notwendigen Schutzeinrichtungen sind so auszuwählen und so zu gestalten, dass für Personen ein sicherer Schutz vor den Wirkungen möglicher Explosionen (Splitter, Verspritzen des Inhalts, Austreten großer Gasmengen) besteht.

Unter erhöhtem Druck betriebene Apparaturen mit brennbarem oder toxischem Inhalt dürfen nur an dauerabgesaugten Orten betrieben werden.

Das Betreiben abgeschmolzener Bombenrohre ist nur dann zulässig, wenn sie nicht durch andere, weniger gefährliche Apparaturen ersetzt werden können. Beim Zuschmelzen von Bombenrohren sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Bombenrohre sind sofort nach dem Zuschmelzen in eine Stahlhülse zu legen. Bombenrohre dürfen erst aus der Schutzhülse genommen werden, wenn sie drucklos gemacht worden sind.

Bei der Nutzung von Druckrohren aus Glas ohne Sicherheitsventil oder ähnlichen Bauteilen (Berstscheibe) ist die Entstehung eines unzulässigen Überdrucks sicher auszuschließen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn die Siedetemperatur des verwendeten Lösungsmittels nicht überschritten wird. Sind darüber hinaus gehende Temperaturen nötig, so ist ein anderes Lösungsmittel mit einer entsprechenden Siedetemperatur zu verwenden.

## **Ultraschall**

Ultraschallbäder sind geschlossen zu betreiben, wenn durch Aerosolbildung eine Gefährdung hervorgerufen werden kann.

Werden chemische Reaktionen in Ultraschallbädern durchgeführt, so ist zu beachten, dass diese beschleunigt ablaufen können (Überhitzung, Brandgefahr).

## **Mikrowellen**

Substanzen in Mikrowellenöfen erhitzen sich bei entsprechend hoher Absorptionsfähigkeit für Mikrowellenstrahlung sehr schnell. Lösungsmittel können innerhalb von Sekunden ihren

Siedepunkt erreichen. Feststoffe können sich sehr hoch erhitzen, z.B. Kohlenstoff schnell bis zur Rotglut, Kohlenstoff kann aus überhitztem organischem Material gebildet werden.

Bei der Beheizung mit Mikrowellengeräten sind mögliche Brand- und Explosionsgefahren zu berücksichtigen. Werden Flüssigkeiten erhitzt müssen Siedeverzüge vermieden werden (Berstgefahr, Splitterflug).

Zu empfehlen ist die Verwendung von Labor-Mikrowellengeräten, (mechanische Stabilität des Gehäuses und Regelbarkeit der Mikrowellenleistung).

### **Reaktionen in Mikrowellengeräten**

Die Bedienungsanleitung des Geräteherstellers, insbesondere die Hinweise zur mittleren Standzeit von Druck-Reaktionsgefäßen, müssen beachtet werden. Eine entsprechend stabile Ausführung und Ausstattung der Geräte mit Sensoren zur Druck- und Temperaturüberwachung ist erforderlich.

Beim Erhitzen brennbarer Flüssigkeiten, müssen zusätzliche Sicherheitseinrichtungen im Gerät vorhanden sein (beispielsweise eine mechanische Durchlüftung, Ex-Sensor).

Werden Apparaturen eingebaut, die aus dem Ofenraum herausragen, so müssen Geräte eingesetzt werden, die entsprechende Durchbrüche mit Dämpfungen für die Strahlung besitzen.

Viele Reaktionen laufen unerwartet schnell ab (Gefahr des Durchgehens von Reaktionen, Bildung gefährlicher Reaktionsprodukte, Druckaufbau durch Gasbildung).

Reaktionsgemische in Mikrowellenöfen, deren Feldinhomogenitäten zu ungleichmäßiger Erwärmung führt, müssen besonders intensiv gerührt werden.

Bei Reaktionsgemischen ohne Lösungsmittel oder bei solchen, aus denen sich metallische Filme abscheiden können, besteht die Gefahr einer starken Aufheizung der Wandungen bis hin zum Schmelzen oder Bersten der Reaktionsgefäße.

Zusätzliche Sicherheitseinrichtungen im Gerät können beispielsweise eine mechanische Durchlüftung oder ein Ex-Sensor sein.

Aufschlüsse unter Druck erfordern speziell dafür ausgelegte Geräte mit zusätzlichen Überwachungsfunktionen.

Wenn aus dem Ofenraum im Fall des Abblasens oder Platzens eines Gefäßes Stoffe austreten können, so sollten diese möglichst nicht in den Laborraum gelangen können, sondern erfasst und gefahrlos fortgeführt werden.

### **Roboter und automatische Laborsysteme**

An Autosamplern, Handlinggeräten, Screening- und Pipettierautomaten sowie anderen automatisierten Laborgeräten müssen Gefährdungen von Personen durch mechanische Bewegungen, insbesondere solche von Nadeln und Kanülen, die mit Gefahrstoffen kontaminiert sind, vermieden werden. Erforderlichenfalls müssen Absicherungen vorhanden sein (Lichtschranken, Lichtvorhänge, Abdeckungen, Türen mit Endschaltern).

Die Möglichkeit, dass Gefahrstoffe bei Beschädigung von Gebinden austreten, ist zu berücksichtigen.

Bedienungsanleitungen müssen bekannt sein und den darin enthaltenen Sicherheitshinweisen ist Folge zu leisten.

## **Laserstrahlung**

Vor der Verwendung von Laserstrahlen in Versuchsapparaturen ist eine Betriebsanweisung zu erstellen.

Alle Laser müssen entsprechend ihrer Klasse gekennzeichnet werden.

In Abhängigkeit von der Klasse des Lasers sind die notwendigen Schutzmaßnahmen zu treffen insbesondere gegen die Einwirkung von direktem Laserlicht und von Streulicht in die Augen und auf die Haut. Laserstrahlung kann eine hohe Gefährdung für Augen und Haut darstellen.

Laserbereiche ab der Klasse 2 sind mit dem Warnzeichen „Warnung vor Laserstrahl“ zu kennzeichnen.

Weitere Schutzmaßnahmen können notwendig sein, wie Zugangsbeschränkungen, Abschirmung der Laserstrahlen, Einhausen der Laserstrahlen, die Anmeldung bei der zuständigen Behörde, die Bestellung eines Laserschutzbeauftragten.

Reflektierende Gegenstände dürfen nicht unbeabsichtigt in den Strahlengang gelangen können (z.B. Schmuck).

Laserlicht kann im Labor mit hoher Energie chemische Reaktionen und physikalische Prozesse auslösen und gegebenenfalls zu Materialzerstörungen führen oder eine Zündquelle darstellen.

In Absprache mit dem Laserschutzbeauftragten sind Laserschutzbrillen, Schutzkleidung oder Schutzhandschuhe zur Verfügung zu stellen und zu benutzen.

## **UV-Strahlung**

Direkte oder indirekte UV-Exposition kann zu Entzündungen und Verbrennungen der Horn- und Bindehaut führen. Auf der Haut können sonnenbrandartige Verbrennungen hervorgerufen werden. Wiederholte Exposition kann zu Hautkrebs führen. Ultraviolett-Strahler müssen so angeordnet sein und betrieben werden, dass die Augen und die Haut von Versicherten nicht geschädigt werden (Ummantelung, spezielle Schutzbrillen, Schutzkleidung, kein direkter Sichtkontakt zur Lampe, keine Bestrahlung von Personen).

Beim Einsatz insbesondere von Hochleistungslampen kann Ozon entstehen. Durch Lüftungstechnische Maßnahmen ist dafür zu sorgen, dass der Arbeitsplatzgrenzwert von Ozon unterschritten und eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Ozon ausgeschlossen ist (gegebenenfalls im Abzug arbeiten).

Der Einschaltzustand von Ultraviolett-Strahlern muss eindeutig erkennbar sein.

Vorsicht, Ultraviolett-Strahler können sehr heiß werden.

## **Umgang mit ionisierender Strahlung**

Für Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen gelten besondere Vorschriften, siehe dazu Strahlenschutzverordnung, Röntgenverordnung und BGI/GUV-I 850-0 Kapitel 5.1.4.

## **Elektromagnetische und magnetische Felder**

Bereiche mit Quellen elektromagnetischer Strahlung, mit starken Elektro- oder Permanentmagneten (z.B. NMR-Spektroskopie) sind zu kennzeichnen (Warnzeichen)

„Warnung vor elektromagnetischem Feld“ oder „Warnung vor magnetischem Feld“), der Zugang ist entsprechend zu regeln.

Für Bereiche, in denen Versicherte exponiert sein können, dürfen keine unzulässig hohen Feldstärken auftreten.

Der Zutritt zu Gefahrenbereichen ist zu beschränken.

## **Nadeln und Kanülen**

Beim Umgang mit Spritzen und Kanülen kann es zu Stichverletzungen kommen (Infektionsgefahr, Gefahr der Inkorporation von Gefahrstoffen).

Nadeln sind ohne Berührung mit der Hand in Nadelcontainern zu entsorgen.

Kanülen sollen nicht ohne geeignete Hilfsvorrichtungen in die Schutzhülle zurückgesteckt werden.

## **Reinigung**

Das Spülen mit organischen Lösungsmitteln soll nach Möglichkeit vermieden werden.

Stark reagierende Reinigungsmittel (z.B. starke Säuren und Laugen) dürfen nur verwendet werden, wenn andere Reinigungsmittel sich als ungeeignet erwiesen haben.

Vor der Reinigung ist sicher zu stellen, dass der Restinhalt der Gefäße mit dem Reinigungsmittel nicht zu gefährlichen Reaktionen führen kann.

## **Entsorgung und Ressourcenschonung**

Die Mengen der verwendeten Chemikalien und Lösungsmittel sind auf das kleinstmögliche Maß einzuschränken. Hier gilt der Grundsatz „Verwertung vor Entsorgung“.

Eine Belastung des Abwassers mit Gefahrstoffen ist zu verhindern. Daher dürfen Abfälle nicht in den Ausguss gegeben werden.

Alle Abfälle müssen in die entsprechenden Abfallbehälter entsorgt und dann dem Entsorgungshof zugeführt werden.

Die einzelnen Abfallsorten sind getrennt so zu sammeln, dass gefährliche Reaktionen ausgeschlossen werden können.

Es ist nach folgenden Abfallsorten getrennt zu sammeln:

- Lösungsmittelgemische
- Waschwasser verunreinigt mit organischen Lösungsmitteln
- anorganische Feststoffe
- organische Feststoffe
- Laborglas braun
- Laborglas weiß
- Aufsaugmittel und Filtermaterialien
- Laborabfälle aus Kunststoff oder anderen Materialien
- Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten
- Glasbruch
- Pumpenöle (Mineralöle)
- Siliconöle

Abfälle, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften nicht durch Dritte entsorgt werden können, sind im Labor gefahrlos zu vernichten oder in eine ungefährliche Form umzuwandeln.

Abfallgefäße müssen ordnungsgemäß beschriftet und gekennzeichnet werden.

Von der Bereithaltung und Befüllung der Sammelbehälter dürfen keine Gefahren und Gesundheitsgefährdungen ausgehen (Lagerung an dauerabgesaugten Orten).

Behälter zur Entsorgung der jeweiligen Abfallarten sind im Entsorgungshof erhältlich.

Glasbruch ist unter Verwendung der entsprechenden Abfallbehälter zu entsorgen.

## **Glasbläserarbeiten**

Zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen für die Glasbläser müssen vor Glasbläserarbeiten die Glasgeräte sorgfältig gereinigt und getrocknet werden.

## **Flucht und Rettungswege**

Zu den Flucht- und Rettungswegen zählen Flure, Treppen, Treppenträume und Ausgänge.

Flucht- und Rettungswege sind stets freizuhalten! Das Abstellen von Gegenständen aller Art im Bereich der Flucht- und Rettungswege ist verboten.

Im Bereich der Flure dürfen Schränke, Tische, Stühle, Garderobenständer und andere Gegenstände nur an Stellen abgestellt werden, die keinen Flucht- und Rettungswege darstellen. Alle abgestellten Möbel und Gegenstände müssen aus nicht brennbarem oder zumindest aus schwer entflammbarem Material gefertigt sein.

Die Lagerung und das Abstellen von Chemikalien, brandlasterhöhenden Stoffen (z.B. Papier, Holz, Styropor), Pinnwänden und Leergut in Aufenthaltsräumen, in Treppenträumen, Durchgängen, Fluren und auf Dachböden sind verboten.

Flucht- und Rettungspläne sind gut sichtbar in jeder Etage eines Gebäudes anzubringen. Aus ihnen sind die Fluchtwege, die Standorte der Feuerlöscheinrichtungen (wie Handfeuerlöscher, Wandhydranten mit Schläuchen, Löschdecken, Brandmelder, Rauch- und Wärmeabzugsgeräte) erkenntlich. Vorhandene Flucht- und Rettungswegepläne sowie deren Beschilderungen sind in den jährlichen Schulungsplan einzubeziehen.

Flucht- und Rettungswege einschließlich der Ausgänge müssen mindestens durch lang nachleuchtende Sicherheitszeichen gekennzeichnet sein. Sie dürfen nicht der Sicht entzogen und nicht beschädigt oder entfernt werden.

Brandschutztüren, Rauchschutztüren und selbst schließende Fluchtwegtüren und andere selbst schließende Türen (beispielsweise Labortüren, Zwischentüren auf Fluren) dürfen in ihrem Schließweg nicht behindert werden z.B. durch Blockierung des Selbstschließmechanismus.

Automatische Brandschutztüren schließen selbsttätig. Offen gehalten werden diese Türen durch elektromechanische Feststellanlagen oder durch Elektromagneten.

In Laboratorien müssen Ausgänge in ausreichender Zahl vorhanden sein, mindestens aber 2. Fluchtwege dürfen nur dann über einen benachbarten Raum führen, wenn dieser Raum auch im Gefahrfall während des Betriebes ein sicheres Verlassen ohne fremde Hilfe ermöglicht.

Türen von Laboratorien müssen in Fluchtrichtung aufschlagen (in Richtung Flur) und mit einem Sichtfenster ausgerüstet sein. Labortüren sind geschlossen zu halten.

Alle Mitarbeiter sind verpflichtet, Schäden an Brandschutzeinrichtungen, Brandmelde- und Brandwarnanlagen unverzüglich zu melden.

## **Technische Schutzmaßnahmen**

Für alle prüfpflichtigen Arbeitsmittel sind die gesetzlichen Prüfpflichten einzuhalten.

Ungünstig gestaltete Arbeitsplätze in Laboratorien erhöhen die Unfallgefahr und tragen zum unbeabsichtigten Freiwerden von Gefahrstoffen bei.

Verkehrswege und Bewegungsraumflächen im Labor müssen frei gehalten werden. Fußböden oder deren Beläge sowie hindurchgehende Leitungsdurchführungen müssen wasserdicht sein.

Das Abstellen von Chemikalienflaschen oder -kanistern auf dem Fußboden ist verboten.

Laboratorien müssen mit ausreichenden, jederzeit wirksamen technischen Lüftungseinrichtungen ausgerüstet sein (Luftwechsel von 25 m<sup>3</sup>/h pro m<sup>2</sup>, bei 3 m lichter Raumhöhe entspricht dies etwa einem achtfachen Luftwechsel pro Stunde). Aus Laboratorien abgesaugte Luft darf nicht zurückgeführt werden. Zur Emissionsminderung an der Quelle werden örtliche Absaugungen empfohlen. Solche örtlichen Absaugungen sind kein Ersatz für Abzüge, können jedoch unter bestimmten Bedingungen sinnvoll eingesetzt werden.

Auf besondere Gefahren in Laboratorien wie beispielsweise Laserstrahlen, starke Magnetfelder, Nutzung von Druckgasflaschen ist mit entsprechenden Beschilderungen auf der Eingangstür bzw. am Arbeitsplatz hinzuweisen.

## **Verhalten im Gefahrenfall, Hausalarm**

Alle Mitarbeiter und Studenten sind grundsätzlich verpflichtet, durch ihr Verhalten zur Verhütung von Gefahrensituationen beizutragen!

### **Hausalarm**

In Gefahrensituationen ist, wenn erforderlich, ein Hausalarm auszulösen (akustisches Signal).

In den Objekten Albert-Einstein-Straße und im Laborcontainer im Dr.-Lorenz-Weg befinden sich an verschiedenen Stellen auf den Fluren rot gekennzeichnete Metallboxen. Zum Auslösen eines Hausalarms ist die Glasscheibe im Frontbereich mit einem geeigneten Gegenstand zu zerstören und der Alarmknopf zu betätigen. In den Objekten Albert-Einstein-Straße wird damit gleichzeitig ein Feueralarm bei der Feuerwehr ausgelöst. Im Dr.-Lorenz-Weg ist die Feuerwehr über die Notrufnummer 0-112 zu alarmieren.

Setzen Sie einen Notruf gemäß folgendem Schema ab:

- Wer meldet?
- Was ist passiert?
- Wo ist etwas passiert?
- Wie viele Personen sind betroffen?
- Wenn erforderlich und möglich, auf Rückfragen warten!

Bei der automatischen Alarmierung sind diese Fragen beim Eintreffen der Feuerwehr zu beantworten. In jedem Fall müssen die Einsatzkräfte der Feuerwehr eingewiesen werden.

Die Dispatcherzentrale der Universität, Telefon 1111, ist zu informieren.

Beim Ertönen des Signaltons auf den Fluren gelten folgende Verhaltensregeln:

- Alle Arbeiten sind sofort einzustellen, Absperrhähne sind zu schließen, die Strom- und die Gaszufuhr zu Versuchsanlagen ist zu unterbrechen, Notaus-Schalter sind zu betätigen und eventuell offene Fenster sind zu schließen (Kühlwasser laufen lassen).
- Jeder achtet darauf, dass alle Personen mit ihm den Raum verlassen.
- Verletzten oder hilfebedürftigen Personen ist zu helfen.
- Nach dem verlassen der Arbeitsräume sind die Türen zu schließen, wobei alle Schlösser unverschlossen bleiben.
- Kollegen in benachbarten Bereichen sind zu warnen und zum Verlassen der Räume aufzufordern.
- Das Gebäude wird den Flucht- und Rettungswegen folgend auf kürzestem Wege über die Treppen verlassen und es ist der Sammelplatz aufzusuchen. Die Aufzüge dürfen nicht benutzt werden.
- Auf dem Sammelplatz erfolgt eine Kontrolle ob alle Personen das Gebäude verlassen haben.

### **Gefährliche Situationen**

Beim Auftreten gefährlicher Situationen, z.B. Feuer, Austreten gasförmiger Schadstoffe, Auslaufen von gefährlichen Flüssigkeiten und Lösungsmitteln, Explosionsgefahr sind umgehend Maßnahmen zur Gefahrenabwehr oder -minimierung durchzuführen:

- Ruhe bewahren und überstürztes, unüberlegtes Handeln vermeiden
- Personenschutz geht vor Sachschutz
- alle Apparaturen und Experimente stoppen; Gas, Strom und gegebenenfalls Wasser abstellen; Kühlwasser muss weiterlaufen
- gefährdete Personen in Nachbarbereichen warnen und gegebenenfalls zum Verlassen der Räume auffordern
- kann die Gefahrensituation nicht ohne Eigengefährdung behoben werden, Hausalarm auslösen, Notaus-Schalter betätigen und das Gebäude den Flucht- und Rettungswegen folgend verlassen
- Leiter der Arbeitsgruppe oder des Praktikums und die Leitwarte (Hausnotruf Dispatcher: 1111) benachrichtigen
- beim Ausfall der Lüftungsanlage alle Arbeiten mit Gefahrstoffen einstellen, Labor nach Abschalten der Geräte verlassen und den Leiter der Arbeitsgruppe verständigen

Nach einem ausgelösten Hausalarm darf das Gebäude erst wieder betreten werden, nachdem es durch die Feuerwehr oder durch eine autorisierte Person freigegeben worden ist!

### **Austreten gefährlicher Gase**

Nach dem unkontrollierten Austreten gefährlicher Gase ist der Gasaustritt durch das Schließen der zugehörigen Ventile zu stoppen, sofern dies ohne Eigengefährdung realisiert werden kann. Gegebenenfalls sind dazu Atemschutzmasken mit geeigneten Filtern anzulegen. Anschließend ist für gute Durchlüftung sorgen.

Kann der Gasaustritt nicht ohne Eigengefährdung gestoppt werden, ist der Gefahrenbereich zu verlassen, ein Hausalarm auszulösen und das Gebäude den Flucht- und Rettungswegen folgend zu verlassen.

Beim Austreten brennbarer Gase sind Zündquellen zu vermeiden, Elektroschalter dürfen nicht betätigt werden.

Der Vorgesetzte ist zu informieren.



## **Auslaufen von gefährlichen Flüssigkeiten**

Ausgelaufene Flüssigkeiten sind unter Beachtung des Selbstschutzes zu beseitigen. Wenn nötig ist eine Atemschutzmaske mit geeignetem Filter zu benutzen.

Bindemittel zur Aufnahme gefährlicher Flüssigkeiten werden im Labor / auf den Fluren bereitgehalten.

Verhaltensregeln bei ausgelaufenen brennbaren Flüssigkeiten (soweit ohne persönliche Gefährdung möglich):

- Zündquellen vermeiden
- Elektroschalter nicht betätigen
- für gründliche Durchlüftung sorgen
- Flüssigkeiten mit geeigneten Saug- oder Bindemitteln aufnehmen
- in dicht schließende Sammelbehälter verbringen
- der Entsorgung zuführen
- Vorgesetzten informieren

Besteht das Risiko einer Eigengefährdung, sind alle Apparaturen und Experimente zu stoppen. Anschließend ist der Gefahrenbereich zu verlassen, ein Hausalarm auszulösen und das Gebäude den Flucht- und Rettungswegen folgend zu verlassen.

Verhaltensregeln bei ausgelaufenen ätzenden Flüssigkeiten (soweit ohne persönliche Gefährdung möglich):

- für gründliche Durchlüftung sorgen
- Flüssigkeiten mit geeigneten Saug- oder Bindemitteln aufnehmen
- in dicht schließende Sammelbehälter verbringen
- der Entsorgung zuführen
- Vorgesetzten informieren

Besteht das Risiko einer Eigengefährdung sind alle Apparaturen und Experimente zu stoppen. Anschließend ist der Gefahrenbereich zu verlassen, ein Hausalarm auszulösen und das Gebäude den Flucht- und Rettungswegen folgend zu verlassen.

## **Brände, Brandschutz**

Alle Mitarbeiter und Studenten sind grundsätzlich verpflichtet, durch ihr Verhalten zur Verhütung von Bränden beizutragen!

### **Feuerlöscheinrichtungen**

Für die Brandbekämpfung stehen Kohlendioxid- und ABC-Pulverlöscher in ausreichender Anzahl zur Verfügung. Günstig ist es weiterhin Löschsand als Löschmittel bereit zu halten. Kohlendioxidlöscher sind insbesondere zum Löschen von Flüssigkeitsbränden geeignet. Bei Bränden mit einem festen Glutbett sowie bei Bränden von Metallen, Metallalkylen, Lithiumaluminiumhydrid, Silanen oder ähnlichen Stoffen stellen die ABC-Pulverlöscher die bessere Wahl dar.

Die Stellen, an denen sich Feuerlöscheinrichtungen befinden, sind durch das Brandschutzzeichen F04 „Feuerlöschgerät“ zu kennzeichnen.

### **Brände**

In verqualmten Bereichen ist es günstig sich gebückt oder kriechend zu bewegen, in Bodennähe ist meistens noch atembare Luft vorhanden.

Brände sind mit den vorhandenen Feuerlöschern zu bekämpfen, sofern dies gefahrlos möglich ist. Rauch kann den Rückweg eventuell sehr schnell versperren. Besondere Gefahren wie giftige Gase, Dämpfe usw. sind zu beachten.

Kann ein Brand nicht ohne Eigengefährdung oder Probleme selbständig gelöscht werden, ist schnellstmöglichst ein Feueralarm / Hausalarm auszulösen.

Alle nicht an Lösch- oder Rettungsmaßnahmen beteiligten Personen haben den Gefahrenbereich zu verlassen.

Grundsätzlich ist auch der kleinste Brand den jeweiligen Vorgesetzten oder Praktikumsleiter zu melden.

Zum Verhalten im Brandfall sind weiterhin die Brandschutzordnung der Universität und die Brandschutzordnung des Instituts für Chemie sowie die Informationen zur Brandschutzordnung der Universität und die Allgemeingültigen Grundsätze zur Brandverhütung und zum Verhalten im Brandfall der Universität zu beachten.

### **Kleiderbrände**

Personen, bei denen sich die Kleidung entzündet hat, neigen zu panikartigen Reaktionen.

Entsprechend den vorhandenen Möglichkeiten sind Kleiderbrände in der hier angegebenen Rangfolge der Maßnahmen zu löschen: Notdusche, Kohlendioxid- oder Pulverlöscher (Gesundheitsschutz beachten!), Löschdecke, Hin- und Herwälzen auf dem Fußboden.

### **Brandfall von Druckgasflaschen**

Brände von verflüssigten und verdichteten Gasen, die aus Druckgasflaschen austreten, werden grundsätzlich durch Schließen der Flaschenventile (Unterbrechen der Gaszufuhr) gelöscht. Ist diese Sofortmaßnahme nicht gefahrlos durchführbar (beispielsweise bei Bränden im Bereich der Flaschenventile), wird die Brandbekämpfung mit Pulver- oder Kohlendioxidfeuerlöschern zu dem Zweck durchgeführt, die Flaschenventile unmittelbar nach dem Ablöschen zu schließen.

Durch Brandeinwirkung erwärmte Flaschen können aus geschützter Stellung mit Wasser gekühlt werden. Bei sehr warmen Flaschen (durch verdampfendes Wasser erkennbar) ist die Umgebung wegen möglicher Explosionsgefahr unverzüglich zu räumen.

Druckgasflaschen, die Brandeinwirkungen ausgesetzt waren, sind außer Betrieb zu nehmen.

### **Erste-Hilfe**

Die im Folgenden aufgeführten Grundsätze geben einen Überblick über ausgewählte labortypische Erste-Hilfe Maßnahmen.

Bei allen Hilfeleistungen ist auf die eigene Sicherheit zu achten.

Verunglückte Personen sind aus dem Gefahrenbereich zu bergen und es ist für ausreichende Frischluftzufuhr zu sorgen.

Mit Gefahrstoffen benetzte Haut ist gründlich mit viel Wasser und gegebenenfalls mit Seife mindestens 5 Minuten abzuspülen. Im Fall von großflächigen Hautkontakten sollte zum Abspülen die Körpernotdusche benutzt werden.

Bei Einwirkung von Gefahrstoffen auf die Augen ist mit der Augendusche bei gespreizten Augenlidern von außen in Richtung zur Nasenwurzel hin mindestens 10 Minuten mit Wasser zu spülen.

Mit Chemikalien verschmutzte Kleidung, auch Unterkleidung, Strümpfe, Schuhe, sind sofort auszuziehen.

Bei leichten Unfällen mit Gesundheitsschäden, bei Unwohlsein oder allergische Hautreaktionen, die aus dem Umgang mit Chemikalien herrühren können, ist ein Arzt aufzusuchen und der Leiter des Arbeitskreises zu verständigen.

Bei Unfällen mit schwerwiegenden Verletzungen sowie mit Verletzungen, deren Art und Schwere nicht eingeschätzt werden kann, ist unverzüglich ein Notarzt zu alarmieren. Verletzte Personen dürfen bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes nicht allein gelassen werden. Es ist Erste-Hilfe zu leisten.

Nach der Alarmierung des Notarztes ist eine ortskundige Personen am Eingang des Gebäudes zu postieren, um den Notarzt auf direktem Wege zum Verletzten zu führen.

Dem Arzt sind nach seinem Eintreffen alle hilfreiche Informationen mitzuteilen. Wichtige Informationsquellen (z.B. Erbrochenes und Chemikalien) sind sicher zu stellen und dem Arzt zu benennen.

Alle Arbeits- oder Wegeunfälle (auch Verdachtsfälle z.B. beruhend auf dem Umgang mit Gefahrstoffen) sind meldepflichtig. Es ist immer ein Protokoll zu erstellen.

Bei besonders gefährlichen Tätigkeiten sind mit dem oder den für die Behandlung in Frage kommenden Krankenhäusern notwendige Notfallmaßnahmen abzustimmen.

In allen Abteilungen sind Ersthelfer zu benennen.

Auf den Fluren der Abteilungen müssen Aushänge zur Ersten-Hilfe installiert werden, die mindestens folgende Angaben enthalten: Notruf, Notarzt, Ersthelfer



Im Labor sind angemessene Erste-Hilfe-Einrichtungen bereitzustellen. Dazu zählen z.B. jederzeit umfassend aufgefüllte Erste-Hilfe-Kästen.

Weiterführende Informationen können den Broschüren der Gesetzlichen Unfallversicherung „Anleitung zur Ersten-Hilfe“ und „Informationen für die Erste-Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe“ entnommen werden.

## Notruf, Notrufnummern

Notruf (bei Feuer, Havarie, Unfall): 0-112

Hausnotruf, Dispatcher: 1111

Es ist immer auch der Arbeitsgruppenleiter zu informieren.

Ein Notruf ist gemäß dem folgenden Schema abzusetzen:

- WAS ist passiert / Feuer, Verätzung, Sturz usw.?
- WO ist es passiert / Ortsangabe?
- WIEVIELE Verletzte / Anzahl?
- WELCHE Verletzungen / Art und betroffene Körperteile?
- WER meldet / Name des Meldenden?
- WARTEN bis die Leitwarte das Gespräch beendet hat, es können noch wichtige Fragen zu beantworten sein?

## **Notrufnummern für Vergiftungsfälle**

Bei Vergiftungsfällen sind in jedem Fall Informationen über die aktuelle Vergiftung bei einer der folgenden Stellen einzuholen:

Berliner Betrieb für zentrale gesundheitliche Aufgaben      Telefon: 030 19240  
(Institut für Toxikologie, Giftnotruf Berlin)

Giftinformationszentrum-Nord      Telefon: 0551 19240  
(der Länder Bremen, Hamburg, Niedersachsen  
und Schleswig-Holstein)

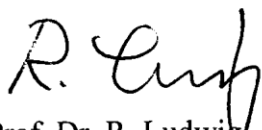
Giftinformationszentrum Erfurt      Telefon: 0361 730730

## **Arbeitsmedizin**

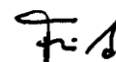
Maßnahmen im Rahmen arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen sind in der Richtlinie des Instituts für Chemie „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ geregelt. Entsprechende Vorsorgeuntersuchungen können in Anspruch genommen werden.

## **Tätigkeiten von Fremdfirmen**

Vor Beginn der Tätigkeit von Dritten in Laboratorien (Reinigungspersonal, Mitarbeiter der Haustechnik, Wartungsfirmen) sind die betreffenden Personen umfangreich über alle potentiellen Risiken zu informieren und speziell einzuweisen. Weiterhin ist es erforderlich, dass sich oben genannte Personen beim jeweiligen Laborleiter anmelden.



Prof. Dr. R. Ludwig  
Geschäftsführender Direktor  
Institut für Chemie



Dr. H. Feist  
Sicherheitsbeauftragter  
Institut für Chemie