

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/9fd386ab-45dc-3284-8eb2-86d0f72dab6d>

Bibliografie	
Titel	Technische Regeln für Gefahrstoffe Laboratorien (TRGS 526)
Amtliche Abkürzung	TRGS 526
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	[keine Angabe]

Abschnitt 5 TRGS 526 - Spezielle Betriebsbestimmungen

5.1 Tätigkeiten im Labor

5.1.1 Tätigkeiten mit selbstentzündlichen Stoffen

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

5.1.2 Tätigkeiten mit Peroxide bildenden Flüssigkeiten

Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, müssen vor der Destillation und dem Abdampfen auf Anwesenheit von Peroxiden untersucht und die Peroxide entfernt werden. Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, sind vor Licht - insbesondere UV-Strahlung - geschützt aufzubewahren.

5.1.3 Tätigkeiten mit explosionsgefährlichen Stoffen

(1) Explosionsgefährliche Stoffe und Gemische sind in möglichst kleinen Mengen und nur an ausreichend abgeschirmten Arbeitsplätzen zu handhaben. Geeignete Schutzvorkehrungen technischer, organisatorischer und personenbezogener Art sind zu treffen. Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag, Reibung und gefährlicher Einschluss (Verdämmung) sind zu vermeiden. Vorräte an explosionsgefährlichen Stoffen und Gemischen sind so gering wie möglich zu halten. Sie sind gegen Flammen- und Hitzeeinwirkung gesichert, unter Verschluss und von den Arbeitsplätzen entfernt, möglichst in einem besonderen Raum, aufzubewahren. Eine Zusammenlagerung mit brennbaren Gefahrstoffen oder Druckgasen, auch in Sicherheitsschränken, ist verboten.

(2) Ammoniakalische silbersalzhaltige Lösungen müssen nach ihrer Herstellung sofort weiterverarbeitet werden.

(3) Acetylen darf auf keinen Fall mit Kupfer oder Kupferlegierungen mit mehr als 70 % Cu in Berührung kommen. Apparateile, die bei chemischen Reaktionen mit Acetylen in Berührung kommen, dürfen auch nicht aus Legierungen mit geringerem Kupfergehalt bestehen.

(4) Bei Tätigkeiten mit Perchlorsäure muss sichergestellt sein, dass sich nicht unkontrolliert explosionsgefährliche Perchlorate bilden können.

(5) Alkalimetalle und deren Amide müssen so aufbewahrt werden, dass ein Zutritt von Bestandteilen der Luft nach Möglichkeit vermieden wird.

5.1.4 Umgang mit ionisierender Strahlung

Beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen sind die Mengen, die Aktivitäten und die Expositionszeiten zu minimieren. Die Höhe der Exposition ist durch technische Maßnahmen so gering wie möglich zu halten. Radioaktive Stoffe sind sachgerecht unter Verschluss zu halten. Sie dürfen an Arbeitsplätzen nur in solchen Mengen und Aktivitäten und nur für die Zeit verbleiben, wie es das Arbeitsverfahren erfordert. Strahlenquellen sind nach dem Stand der Technik zu betreiben. Der Zutritt zu solchen Arbeitsplätzen ist auf die dort unmittelbar mit diesen Tätigkeiten beschäftigten Personen zu beschränken. Schwangere dürfen dort nicht beschäftigt werden, wenn Exposition besteht. Personen unter 18 Jahre dürfen solche Tätigkeiten nur ausführen, wenn dies zur

Erzielung des Ausbildungszieles erforderlich ist. Siehe hierzu auch die [Strahlenschutz-](#) und die Röntgenverordnung.

5.1.5 Trocknen von Lösemitteln

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

5.1.6 Arbeiten mit Vakuum

(1) Dünnwandige Glasgefäße dürfen nur evakuiert werden, wenn sie von der Form her dafür geeignet sind. Vor jedem Evakuieren von Glasgefäßen sind diese einer Sichtkontrolle auf festigkeitsgefährdende Beschädigungen zu unterziehen. Evakuierte Glasgefäße dürfen nicht einseitig erhitzt werden. Zum Schutz gegen umherfliegende Glassplitter infolge Implosion sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

(2) Bei Vakuumdestillationen muss dafür gesorgt werden, dass kein Siedeverzug auftritt. Nicht kondensierte Dämpfe müssen auskondensiert oder auf sonstige Weise gefahrlos abgeführt werden. Die Apparaturen sind vor Beginn des Aufheizens zu evakuieren und erst nach dem Abkühlen zu belüften. Dies muss ohne Entfernen von Sicherheitseinrichtungen möglich sein. Besteht die Gefahr, dass sich der Destillationsrückstand in Gegenwart von Sauerstoff zersetzt, darf nur Inertgas zum Entspannen eingelassen werden.

5.1.7 Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stoffen der Kategorien 1 und 2

(1) Vor Aufnahme der Tätigkeiten mit solchen Stoffen ist zu prüfen, ob diese durch weniger gefährliche ersetzt werden können. Stehen kein geeigneter Ersatzstoff oder kein geeignetes Ersatzverfahren zur Verfügung, so muss vorrangig ein geschlossenes System für die Tätigkeiten vorgesehen werden. Ist die Anwendung eines geschlossenen Systems technisch nicht möglich, so müssen geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Gefährdung auf ein Mindestmaß vorgesehen werden.

(2) Als geschlossenes System im Sinne dieser TRGS gelten z. B.

1. im geschlossenen Abzug aufgestellte, nicht offen betriebene Apparaturen,
2. Vakuumapparaturen,
3. Glovebox und
4. Apparaturen mit dichten Verbindungen, bei denen alle Öffnungen an ein wirksames Abluftsystem angeschlossen sind.

(3) Insbesondere sind die folgenden Maßnahmen im Rahmen des [§ 11 der Gefahrstoffverordnung](#) zu treffen:

1. Jugendliche, werdende oder stillende Mütter dürfen Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Stoffen nur durchführen, soweit dies mit den Bestimmungen des [Jugendarbeitsschutzgesetzes](#) und des [Mutterschutzgesetzes](#) und den zugehörigen Verordnungen, insbesondere der Mutterschutzrichtlinienverordnung, vereinbar ist.
2. Gefahrenbereiche sind abzugrenzen und mit Warn- und Sicherheitszeichen zu kennzeichnen.
3. Die arbeitsmedizinischen Maßnahmen nach [§§ 15](#) und [16 Gefahrstoffverordnung](#) sind durchzuführen oder anzubieten.
4. Für krebserzeugende, erbgutverändernde oder fruchtbarkeitsgefährdende Stoffe sind Einzelbetriebsanweisungen zu erstellen.
5. Eine Minimierung der Stoffmengen mit Blick auf den Zweck der Tätigkeiten ist durchzuführen. Ein Arbeiten in geschlossenen Apparaturen im Abzug unter Benutzung geeigneter Schutzhandschuhe und, soweit die

Gefährdungsbeurteilung dies ergibt, weiterer persönlicher Schutzausrüstung, ist erforderlich. Alternativ kann auch in einer dichten, mit funktionstüchtigen Handschuhen ausgestatteten Glovebox gearbeitet werden. Eine weitere Alternative ist die Verwendung solcher Stoffe in technisch dauerhaft dichten Apparaten oder Gerätesystemen, wie beispielsweise Gaschromatographen. Abgasströme müssen sicher erfasst und abgeführt werden. In Abzügen sind Emissionen zu erfassen und zu beseitigen. Ist keine Exposition über den Atemweg anzunehmen, genügen wirksame Maßnahmen gegen den Hautkontakt.

6. Druckgase müssen in möglichst kleinen Gebinden im Abzug verwendet werden. Werden Druckgasflaschen in Sicherheitsschränken aufgestellt, ist ein mindestens 120facher Luftwechsel im Sicherheitsschrank erforderlich, die Gase sind den Apparaturen und Geräten in auf Dauer technisch dichten Leitungen zuzuführen.
7. Bei Wägevorgängen ist die Exposition zu minimieren. Gegebenenfalls ist die Waage unter dem Abzug, in einer Glovebox oder einer entsprechend abgesaugten wirksamen Einhausung zu betreiben.
8. 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.
9. Kontaminierte Apparateile sind soweit zu reinigen, dass von diesen keine Gefahr mehr ausgeht.
10. Kontaminierte persönliche Schutzausrüstung einschließlich Labormantel sind zu dekontaminieren oder direkt gefahrlos zu entsorgen.

(4) Bei tatsächlich objektiv fehlender Aussagekraft einer Messung kann der Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung entscheiden und dokumentieren, dass und warum er auf Messungen nach [§ 11 Abs. 2 Nr. 1 der Gefahrstoffverordnung](#) verzichtet.

5.2 Betrieb von Apparaturen und Geräten

5.2.1 Aufbau von Apparaturen

(1) Apparaturen sind übersichtlich und mechanisch spannungsfrei aufzubauen. Sind hierzu Stative erforderlich, sind diese sicher zu befestigen oder zu beschweren. Aus Gründen der Stabilität sind an Stelle von Stativen fest montierte Stativgitter zu bevorzugen.

(2) Beim Aufbau von Apparaturen in Abzügen ist darauf zu achten, dass die Strömungsverhältnisse möglichst wenig beeinflusst werden. Heizbäder, andere äußere Wärmequellen, gegebenenfalls auch Kühlbäder, müssen gefahrlos und ohne Veränderung der Apparatur entfernt werden können.

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

5.2.2 Umgang mit zylindrischen Glastellen

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

(2) Vor Glasbläserarbeiten sind Geräte sorgfältig zu reinigen und zu trocknen.

(3) Beim Arbeiten mit Glasapparaturen sind die zulässigen Temperaturen und Temperaturdifferenzen zu beachten. Bei Verwendung von Glasgeräten sind Temperaturdifferenzen von mehr als 140 Grad Celsius zwischen Dampf- und Kühlflüssigkeit zu vermeiden.

5.2.3 Verbindungen und Stopfen

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen dicht sitzende Verbindungen eingesetzt werden.

5.2.4 Schläuche und Armaturen

(1) Schläuche und Armaturen müssen so ausgewählt werden, dass sie den zu erwartenden Drücken und anderen mechanischen, thermischen sowie chemischen Beanspruchungen standhalten. Sie müssen vor Gebrauch auf sichtbare Mängel kontrolliert werden. Schadhafte Schläuche sowie weich oder porös gewordene Schlauchenden müssen entfernt werden.

(2) Der Gebrauch von Glasgeräten mit bruchempfindlichen Schlauchanschlüssen (Glasoliven) und Schlauchverbindern aus Glas ist möglichst zu vermeiden. Die Verwendung von Steck- oder Schraubkupplungen als Verbindungselemente für Schläuche ist vorzuziehen. Sollen Glasgeräte mit gläsernen Oliven dennoch eingesetzt werden, sind möglichst Kunststoff-Schraubadapter aufzusetzen.

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

5.2.5 Gasbrenner

(1) An Bunsen- und verwandten Gasbrennern sind absperrbare Einstellgeräte für das Brenngas nicht zulässig. Gasbrenner und ähnliche Verbrauchseinrichtungen dürfen nur mit DVGW-geprüften Schläuchen angeschlossen werden. Dies gilt nicht für Kartuschenbrenner.

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

5.2.6 Betrieb von Apparaturen

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

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

(3) Ist bei Ausfall der Spannung die Gefährdung nicht beherrschbar, sind entsprechend der Gefährdungsbeurteilung zusätzliche Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der sicherheitsrelevanten Funktionen notwendig.

(4) Es ist darauf zu achten, dass Trockenröhrchen und Absorptionsgefäße nicht verstopft sind oder während des Betriebes verstopfen können. Außerdem ist sicherzustellen, dass ein mögliches Eintropfen von Flüssigkeit aus dem Absorptionsgefäß in das Reaktionsgefäß verhindert wird.

(5) Zur Wärmeisolation heißer Teile an Apparaturen dürfen keine leicht entflammaren Stoffe verwendet werden.

(6) 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.

(7) Destillationsapparaturen sind in ihrer Größe der Menge und Art des Destillationsgutes anzupassen. Sie sind so auszuwählen, dass kein Stau von Dampf oder Kondensat auftreten kann. Der Kühler muss ausreichend wirksam sein. Destillationsapparaturen sind sicher zu befestigen und gegebenenfalls abzustützen. Der Kühlmitteldurchfluss ist am Ausgang des Kühlers zu überwachen. Zur Vermeidung von Siedeverzügen sind geeignete Maßnahmen erforderlich.

(8) Elektrische Leitungen sind so zu verlegen, dass sie zu keiner Gefährdung führen. Das Hintereinanderschalten von elektrischen Mehrfachsteckdosenleisten ist wegen des möglichen Verlustes der elektrischen Sicherheit und einer Erhöhung der Brandgefahr nicht zulässig.

5.2.7 Heizbäder und Beheizung

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

(2) Für Flüssigkeitsheizbäder und Flüssigkeitsthermostate dürfen nur Wärmeträger verwendet werden, deren unbedenkliche maximale Betriebstemperatur bekannt ist. Bei Flüssigkeitsheizbädern muss die maximale Betriebstemperatur mindestens 20 Grad Celsius und bei Flüssigkeitsthermostaten mindestens 5 Grad Celsius unter dem Flammpunkt des Wärmeträgers liegen. Für höhere Temperaturen sind vorzugsweise Metallbäder zu verwenden. Sandbäder dürfen nur dann verwendet werden, wenn die bei ihnen auftretende ungleichmäßige, insbesondere auch durch das Nachheizen bedingte Temperaturverteilung zu keiner Gefährdung führen kann. Der als Wärmeträger verwendete Sand darf nicht scharfkantig sein.

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

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

(5) Wärmeträger sind unter Berücksichtigung der vorgesehenen Aufgabe sachkundig auszuwählen. Gefahren durch Volumenvergrößerung beim Erwärmen, durch Verunreinigungen und durch Tropfwasser ist wirksam zu begegnen.

5.2.8 Trocknen in Wärmeschränken

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

(2) Wärmeschränke, aus denen Gase, Dämpfe oder Nebel in gefährlicher Konzentration oder Menge austreten können, müssen an eine ausreichend dimensionierte Entlüftung angeschlossen werden.

(3) Das Trocknen von thermisch instabilen Stoffen sowie von Stoffen mit leicht entzündlichen Bestandteilen darf nur in Wärmeschränken mit einer zusätzlichen Temperatur-Sicherheitseinrichtung erfolgen. Die eingestellte Temperatur der Temperatur-Sicherheitseinrichtung muss unterhalb der Zersetzung- bzw. Zündtemperatur liegen.

5.2.9 Kühlgeräte

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

(2) Kühlschränke und Kühltruhen nach Absatz 1 müssen mit einem Hinweiszeichen mit der Aufschrift "Nur Innenraum frei von Zündquellen" gekennzeichnet sein.

(3) Kühlschränke, deren Innenraum nicht frei von möglichen Zündquellen ist, sind mit dem Hinweisschild "In diesem Kühlschrank ist das Aufbewahren brennbarer Stoffe verboten" zu kennzeichnen.

5.2.10 Tiefkühlung

(1) Bei Verwendung eines Tiefkühlbades aus festem Kohlendioxid und organischen Lösemitteln ist zu verhindern, dass bei Bruch der zu kühlenden Glasgefäße deren Inhalt mit dem Kühlmittel gefährlich reagiert. Festes Kohlendioxid muss den Lösemitteln vorsichtig zugegeben werden.

(2) Beim Gebrauch der Tiefkühlbäder sind diese so weit wie möglich abzudecken. Nach dem Gebrauch verbleiben diese bis zum Erreichen der Raumtemperatur abgedeckt im Abzug und sind dann in geeignete Vorrats- oder Entsorgungsbehälter zu geben.

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

(4) Dewargefäße dürfen nur in trockenem und sauberem Zustand mit tiefkalten verflüssigten Gasen gefüllt werden. Verkratzte Dewargefäße dürfen nicht für tiefkalte verflüssigte Gase verwendet werden.

(5) Wird zur Tiefkühlung flüssiger Stickstoff verwendet, muss die Verweilzeit von flüssigem Stickstoff in offenen Dewargefäßen begrenzt werden. Die Verwendung von flüssigem Sauerstoff oder flüssiger Luft zur Tiefkühlung ist nicht zulässig.

(6) Zur Erzeugung von Tieftemperatur-Kühlbädern dürfen tiefkalte verflüssigte Gase nur in kleinen Portionen unter Rühren in die Badflüssigkeit eingetragen werden.

(7) Bei Tätigkeiten mit verflüssigten Gasen müssen Maßnahmen getroffen sein, die verhindern, dass rasch verdampfendes verflüssigtes Gas zu einer Gefährdung führen kann.

5.2.11 Druckgasflaschen und Armaturen

(1) Druckgasflaschen sind aus Brandschutzgründen grundsätzlich außerhalb der Laboratorien sicher aufzustellen. Bei der Aufstellung im Labor sind in der Regel besondere Schutzmaßnahmen zu ergreifen, dies stets jedoch bei erhöhtem Brandrisiko. Die Gase sind den Arbeitsplätzen durch dauerhaft technisch dichte, fest verlegte Rohrleitungen zuzuführen. Sind solche Schutzmaßnahmen nicht möglich oder zweckmäßig, müssen Druckgasflaschen nach Arbeitsschluss an einen sicheren Ort gebracht werden.

(2) Laboratorien, in denen Druckgasflaschen aufgestellt sind, müssen mit dem Warnzeichen WO 19 "Warnung vor Gasflaschen" gekennzeichnet sein.

(3) Druckgasflaschen sind gegen mechanische Einwirkungen, insbesondere gegen Umstürzen, zu schützen. Beim Verdampfen von verflüssigten Gasen durch äußere Erwärmung muss eine örtliche Überhitzung vermieden werden. Die Temperatur der

Druckgasflasche darf 50 Grad Celsius nicht überschreiten. Elektrische Temperiereinrichtungen (z. B. Heizbandagen) dürfen auch im Fehlerfall eine Temperatur von 50 Grad Celsius nicht überschreiten. Gase, die zu gefährlichen Reaktionen in der Flasche neigen, dürfen nicht erwärmt werden.

(4) Druckgasflaschen mit giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder reproduktionstoxischen Gasen müssen im Labor für die Durchführung der Tätigkeiten in Abzügen oder belüfteten Flaschenschränken aufgestellt werden.

(5) Druckgasflaschen müssen die europäische harmonisierte Farbkennzeichnung nach DIN EN 1089-3:2004 tragen sowie eine Kennzeichnung auf der Flaschenschulter. Dies gilt nicht für Flüssiggasflaschen und Feuerlöscher.

(6) Für sehr giftige, giftige und krebserzeugende Gase müssen möglichst kleine Druckgasflaschen verwendet werden.

(7) Armaturen, Manometer, Dichtungen und andere Teile für stark oxidierende Druckgase müssen frei von Öl, Fett und Glycerin gehalten werden. Sie dürfen auch nicht mit ölhaltigen Putzlappen oder mit fettigen Fingern berührt werden. Reste von Lösemitteln, die zum Entfetten verwendet werden, müssen durch Abblasen mit ölfreier Luft entfernt werden. Die Materialien der Druckminderer müssen gegen das zu verwendende Gas ausreichend beständig sein. Für Sauerstoff dürfen nur hierfür zugelassene Manometer verwendet werden.

(8) 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.

(9) Gasschläuche sind sicher zu befestigen und die Schlauchanschlüsse bzw. Schlauchverbindungen vor Inbetriebnahme auf Dichtheit zu prüfen. Fest eingebundene Schläuche sind der Befestigung des Schlauches auf Schlauchtüllen mit Schlauchschellen oder Schlauchbindern vorzuziehen.

(10) Ventile von Druckgasflaschen für brennbare und brandfördernde (oxidierende) Gase sind langsam zu öffnen. Zum Öffnen und Schließen der Ventile von Druckgasflaschen dürfen keine drehmomenterhöhenden Werkzeuge verwendet werden. Druckgasflaschen, deren Ventile sich nicht von Hand öffnen lassen, sind außer Betrieb zu nehmen, entsprechend zu kennzeichnen und dem Füllbetrieb zuzustellen. Ventile von Druckgasflaschen sind nach Gebrauch und auch nach dem Entleeren zu schließen.

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

(12) Druckgasflaschen müssen, soweit dies möglich ist, mit geeigneten Druckminderern betrieben werden. Manometer dürfen an Druckminderern nur von Fachleuten ausgewechselt werden. Undichte Verschraubungen der Druckminderer dürfen nur angezogen werden, wenn das Flaschenventil geschlossen ist.

(13) Vor Tätigkeiten mit Gasen, durch die eine Gefährdung nicht ausgeschlossen ist, ist die Apparatur dahingehend zu überprüfen, ob überschüssiges Gas nur an der dafür vorgesehenen Stelle entweichen kann.

(14) Druckgasflaschen dürfen nur mit geeigneten Hilfsmitteln und grundsätzlich nur mit Schutzkappe transportiert werden.

(15) Bei Druckgasflaschen ist das Datum der nächst fälligen Prüfung zu beachten.

5.2.12 Druckgeräte

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

(2) Versuchsautoklaven für Versuche mit unbekanntem Reaktions-, Druck- oder Temperaturverlauf müssen in besonderen Kammern oder hinter Schutzwänden aufgestellt sein. Diese müssen so gestaltet sein, dass Personen beim Versagen des Autoklaven vor Splittern und Wurfstücken sowie vor dem austretenden Inhalt und den Wirkungen möglicher nachfolgender Explosionen geschützt sind. Die Beobachtung der Sicherheits- und Messeinrichtung sowie deren Bedienung müssen von sicherer Stelle aus erfolgen können.

5.2.13 Bombenrohre und Schießöfen

(1) Abgeschmolzene Bombenrohre dürfen nur dann verwendet werden, 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. 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.

(2) Schießöfen sind so aufzustellen, dass im Falle des Zerknalls eines Bombenrohres keine Gefährdung der Beschäftigten eintreten kann.

5.2.14 Labor- und Ultrazentrifugen

(1) Labor- und Ultrazentrifugen müssen so aufgestellt sein, dass sie sicher betrieben werden können.

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

5.2.15 Laserstrahlung

(1) Alle Laser müssen entsprechend ihrer Klasse gekennzeichnet werden. Nur bei Klasse 1 und III kann die Kennzeichnung entfallen, wenn der Hersteller Hinweise in der Benutzerinformation aufgenommen hat.

(2) Bei Lasern müssen bei offenem Strahlengang je nach Klasse des Lasers Schutzmaßnahmen gegen direkte Einwirkung und gegen Einwirkung durch Streulicht getroffen werden. Laser der Klassen 2, 2M und 3A dürfen nur betrieben werden, wenn der Strahlverlauf deutlich und dauerhaft gekennzeichnet ist. Die Kennzeichnung von Laserbereichen mit Lasern ab der Klasse 2 erfolgt mit dem Warnzeichen WO-10 "Warnung vor Laserstrahl". Laser der Klassen 3B, 3R und 4 dürfen nur unter zusätzlichen Schutzmaßnahmen betrieben werden. Hierzu zählen Zugangsbeschränkungen und Abschirmung der Laserstrahlen. Das Tragen von Laserschutzbrillen kann erforderlich sein, reflektierende Gegenstände dürfen bei solchen Arbeiten nicht unbeabsichtigt in den Strahlengang gelangen können, insbesondere Schmuck muss abgelegt werden.

(3) Der Betrieb von Lasern der Klasse 3B, 3R und 4 ist dem zuständigen Unfallversicherungsträger und der zuständigen Behörde anzuzeigen. Vor Inbetriebnahme von Lasern der Klasse 3B, 3R und 4 ist ein Laserschutzbeauftragter schriftlich zu bestellen. Die Beschäftigten sind zu unterweisen.

5.2.16 UV-Strahlung

Ultraviolett-Strahler müssen so angeordnet sein und betrieben werden, dass die Augen und die Haut von Beschäftigten nicht geschädigt werden und eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch Ozon ausgeschlossen ist. Der Einschaltzustand von Ultraviolett-Strahlern muss eindeutig erkennbar sein.

5.2.17 Rotationsverdampfer

Beim Betrieb von Rotationsverdampfern ist auf eine Einhaltung des für das jeweilige Lösemittel vorgeschriebenen Unterdrucks sowie auf eine nicht zu hohe Wasserbadtemperatur zu achten. Besonders niedrig siedende Lösemittel dürfen nur unter Normaldruck abgezogen werden. Lösemittel, 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 die Geräte vollständig einzuhausen oder alle Glasteile mit Kunststoff zu ummanteln. Bei Verwendung einer automatischen Hebevorrichtung für die Destillationsvorlage ist bei jedem Kolbenwechsel eine Justierung auf die jeweilige Kolbengröße erforderlich. Alle verwendeten Glasgeräte sind vor der Evakuierung auf Unversehrtheit zu prüfen.

5.2.18 Heißluftgebläse

Heißluftgebläse dürfen nicht in der Nähe brennbarer Flüssigkeiten oder Dämpfe betrieben werden.

5.2.19 Thermostaten

Die in Thermostaten enthaltenen Temperiermedien müssen bei der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Die Möglichkeiten zur Substitution durch weniger gefährliche Medien sind zu prüfen.

5.2.20 Kompressoren und Vakuumpumpen

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 Beschäftigten nicht gegeben ist. Austretende Gase, Nebel oder Dämpfe mit gefährlichen Eigenschaften sind gefahrlos abzuleiten.

5.2.21 Ultraschall

Ultraschallbäder sind geschlossen zu betreiben, wenn durch Aerosolbildung eine Gefährdung hervorgerufen werden kann. Ist dies nicht möglich, so sind diese im Abzug zu betreiben.

5.2.22 Mikrowellen

- (1) Bei der Beheizung mit Mikrowellengeräten sind mögliche Brand- und Explosionsgefahren zu berücksichtigen.
- (2) Beim Erhitzen von Flüssigkeiten müssen Siedeverzüge vermieden werden.
- (3) 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.
- (4) Werden brennbare Flüssigkeiten erhitzt, so 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.

5.2.23 Chromatographie

- (1) Bei Gaschromatographen mit Elektroneneinfangdetektor müssen die Vorschriften des Strahlenschutzes beachtet werden.
- (2) 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 Lösemittel aufzufangen und die Umgebung vor umherfliegenden Splintern zu schützen. Kann die Apparatur nicht im Abzug betrieben werden, müssen die freiwerdenden Lösemitteldämpfe sicher abgeleitet werden. Druckstöße sollen vermieden werden. Die Apparatur darf nur beaufsichtigt oder technisch abgesichert betrieben werden.

5.2.24 Roboter und automatisierte Laborgeräte

An Autosamplern, Handlinggeräten, Screening- und Pipettierautomaten sowie anderen automatisierten Laborgeräten müssen Gefährdungen durch die mechanischen Bewegungen, insbesondere solche von Nadeln und Kanülen, die mit Gefahrstoffen kontaminiert sind, vermieden werden. Erforderlichenfalls müssen Absicherungen durch Lichtschranken, Lichtvorhänge, Abdeckungen und Türen mit Endschaltern und Ähnlichem vorhanden sein. Die Möglichkeit, dass Gefahrstoffe bei Beschädigung von Gebinden austreten, ist zu berücksichtigen.

5.2.25 Elektromagnetische und magnetische Felder

Bereiche mit Quellen elektromagnetischer Strahlung, mit starken Elektro- oder Permanentmagneten sind zu kennzeichnen, der Zugang ist entsprechend zu regeln. Für Bereiche, in denen Beschäftigte exponiert sein können, dürfen keine unzulässig hohen Feldstärken auftreten. Hierzu können die Unterlagen der Gerätehersteller herangezogen werden. Im Fall modifizierter oder selbst gebauter Geräte ist eine Beurteilung erforderlich. Dazu kann es notwendig sein, die Feldstärken messtechnisch zu bestimmen. Gefahrbereiche sind mit dem Warnzeichen W 12 "Warnung vor elektromagnetischem Feld" oder W-013 "Warnung vor magnetischem Feld" (ASR A1 3) zu kennzeichnen. Der Zutritt zu Gefahrbereichen ist zu beschränken. Die Kurzzeitexpositionswerte sind einzuhalten und persönliche Schutzausrüstungen zu benutzen. Bei der Gefährdungsbeurteilung sind auch die Wirkungen auf Antennen oder ferromagnetische Teile zu berücksichtigen, die zum Eintrag von Energie führen können oder zum Auftreten erheblicher mechanischer Kräfte.

5.2.26 Nadeln und Kanülen

Nadeln sind ohne Berührung mit der Hand in Nadelcontainern zu entsorgen. Kanülen sollen nicht ohne geeignete Hilfsvorrichtungen in die Schutzhülle zurückgesteckt werden.