

Inhaltsverzeichnis

C 0 Übersicht.....	5
C 1 Gefahrstoffe	6
C 1.1 Einleitung.....	6
C 1.2 Explosive Stoffe	7
C 1.2.1 Allgemeines	7
C 1.2.2 Gefährliche Verbindungen	9
C 1.2.3 Peroxide in Lösemitteln	11
C 1.2.4 Unfall mit alten Alkalimetallbeständen.....	12
C 1.3 CMR-Stoffe.....	13
C 1.4 Radioaktive Stoffe	16
C 1.4.1 Allgemeines	16
C 1.4.2 Abschirmungen	18
C 1.4.3 Kontamination vermeiden	19
C 1.5 Übungen.....	21
C 1.5.1 Explosionsfähige Verbindungen	21
C 1.5.2 Mit CMR-Stoffen arbeiten	22
C 1.5.3 Welche Schutzmaßnahme passt?	23
C 2 Biostoffe	24
C 2.1 Einleitung.....	24
C 2.2 Biostoffe – eine Begriffsbestimmung	25
C 2.3 Übertragungswege	27
C 2.4 Verbreitungsmechanismen	28
C 2.5 Konzept der Schutzmaßnahmen.....	29
C 2.5.1 Allgemeines	29
C 2.5.2 Gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit Biostoffen.....	31
C 2.5.3 Risikogruppen.....	33
C 2.5.4 Schutzstufe 1	35
C 2.5.5 Schutzstufe 2	36
C 2.5.6 Schutzstufen 3 – 4	38
C 2.6 Sicherheitseinstufung bei gentechnischen Arbeiten	40
C 2.7 Abgrenzung von Infektionsrisiko und Risikobewertung	41
C 2.8 Biologische Sicherheitsmaßnahmen.....	42
C 2.9 Mikrobiologische Grundregeln	43
C 2.10 Sicherheitswerkbänke	45
C 2.10.1 Allgemeines	45
C 2.10.2 Laminare Luftströmung.....	47
C 2.11 Übungen.....	48
C 2.11.1 Biostoffe	48
C 2.11.2 Tätigkeiten	49

C 2.11.3	Schutzstufe 1	50
C 2.11.4	Sicherheitswerkbänke	51
C 3	Aufbau und Betrieb von Apparaturen	52
C 3.1	Einleitung	52
C 3.2	Aufbau von Apparaturen	53
C 3.2.1	Allgemeines	53
C 3.2.2	Von der Planung zur Durchführung	55
C 3.2.3	Abdichten von Schlißverbindungen	57
C 3.3	Betrieb von Apparaturen	58
C 3.4	Einleiten von Gasen	59
C 3.5	Schläuche und Anschlüsse	61
C 3.5.1	Unfall durch ungeeigneten Schlauch	61
C 3.5.2	Allgemeines	62
C 3.6	Instrumentelle Analytik	64
C 3.7	Übungen	65
C 3.7.1	Maßnahmen zum Aufbau	65
C 3.7.2	Schläuche	66
C 3.7.3	Maßnahmen zum Betrieb	67
C 3.7.4	Zwischengefäße	68
C 4	Glasgeräte und Vakuum	69
C 4.1	Einleitung	69
C 4.2	Verwenden von Glasgeräten	70
C 4.3	Evakuieren von Glasgeräten	72
C 4.4	Exsikkatoren	73
C 4.5	Rotationsverdampfer	74
C 4.5.1	Aufstellen von Rotationsverdampfern	74
C 4.5.2	Betreiben von Rotationsverdampfern	75
C 4.6	Vakuumdestillationen	76
C 4.7	Übungen	78
C 4.7.1	Evakuieren	78
C 4.7.2	Im- und Explosionsgefahr	79
C 4.7.3	Arbeiten im Vakuum	80
C 4.7.4	Destillationsapparaturen	81
C 5	Heizen und Kühlen	82
C 5.1	Einleitung	82
C 5.2	Heizen	83
C 5.2.1	Heizquellen	83
C 5.2.2	Beheizen von Apparaturen	85
C 5.2.3	Explosion in einer Mikrowelle	87
C 5.2.4	Mikrowellengeräte	88
C 5.2.5	Mikrowellen-Laborsysteme	90

C 5.2.6	Wärme- und Trockenschränke	91
C 5.3	Kühlen	92
C 5.3.1	Kühlen von Apparaturen	92
C 5.3.2	Kühlertypen	94
C 5.3.3	Kühlschränke, Kühltruhen	96
C 5.4	Übungen	97
C 5.4.1	Schutzmaßnahmen beim Heizen	97
C 5.4.2	Wärmeträger	98
C 5.4.3	Tiefkühlbäder	99
C 5.4.4	Kühler	100
C 6	Druckgasflaschen	101
C 6.1	Einleitung	101
C 6.2	Druckgasflaschen aufstellen	102
C 6.2.1	Allgemeines	102
C 6.2.2	Zusammenfassung	104
C 6.3	Druckgasflaschen betreiben	105
C 6.3.1	Allgemeines	105
C 6.3.2	Undichte Chlor-Druckgasflasche	107
C 6.4	Übungen	109
C 6.4.1	Gase im Laboratorium	109
C 6.4.2	Transport von Druckgasflaschen	110
C 7	Weitere Geräte und Betriebsmittel	111
C 7.1	Einleitung	111
C 7.2	Zentrifugen	112
C 7.2.1	Überblick	112
C 7.2.2	Aufstellen von Zentrifugen	113
C 7.2.3	Betreiben von Zentrifugen	114
C 7.2.4	Beladen von Zentrifugen	116
C 7.3	Autoklaven	117
C 7.3.1	Überblick	117
C 7.3.2	Versuchsautoklaven	118
C 7.3.3	Sterilisationsautoklaven	119
C 7.4	Roboter und andere automatisierte Laborgeräte	120
C 7.4.1	Überblick	120
C 7.4.2	Gefährdungen	121
C 7.4.3	Technische Schutzmaßnahmen	122
C 7.4.4	Organisatorische Schutzmaßnahmen	123
C 7.5	Strahlung	124
C 7.5.1	Überblick	124
C 7.5.2	Röntgenstrahlung	126
C 7.5.3	UV-Strahlung	127

C 7.5.4	Laserstrahlung	129
C 7.5.5	Elektromagnetische Felder	132
C 7.6	Pipetten	134
C 7.6.1	Überblick	134
C 7.6.2	Ergonomische Pipettiersysteme	135
C 7.6.3	Hygieneregeln beim Pipettieren	136
C 7.7	Übungen	137
C 7.7.1	Zentrifugen	137
C 7.7.2	Druckgeräte	138
C 7.7.3	Röntgenstrahlung	139
C 7.7.4	Richtig Pipettieren	140

Fachinformationen

C 0 Übersicht

In Laboratorien werden je nach Ausrichtung unterschiedliche Chemikalien und Betriebsmittel¹ eingesetzt.

Es kann z.B sein, dass Sie in Ihrem Labor mit speziellen explosiven Stoffen, CMR-Stoffen, radioaktiven Stoffen oder biologischen Arbeitsstoffen umgehen.

Oder Sie arbeiten mit Betriebsmitteln wie z.B. Rotationsverdampfern, Heiz- und Kühleinrichtungen, Zentrifugen oder Geräten mit energiereicher Strahlung.

Dieses Lernmodul beschreibt die spezifischen Betriebsbestimmungen, die nicht notwendigerweise in jedem Labor zur Anwendung kommen. Bearbeiten Sie gezielt die Kapitel, die für den Arbeits- und Gesundheitsschutz in Ihrem Labor relevant sind, um so stets die größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten.

Gesamtbearbeitungsdauer des Moduls: ca. 2,5 Stunden

Bedienungshinweis²

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

¹ Hierunter fallen alle Arbeitsgeräte, die Sie im Labor verwenden – vom einfachen Reagenzglas bis zum High-Tech-Analysegerät.

² Auf der linken Seite des Programmfensters sehen Sie ein verkürztes Inhaltsverzeichnis mit der aktuell geöffneten Seite und ggf. übergeordneten Hauptkapiteln. Weiter unten werden Ihnen für jede Seite Querverweise zu relevanten Vorschriften oder Programmseiten angeboten.

Mit einem Klick auf „Inhaltsverzeichnis“ in der unteren Menüleiste können Sie sich das komplette Inhaltsverzeichnis zum Lernmodul anzeigen lassen und gezielt zu bestimmten Seiten springen. Über einen erneuten Klick auf „Inhaltsverzeichnis“ schließen Sie dieses wieder. Probieren Sie es doch gleich einmal aus!

Fachinformationen

C 1 Gefahrstoffe

C 1.1 Einleitung

Besondere Gefahrstoffe erfordern besondere Schutzmaßnahmen.

Damit Sie sicher und unbesorgt arbeiten können, lautet das oberste Prinzip: Begrenzen Sie die eingesetzten Mengen und vermeiden Sie eine Exposition so gut wie möglich. Technische Schutzmaßnahmen wie z.B. geschlossene Systeme haben Vorrang vor allen anderen.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- wie Sie mit explosiven Stoffen sicher umgehen und gefährliche Reaktionen verhindern,
- was Sie bei Tätigkeiten mit radioaktiven Stoffen beachten müssen,
- welche Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit CMR-Stoffen einzuhalten sind.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 1.2 Explosive Stoffe

C 1.2.1 Allgemeines

Explodieren Chemikalien, hat das meist verheerende Folgen. Deshalb ist jeder im Labor darauf bedacht, solch plötzliche und heftige Reaktionen zu vermeiden.

Dies müssen Sie bei der Arbeit mit explosiven Stoffen¹ und deren Gemischen beachten:

- Verarbeiten Sie diese Gefahrstoffe in möglichst kleinen Mengen an gut abgeschirmten² Arbeitsplätzen.
- Auch die Vorräte sollten möglichst gering sein und müssen an einem sicheren Ort³ gelagert werden.
- Im gefährdeten Bereich dürfen sich nur so viele Personen wie nötig aufhalten.
- Vermeiden Sie unbedingt Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung, Schlag, Reibung und gefährlichen Einschluss (Verdämmung).
- Verwenden Sie die bereitgestellte persönliche Schutzausrüstung⁴.
- Bedenken Sie, dass auch Stäube brennbarer Feststoffe zu Explosionsgefahren führen können.
- Sie müssen die einschlägigen Vorschriften⁵ beachten.

¹ Explosive Stoffe sind unter anderem zahlreiche organische Nitroso- und Nitroverbindungen, Salpetersäureester, Diazoverbindungen, Radikale, Stickstoffwasserstoffsäure, ihre Salze und Ester, Salze der Knallsäure, des Acetylens und seiner Derivate, Schwermetallperchlorate, Chlorstickstoff, Chalkogen-Stickstoff-Verbindungen, organische Peroxide und Persäuren. Diese Stoffe können unter das Sprengstoffrecht fallen.

Aber auch Mischungen oxidierender Verbindungen, z.B. Nitrate, Chromate, Chlorate, Perchlorate, rauchende Salpetersäure, konzentrierte Perchlorsäure und Wasserstoffperoxidlösungen (> 30 %) mit brennbaren oder reduzierenden Stoffen können die Eigenschaften von explosiven Stoffen haben.

Metallpulver, die durch die Reduktion Wasserstoff enthalten, Wasserstoffperoxid mit H₂O₂-Gehalten (> 30 %) und darin enthaltenen Schwermetallionen sowie Halogenkohlenwasserstoffe im Kontakt mit Alkalimetallen können ebenfalls zu Explosionsgefahren führen.

² Bewährt haben sich das Arbeiten in Abzügen bei geschlossenem Frontschieber oder Abschirmungen mit Schutzscheiben und -wänden am Arbeitsplatz.

³ Die explosiven Stoffe sollten unter Verschluss und von den Arbeitsplätzen entfernt möglichst in einem besonderen Raum aufbewahrt werden. Sichern Sie die Stoffe gegen Flammen- und Hitzeeinwirkung und lagern Sie sie auch in Sicherheitsschränken nicht mit brennbaren Gefahrstoffen oder Druckgasen zusammen.

⁴ Zum Beispiel Gesichtsschutzschirme, dicke Lederschürzen und dicke, lange Lederhandschuhe.

⁵ Informieren Sie sich z.B. in der

- Unfallverhütungsvorschrift "Organische Peroxide" (DGUV Vorschrift 13),
- DGUV Regel 113-017 "Tätigkeiten mit Explosivstoffen",
- Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz (1. SprengV).

Querverweise

- GefStoffV Gefahrstoffverordnung, Anhang I Nr. 1
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.1.3.1
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.1.3.1
- B 8.4.1 Explosionsschutzmaßnahmen

Fachinformationen

C 1.2.2 Gefährliche Verbindungen

Auch mögliche explosionsgefährliche Reaktionen bestimmter Stoffe müssen Sie kennen, um mit ihnen sicher umgehen zu können.

- Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide¹ neigen, müssen z.B. vor der Destillation auf Anwesenheit von Peroxiden untersucht und die Peroxide entfernt werden! Die Flüssigkeiten sind lichtgeschützt² aufzubewahren.
- Da Alkalimetalle und deren Amide mit den Bestandteilen der Luft hochreaktive Verbindungen³ bilden, müssen sie möglichst unter Verschluss⁴ von Luft aufbewahrt werden.
- Beim Umgang mit Perchlorsäure⁵ muss sichergestellt sein, dass sich nicht unkontrolliert⁶ explosive Perchlorate bilden können.
- Acetylen darf auf keinen Fall mit Kupfer oder Kupferlegierungen in Berührung kommen, da sich explosionsfähige Kupferacetylide bilden können.
- Auch bei Ammoniak oder rauchender Salpetersäure ist Vorsicht⁷ geboten.

¹ Zur Bildung von Peroxiden neigen zahlreiche organische Verbindungen, insbesondere auch Lösemittel. Dies sind z.B. Dekalin, Diethylether, Diisopropylether, Dioxan, Tetrahydrofuran, Cumol, ferner ungesättigte Kohlenwasserstoffe (wie Tetralin, Diene oder Aldehyde), Ketone und Lösungen dieser Stoffe. Manche dieser gebildeten Peroxide sind erschütterungsempfindlich.

² Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, sind insbesondere vor UV-Strahlung zu schützen.

Manche Peroxide werden aber auch im Dunkeln gebildet (z.B. die von Diisopropylether). Die betreffenden Flüssigkeiten müssen dann unter Sauerstoffabschluss bei regelmäßiger Kontrolle der Peroxidgehalte aufbewahrt werden.

³ Kalium bildet z.B. gelb-orange Krusten, die aus dem extrem starken Oxidationsmittel Kaliumperoxid und aus Kaliumhydroxid-Monohydrat bestehen, das beim Erwärmen schlagartig sein Wasser abgibt und mit Kalium explosionsartig reagiert.

Beachten Sie auch, dass bei Bränden mit Alkalimetallen in keinem Fall Wasser als Löschmittel verwendet werden darf!

⁴ Die Oxidation kann durch Sperrflüssigkeiten wie Paraffinöl und eine zusätzliche Inertisierung verlangsamt werden. In Glasampullen unter Argon oder im Vakuum dicht abgeschmolzen sind die Metalle ohne Oxidation haltbar.

(Siehe auch [C 1.2.4 Unfall mit alten Alkalimetallbeständen](#))

⁵ Das Abrauchen von Perchlorsäure erfordert i.d.R. den Einsatz von speziellen Abzügen. (Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.1.3.4)

⁶ Dies ist z.B. bei einer Einwirkung von Perchlorsäure auf Holz (Labormöbel) möglich.

⁷ Ammoniakalische silbersalzhaltige Lösungen müssen nach der Herstellung sofort weiterverarbeitet werden, da sich sonst ein hoch explosiver Niederschlag abscheidet.

Ammoniak darf auch nicht mit Apparatebestandteilen aus Silber oder mit Quecksilber in Kontakt kommen.

Rauchende Salpetersäure reagiert explosionsartig mit Aceton, Ethern, Alkoholen und Terpentinöl.

Querverweise

- GefStoffV Gefahrstoffverordnung, Anhang I Nr. 1
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.1.3
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.1.3
- B 5.4 Feuerlöscheinrichtungen
- C 1.2.3 Peroxide in Lösemitteln
- C 1.2.4 Unfall mit alten Alkalimetallbeständen

Fachinformationen

C 1.2.3 Peroxide in Lösemitteln

Flüssigkeiten, die zur Bildung organischer Peroxide neigen, müssen vor der Destillation und dem Abdampfen auf Peroxide überprüft werden. Aber wie lassen sich die Peroxide nachweisen und entfernen? Schauen Sie sich hierzu die folgende Videosequenz an.

Sprechertext zum Video

Bestimmte organische Verbindungen, insbesondere Ether, neigen in Kontakt zu Sauerstoff zur Bildung von Peroxiden. Licht kann diese Reaktion noch beschleunigen.

Peroxide, wie sie eventuell im Rückstand von Lösemitteldestillationen vorliegen, können schwere Explosionen auslösen. Sie müssen deshalb entfernt werden. In solchen Fällen ist also immer zu prüfen, ob und wie viel Peroxid im Lösemittel enthalten ist. Hierfür gibt es verschiedene Methoden, z.B. quantitative Fertigtests.

Am einfachsten und schnellsten ist die Verwendung von Teststäbchen. Die Verfärbung erlaubt eine Abschätzung der Peroxidkonzentration.

Zum Entfernen von Peroxiden stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, unter anderem fertige Reagenziensätze.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 1.2.4 Unfall mit alten Alkalimetallbeständen

Wie wichtig das sichere Aufbewahren und Kontrollieren von Alkalimetallen und Alkalimetallamiden ist, zeigt dieses Unfallbeispiel noch einmal ganz konkret:

Unfallhergang

Ein Mitarbeiter versucht, mit dem Metallspatel eine Probe aus einer 16 Jahre alten Flasche mit einer 33 %igen Natriumdispersion in Xylol zu entnehmen.

Es kommt zu einer heftigen Explosion, bei der der Mitarbeiter schwer verletzt wird.

Unfallursache

Während der sehr langen Lagerzeit ist das elementare Natrium langsam durch Sauerstoffspuren oxidiert worden. Es hat sich u.a. Natriumperoxid gebildet.

Allein der mechanische Druck des Metallspatels reichte aus, um das Natriumperoxid zum Detonieren zu bringen.

Unfallvermeidung

Vermeiden Sie eine Oxidation von Alkalimetallen und ihren Amiden, in dem Sie in erster Linie eine Überalterung Ihrer Bestände verhindern.

Sie verzögern die Oxidation von Lagerbeständen, indem Sie die Gefäße bis zum Rand mit Sperrflüssigkeit wie Paraffinöl füllen oder mit Argon inertisieren. Am effektivsten sind Glasampullen unter Argon oder im Vakuum dicht abgeschmolzen, so dass keine Oxidation stattfinden kann. Die Ampullen sind aber gegen unbeabsichtigtes Zerschlagen zu sichern¹.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

¹ Zum Beispiel durch Einstellen in mit Blähglimmer gefüllte Metallgefäße.

Fachinformationen

C 1.3 CMR-Stoffe

Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, keimzellmutagenen und fruchtbarkeitschädigenden Stoffen der Kategorie 1A oder 1B¹ müssen Sie neben den allgemeinen auch zusätzliche Schutzmaßnahmen gemäß Gefahrstoffverordnung² durchführen.

Die wichtigsten Regeln fassen die Laborrichtlinien in einem Maßnahmenkatalog³ zusammen. Hierzu gehören die Substitutionsprüfung, das Minimieren der Stoffmengen und das Abgrenzen und Kennzeichnen der Gefahrenbereiche. Zur Expositionsvermeidung müssen Sie vorrangig in einem geschlossenen System⁴ arbeiten.

¹ Die Kategorien 1A und 1B nach neuer GHS-Einstufung entsprechen den Kategorien 1 und 2 der bisherigen Einstufung nach Stoff- und Zubereitungsrichtlinien.

² Die allgemeinen Schutzmaßnahmen werden in den §§ 7 und 8 der Gefahrstoffverordnung beschrieben. Je nach vorliegender Gefährdung kommen zusätzlich die §§ 9 – 11 sowie die Anhänge zur Anwendung.

Bei Tätigkeiten mit CMR-Stoffen sind dies insbesondere der § 10 sowie der Anhang II Nummer 6 für besonders gefährliche krebserzeugende Stoffe.

³ Der Maßnahmenkatalog in Abschnitt 5.1.7 der Laborrichtlinien DGUV Information 213-850 enthält insbesondere folgende Punkte:

- Arbeiten in einem geschlossenen System (wenn Substitution nicht möglich),
- Einhaltung von Jugendarbeitsschutz- und Mutterschutzgesetz inkl. zugehöriger Verordnungen,
- arbeitsmedizinische Maßnahmen gemäß §§ 15 und 16 GefStoffV,
- Abgrenzung und Kennzeichnung der Gefahrenbereiche,
- Einzelbetriebsanweisungen,
- Minimierung der Stoffmengen (siehe [B 8.2.2 Laborübliche Bedingungen](#)),
- persönliche Schutzausrüstung,
- wirksames Erfassen und Ableiten von Abgasströmen,
- Sicherheitsschranke für Druckgase mit 120-fachem Luftwechsel pro Stunde,
- Expositionsminimierung bei Einwägevorgängen (Abzug, Glovebox, Einhausung),
- gefahrlose Entsorgung von Reststoffen,
- wirksame Reinigung bzw. Entsorgung verwendeter Geräte und persönlicher Schutzausrüstung.

⁴ Als geschlossenes System gelten im Sinne der Laborrichtlinien

- im geschlossenen Abzug aufgestellte, nicht offen betriebene Apparaturen,
- Vakuumapparaturen,
- Gloveboxen,
- Apparaturen mit dichten Verbindungen, bei denen alle Öffnungen an ein wirksames Abluftsystem angeschlossen sind.

Ist die Verwendung eines geschlossenen Systems technisch nicht möglich, muss die Dauer der Exposition soweit wie möglich verkürzt und geeignete persönliche Schutzausrüstung getragen werden. Besonders gefährliche krebserzeugende Stoffe müssen zwingend in geschlossenen Anlagen hergestellt oder verwendet werden. (Vgl. Anhang II Nr. 6 GefStoffV).

Wenn Sie diesen Maßnahmenkatalog einhalten, entfällt für Sie i.d.R. die geforderte Messverpflichtung⁵ bei Arbeiten mit CMR-Stoffen.

Ggf.⁶ besteht die Pflicht, ein aktualisiertes Verzeichnis⁷ über die Beschäftigten zu führen, die Tätigkeiten mit krebserzeugenden und keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A und 1B ausüben und bei denen eine Gefährdung der Gesundheit oder der Sicherheit besteht.

Beachten Sie nicht zuletzt, dass CMR-Stoffe der Kategorie 1A oder 1B unter Verschluss gelagert werden müssen und nur Fachkundige Zugang haben dürfen.

⁵ Gemäß Gefahrstoffverordnung muss die Exposition gegenüber CMR-Stoffen durch Arbeitsplatzmessungen oder andere geeignete Ermittlungsmethoden wie Berechnungsverfahren bestimmt werden. Es sei denn,

- der Arbeitsplatzgrenzwert wird nachweislich eingehalten oder
- es wird nach einem bekannt gegebenen verfahrens- und stoffspezifischem Kriterium (VSK) gearbeitet.

Halten Sie den Maßnahmenkatalog der Laborrichtlinien ein, erfüllen Sie die Anforderungen der Verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien (VSK) Anhang 1 Nr. IV der TRGS 420.

Darüber hinaus gilt: Ist die objektive Aussagekraft einer Messung nicht gegeben, kann der Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung entscheiden und dokumentieren, dass und warum er auf Messungen verzichtet.

⁶ Eine Aufnahme in das Verzeichnis ist z.B. nicht notwendig, wenn die Beschäftigten Labortätigkeiten mit laborüblichen Mengen unter Einhaltung der Anforderungen der TRGS 526 „Laboratorien“ ausüben. (Vgl. Nummer 4 Absatz 3 der TRGS 410).

⁷ Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) bietet eine Datenbank zur zentralen Erfassung gegenüber krebserzeugenden Stoffen exponierter Beschäftigter an, die sog. Zentrale Expositionsdatenbank (ZED). Unternehmen können mit dieser Datenbank ihre Verpflichtungen nach der Gefahrstoffverordnung erfüllen. (Vgl. [www.dguv.de/ifa/gestis/zentrale-expositionsdatenbank-\(zed\)](http://www.dguv.de/ifa/gestis/zentrale-expositionsdatenbank-(zed))).

Querverweise

- GefStoffV Gefahrstoffverordnung, § 10
- TRGS 410 Expositionsverzeichnis bei Gefährdung gegenüber krebserzeugenden oder keimzellmutagenen Gefahrstoffen der Kategorien 1A oder 1B, Nummer 4, Absatz 3
- [http://www.dguv.de/ifa/gestis/zentrale-expositionsdatenbank-\(zed\)](http://www.dguv.de/ifa/gestis/zentrale-expositionsdatenbank-(zed))
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.1.7
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.1.7
- B 3.3.2 Erst- und Nachuntersuchungen
- B 6.6.1 Raumlüftung
- B 7.3.3 Grenzwerte
- B 7.5.3 Toxische Eigenschaften II
- B 7.6.4 Gesundheitsgefahren II
- B 8.2.1 Maßnahmenpakete
- B 8.2.2 Laborübliche Bedingungen
- B 9.2.1 Aufbewahrung – Allgemeines

Fachinformationen

C 1.4 Radioaktive Stoffe

C 1.4.1 Allgemeines

Beim Arbeiten mit offenen radioaktiven Stoffen können Gesundheitsgefahren durch Kontamination, äußere¹ und innere² Bestrahlung auftreten. Dies erfordert eine strikte Einhaltung der 5 Grundregeln des Strahlenschutzes:

- Expositionszeit verkürzen
- Abstand halten
- Abschirmen³
- Kontamination vermeiden
- Inkorporation vermeiden

Insbesondere sind folgende Maßnahmen wichtig:

- Verwendung möglichst kleiner Mengen mit geringer Aktivität⁴
- Arbeit in Gloveboxen und Abzügen⁵ bei leicht flüchtigen Stoffen

¹ Äußere Strahlungsbelastung tritt vor allem bei γ -Strahlern wie Chrom-51 und kombinierten β - und γ -Strahlern wie Jod-125 auf. Die Strahlung dieser Stoffe kann sehr tief ins Gewebe eindringen und strahlensensible Organe wie das Knochenmark gefährden. Die Eindringtiefe der Strahlung der meisten β -Strahler ist sehr gering (z.B. 6 μm bei Tritium). Die Strahlung von harten β -Strahlern wie Phosphor-32 mit einer Eindringtiefe von 9 mm kann jedoch auch eine Linsentrübung des Auges hervorrufen.

² Offene radioaktive Stoffe können auch durch Inkorporation, d.h. durch die Aufnahme von Stoffen über die Luft (Inhalation), den Magen-Darm-Trakt (Ingestion) oder offene Wunden in den Körper gelangen.

Die Schutzmaßnahmen gegen innere Bestrahlung wie z.B. Ess- und Trinkverbot, müssen besonders bei α - und β -Strahlern beachtet werden, da die gesamte Energie wegen ihrer geringen Reichweite auf kurzem Weg absorbiert wird.

³ Abschirmungen gegen äußere Bestrahlung sind vor allem bei γ -Strahlern notwendig. Sie können z.B. mit mobilen Bleiwänden oder Bleibausteinen verwirklicht werden. Bei harten β -Strahlern sind Abschirmungen aus Plexiglas zu verwenden. Gegen die auftretende Bremsstrahlung (Röntgenstrahlung) wird zusätzlich eine Bleiabschirmung vor das Plexiglas gestellt. Die Plexiglasabschirmung befindet sich somit zwischen Strahlenquelle und Bleiabschirmung.

Zum Transport werden radioaktive Strahler in der Regel in Bleitigeln abgeschirmt.

⁴ Die Aktivität ist das Maß für die Menge des radioaktiven Materials. Es gibt die Anzahl der Zerfälle in dieser Menge pro Zeit an. Die Einheit der Aktivität ist Becquerel (1 Bq = 1 Zerfall/s im zeitlichen Mittel).

Werden die Freigrenzen nach Anlage III der Strahlenschutzverordnung überschritten, ist eine Anzeige und Genehmigung durch die staatliche Arbeitsschutzbehörde sowie die Bestellung von Strahlenschutzbeauftragten notwendig (vgl. [C 7.4 Strahlung](#)).

Nach der Strahlenschutzverordnung gelten zum Beispiel folgende Freigrenzen:

Tritium	1·10 ⁹ Bq
Kohlenstoff-14	1·10 ⁷ Bq
Phosphor-32	1·10 ⁵ Bq
Jod-125	1·10 ⁶ Bq

- ausreichende Kennzeichnung⁶ von Stoffen, Kontroll- und Überwachungsbereichen
- sichere Lagerung in Schutzbehältern und abschließbaren Kühlschränken
- persönliche Schutzausrüstung, umfassende Hygienemaßnahmen
- Unterweisung und Überwachung⁷ des strahlenexponierten Personenkreises
- ausführliche Dokumentation der Arbeitsvorgänge

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.1.4
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.1.4
- C 7.4 Strahlung
- C 7.4.2 Röntgenstrahlung

⁵ Sofern die Gefahr der Freisetzung besteht, sollten radioaktive Stoffe in Gloveboxen gehandhabt werden. Alternativ können auch spezielle Radionuklidabzüge nach DIN 25466 eingesetzt werden, wobei hier der gesamte Frontschieber geschlossen zu halten ist. Besondere Probleme bereiten bestimmte Radionuklide wie Strontium-90 oder die Transurane, da sie bei einer Inkorporation sehr lange im Körper verbleiben.

Zur Vermeidung der Freisetzung kann auch mit geeigneten Rückhaltevorrichtungen (Vorlagen oder Kühlfallen) gearbeitet werden.

⁶ Vorratsbehälter mit radioaktiven Stoffen von mehr als dem 10⁴-fachen der Freigrenzen müssen nach § 68 der Strahlenschutzverordnung mit dem Radionuklid, der Aktivität, dem Tag der Abfüllung, dem Strahlenzeichen und dem Namen des Strahlenschutzverantwortlichen bzw. -beauftragten gekennzeichnet sein.

Auch Kontrollbereiche werden mit einem Strahlenzeichen und dem Wortlaut „Kontrollbereich – kein Zutritt“ gekennzeichnet. Liegt kein Kontrollbereich vor, weil z.B. nur kurzzeitig mit offenen radioaktiven Stoffen unterhalb der Freigrenzen umgegangen wird, so hat dies an besonders gekennzeichneten Arbeitsplätzen und Geräten zu erfolgen.

Mehr Informationen zur Einrichtung von Überwachungs- und Kontrollbereichen erhalten Sie in Kapitel [C 7.4.2 Röntgenstrahlung](#). Informationen zur Kennzeichnung finden Sie in § 68 StrahlenschutzV.

⁷ Strahlenexponierte Mitarbeiter, die sich in Kontrollbereichen aufhalten, müssen regelmäßig messtechnisch und arbeitsmedizinisch überwacht werden. Beim Umgang mit z.B. Phosphor-32 oder Jod-125 wird hierzu ein Dosimeter verwendet, das die Mitarbeiter während ihrer gesamten Arbeitszeit tragen und das monatlich ausgewertet wird. Bei Verdacht einer Inkorporation sind Inkorporationsmessungen durchzuführen. Alle Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Angaben zur höchstzulässigen Personendosis finden Sie im Abschnitt 6 der Strahlenschutzverordnung, Regelungen für Schwangere und unter 18-Jährige in [Kapitel C 7.4.2 Röntgenstrahlung](#).

Fachinformationen

C 1.4.2 Abschirmungen

Geeignete Abschirmungen verringern die Strahlenexposition. Schauen Sie sich an, welche Abschirmungsmöglichkeiten Sie zum Schutz vor ionisierender Strahlung einsetzen können.

Sprechertext zum Video

Unter Abschirmung versteht man ein Material zwischen Ihnen und der Quelle, das Ihre Strahlenexposition verringert.

Zum Beispiel Schutzschirme, Aufbewahrungsboxen, Pipettenschilder und Abfallbehälter. Alles kann Ihre Strahlenexposition verhindern.

Denken Sie daran: Auch radioaktive Substanzen in Lagerstellen außerhalb der Arbeitsbereiche sind abzuschirmen.

Plexiglas, Blei, mit Blei versetztes Plexiglas, Beton und in wenigen Fällen auch schon Kleider können wirkungsvoll abschirmen.

Ein Zentimeter dickes Plexiglas stoppt alle Betas. Aber vergessen Sie nicht die Bremsstrahlung von harten Betastrahlern. Verwenden Sie mit Blei versetztes Plexiglas gegen weiche Röntgenstrahlung wie Jod-125 oder eine genügend dicke Bleiabschirmung gegen harte Röntgen- und Gammastrahlen.

Richtig gewählte Abschirmung verringert die Strahlung und somit auch die Strahlenexposition.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 1.4.3 Kontamination vermeiden

Verschleppungen geringster Mengen offener radioaktiver Stoffe können weite Bereiche kontaminieren und Ihre Gesundheit stark gefährden¹. Eine geeignete bauliche Ausstattung und ausreichende Hygienemaßnahmen sind deswegen äußerst wichtig.

Starten Sie die Bildsequenz, um mehr über das Vermeiden von Kontaminationen zu erfahren.

Arbeitsflächen

Die Oberflächen im Labor sollten glatt, möglichst fugenlos und leicht zu dekontaminieren sein. Zu empfehlen ist darüber hinaus die Benutzung von Flachglasschalen, die Sie leicht reinigen und schnell entfernen können. Schützen Sie Arbeitsflächen und Arbeitsgeräte gegebenenfalls mit Folien oder saugfähigem Material.

Verschüttete radioaktive Stoffe

Wenn Sie radioaktive Stoffe verschüttet haben und sie nicht unverzüglich beseitigen können, müssen Sie den kontaminierten Bereich für jedermann sichtbar kennzeichnen, den Vorfall dokumentieren und den Strahlenschutzbeauftragten in Kenntnis setzen.

Beseitigung der Kontamination

Die Kontamination wird durch saugfähige Papiertücher beseitigt. Vermeiden Sie den direkten Kontakt mit der verschütteten Substanz und denken Sie immer daran, Ihre persönliche Schutzausrüstung wie Schutzhandschuhe, Schutzkittel, Schutzbrille und gegebenenfalls Überschuhe zu tragen. Sie ist nach der Arbeit im Schleusenbereich abzulegen und mit der Normalkleidung zu wechseln.

Überprüfen durch Messungen

Nach Beseitigung der Kontamination und generell nach der Arbeit sind Kontaminationsmessungen z.B. mit einem Kontaminationsmonitor durchzuführen. Bei weichen β -Strahlern wie z.B. Tritiumverbindungen müssen Sie Wischtests durchführen, da der Kontaminationsmonitor diese Substanzen schlecht detektiert.

Gegenstände dürfen Sie nur dann aus dem Kontrollbereich herausbringen, wenn die Grenzwerte nach Anlage III Tabelle 1 der Strahlenschutzverordnung nicht überschritten werden und der Strahlenschutzbeauftragte dies gestattet.

Kontamination der Haut

Sollte es zu einer Kontamination auf Ihrer Haut kommen, müssen Sie sie mit milder Seife und einer weichen Bürste unter fließend lauwarmem Wasser gründlich waschen. Bei einer Augenkontamination ist das Auge mit einer Augendusche oder unter fließendem Wasser gründlich zu spülen. Kontaminierte Schleimhäute müssen mit 3 % Zitronensäure und Wasser gespült werden. Anschließend sind die Zähne zu säubern.

¹ Bei einer Inkorporation sind auch schwachenergetische Strahler mit geringer Reichweite sehr gefährlich.

Nach der Reinigung ist eine Kontrollmessung durchzuführen.

Querverweise

- B 4.6.3 Augennotduschen

Fachinformationen

C 1.5 Übungen

C 1.5.1 Explosionsfähige Verbindungen

Jetzt sind Sie gefragt: Welche Stoffe dürfen aus Explosionsschutzgründen nicht mit den folgenden Stoffen bzw. Einwirkungen in Kontakt kommen?

Stoffe

- Aceton, Ether, Alkohol, Terpentinöl
- Licht und Sauerstoff
- Kupfer und Kupferlegierungen
- Holz (z.B. Labormöbel)
- Silberkationen

Stoffe/Einwirkungen (D&D Elemente)

- Ammoniakwasser
- Peroxide bildende Flüssigkeiten
- Acetylen
- Rauchende Salpetersäure
- Perchlorsäure

Antwort

- Rauchende Salpetersäure: Aceton, Ether, Alkohol, Terpentinöl
- Peroxide bildende Flüssigkeiten: Licht und Sauerstoff
- Acetylen: Kupfer und Kupferlegierungen
- Perchlorsäure: Holz (z.B. Labormöbel)
- Ammoniakwasser: Silberkationen

Fachinformationen

C 1.5.2 Mit CMR-Stoffen arbeiten

Welche Schutzmaßnahmen müssen bei Tätigkeiten mit CMR-Stoffen der Kategorie 1A oder 1B u.a. durchgeführt werden?

Mögliche Antworten

- Substitutionsprüfung: Verwendung von weniger gefährlichen Ersatzstoffen.
- Verwendung von geschlossenen Abzügen, Gloveboxen oder ähnlichen geschlossenen Systemen.
- Trennung des Arbeitsbereiches durch eine Schleuse gegenüber anderen Bereichen.
- Abgrenzung und Kennzeichnung von Gefahrenbereichen.
- Reinigung von kontaminierten Arbeitsplätzen und persönlichen Schutzausrüstungen.

Antwort

- Substitutionsprüfung: Verwendung von weniger gefährlichen Ersatzstoffen.
- Verwendung von geschlossenen Abzügen, Gloveboxen oder ähnlichen geschlossenen Systemen.
- Abgrenzung und Kennzeichnung von Gefahrenbereichen.
- Reinigung von kontaminierten Arbeitsplätzen und persönlichen Schutzausrüstungen.

Fachinformationen

C 1.5.3 Welche Schutzmaßnahme passt?

Auf welche Stoffe treffen die folgenden Aussagen zu?

Aussagen

- Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung oder Reibung müssen unbedingt vermieden werden.
- Kontaminationsmessungen können nach der Arbeit mit einem Kontaminationsmonitor oder Wischtests durchgeführt werden.
- Diese Stoffe dürfen in Sicherheitsschränken nicht mit brennbaren Gefahrstoffen oder Druckgasen zusammenlagern.
- Die Exposition muss grundsätzlich durch Arbeitsplatzmessungen oder andere geeignete Methoden bestimmt werden.
- Sicherheitsschränke für Druckgase müssen mit einem 120-fachen Luftwechsel pro Stunde ausgestattet sein.
- Mitarbeiter müssen während der Arbeitszeit ein Dosimeter tragen.

Mögliche Antworten

- A: Explosive Stoffe
- B: CMR-Stoffe 1A oder 1B
- C: Radioaktive Stoffe

Antwort

- A: Überhitzung, Flammennähe, Funkenbildung oder Reibung müssen unbedingt vermieden werden.
- C: Kontaminationsmessungen können nach der Arbeit mit einem Kontaminationsmonitor oder Wischtests durchgeführt werden.
- A: Diese Stoffe dürfen in Sicherheitsschränken nicht mit brennbaren Gefahrstoffen oder Druckgasen zusammenlagern.
- B: Die Exposition muss grundsätzlich durch Arbeitsplatzmessungen oder andere geeignete Methoden bestimmt werden.
- B: Sicherheitsschränke für Druckgase müssen mit einem 120-fachen Luftwechsel pro Stunde ausgestattet sein.
- C: Mitarbeiter müssen während der Arbeitszeit ein Dosimeter tragen.

Fachinformationen

C 2 Biostoffe

C 2.1 Einleitung

Können Sie in Ihrem Labor mit Mikroorganismen wie Bakterien, Viren, Pilzen oder Parasiten in Kontakt kommen? Dann sollten Sie sich mit den möglichen Gefährdungen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen - kurz Biostoffen - genauestens vertraut machen.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- was Biostoffe sind und welche Gefährdungen von ihnen ausgehen können,
- wie sich Krankheitserreger im Labor verbreiten und in Ihren Körper gelangen können,
- durch was sich gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten unterscheiden,
- in welche Risikogruppen Biostoffe eingeteilt werden und welche Schutzmaßnahmen Sie in den Schutzstufen 1 bis 4 einhalten müssen,,
- was zusätzlich bei der Arbeit mit gentechnisch veränderten Organismen zu beachten ist,
- welche Grundregeln guter mikrobiologischer Technik gelten und
- wie Sicherheitswerkbänke betrieben werden.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 2.2 Biostoffe – eine Begriffsbestimmung

Die Biostoffverordnung¹ definiert die Biostoffe, zu denen folgende Organismen zählen

- Mikroorganismen², Zellkulturen und Endoparasiten³ einschließlich ihrer gentechnisch veränderten Formen
- mit TSE (Transmissibles Spongiformer Enzephalopathie) assoziierte Agenzien.

Sie können den Menschen gefährden durch:

- Infektionen⁴,
- übertragbare Krankheiten,
- toxische⁵, sensibilisierende oder sonstige, die Gesundheit schädigende Wirkungen.

Den Biostoffen gleichgestellt sind Ektoparasiten⁶, die beim Menschen eine eigenständige Erkrankung verursachen oder sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Ebenso fallen darunter technisch hergestellte biologische Einheiten⁷ mit neuen Eigenschaften, die den Menschen in gleicher Weise gefährden können wie Biostoffe. Biostoffe können auch in gentechnisch veränderter Form (GVO) vorliegen!

Je nach dem, mit welchen Organismen im Labor umgegangen wird, greifen unterschiedliche Gesetze mit ihren weiterführenden Verordnungen und Regeln⁸.

¹ Vgl. Biostoffverordnung § 2 Begriffsbestimmungen, Absatz 1 und 2

² Mikroorganismen sind alle zellulären oder nichtzellulären mikroskopisch oder submikroskopisch kleinen biologischen Einheiten, die zur Vermehrung oder zur Weitergabe von genetischem Material fähig sind, insbesondere Bakterien, Viren, Protozoen und Pilze – auch in gentechnisch veränderter Form.

³ Endoparasiten sind Organismen, die im menschlichen Körper leben und die Krankheiten auslösen können. Es handelt sich sowohl um mikroskopisch kleine tierische Einzeller, (z.B. Protozoen) als auch um makroskopische Organismen wie Würmer.

Die Einstufungen von Parasiten in Risikogruppen sind in der TRBA 464 zusammengefasst.

⁴ Unter Infektion versteht man das Eindringen, die Ansiedlung und die Vermehrung von Mikroorganismen im Wirt.

⁵ Einige Biostoffe können toxische Substanzen enthalten oder freisetzen, die bei Aufnahme in den menschlichen Körper gesundheitsschädigende Wirkungen zeigen. Z.B. bilden Schimmelpilze hochgiftige Stoffwechselprodukte, sogenannte Mykotoxine. Infektiöse Bakterien, die Toxine abgeben, sind beispielsweise Clostridien. Clostridium botulinum setzt ein Toxin frei, das zu den giftigsten bekannten Stoffen gehört!

⁶ Ektoparasiten leben auf anderen Organismen wie z.B. Zecken oder Hausstaubmilben. Die Einstufungen von Parasiten in Riskogruppen sind in der TRBA 464 zusammengefasst.

⁷ Darunter versteht man biologische oder künstliche Systeme auf biologischer Basis, die im Labor entworfen, nachgebaut oder modifiziert wurden. Die Fachrichtung Synthetische Biologie forscht auf diesem Gebiet.

⁸ Wesentliche Vorschriften bei der Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen sind:

- Biostoffverordnung (BioStoffV),

Querverweise

- BioStoffV Biostoffverordnung
 - TRBA 100 Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien
 - TRBA 464 - Einstufung von Parasiten in Risikogruppen
 - B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086)
 - GESTIS-Biostoffdatenbank
<http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Biostoffdatenbank/index.jsp>
-

- das zugehörige technische Regelwerk wie die TRBA 100 „Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien“,
- Gentechnikgesetz und hierzu erlassene Verordnungen, besonders die Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV),
- Infektionsschutzgesetz (IfSG),
- Tierseuchengesetz,
- B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ (DGUV Information 213-086),
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV).

Fachinformationen

C 2.3 Übertragungswege

Als Infektionsquellen kommen in erster Linie die „Standorte“ eines Erregers in Frage, an denen er sich natürlich vermehrt, wie Mensch, Tier, Pflanze, Boden oder Wasser. Im Laboratorium können Biostoffe vor allem durch Aerosole und biologisches Untersuchungsmaterial, z.B. Blutproben, übertragen werden.

Krankheitserreger können über die Atemwege¹, den Magen-Darm-Trakt², durch Inokulation³ oder über die Haut bzw. die Schleimhaut⁴ in den Körper eindringen und dort eine Erkrankung verursachen.

Die Infektionsdosis⁵, bei der 25 bis 50 % der Infizierten erkranken, ist vom Biostoff abhängig.

Querverweise

- B 7.3.2 Aufnahmewege

¹ Pathogene Biostoffe, wie Milzbrand- oder Tuberkuloseerreger, können lebensbedrohliche Erkrankungen durch Eindringen über die Atemwege auslösen, z.B. durch Einatmen von kontaminiertem Staub oder anderen Aerosolen, oder durch Tröpfcheninfektion.

² Viele pathogene Biostoffe, wie z.B. die Erreger von Ruhr oder Cholera lösen eine entsprechende Erkrankung aus, wenn sie in ausreichender Menge über den Mund aufgenommen werden, z.B. mit kontaminierten Lebensmitteln oder Trinkwasser oder auch durch Hand-zu-Gesicht-Kontakt. So ist für die Auslösung von Ruhr die Aufnahme von nur 10 – 100 Bakterien erforderlich, während 10⁶ Choleraerreger aufgenommen werden müssen, um eine Erkrankung hervorzurufen.

³ Inokulation ist das Hineinbringen von Krankheitserregern in den Körper durch mechanische Einwirkung, z.B. bei Stich- oder Schnittverletzungen durch gebrauchte Kanülen bzw. zerbrochenes Glasgerät.

Unter Inokulation sind auch Biss- und Stichwunden durch Tiere, u.a. durch Zecken oder Insekten, zu nennen. Beispiele sind die Übertragung von Tollwut und Borreliose.

⁴ Eine Infektion kann über die unverletzte oder verletzte Haut oder Schleimhaut durch direkten Kontakt und Ansiedlung des Krankheitserregers erfolgen. Beispiel ist die Kontamination einer offenen Wunde durch bakterienhaltige Erde oder Staub.

⁵ Infektionsdosis

Erreger	Krankheit	Infektionsdosis
Rubivirus	Röteln	10
Treponema pallidum	Syphilis	60
Bacillus anthracis	Lungenmilzbrand	1.300
Salmonella thypi	Thypus	10 ⁵
Eschericia coli	Durchfall	10 ⁸

Fachinformationen

C 2.4 Verbreitungsmechanismen

Verbreitung durch die Luft

Biostoffe können ungewollt über die Luft verbreitet werden. Bei Tätigkeiten wie Pipettieren, Überimpfen, Umfüllen usw. können sich Bioaerosole¹ bilden. Sie sind die am weitesten verbreitete Ursache für Laboratoriumsinfektionen. Die Entstehung von Bioaerosolen ist daher unbedingt zu vermeiden.

Verbreitung durch Verschleppung

Viele Tätigkeiten im Labor können zur Verbreitung von Biostoffen führen, wenn Laborgeräte und Kleidungsstücke kontaminiert sind. Auch durch direkten Kontakt, unabhängig davon, ob Handschuhe getragen werden, können Kontaminationen² verursacht werden.

Querverweise

- B 011 Sicheres Arbeiten an mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken, Abschnitt 5.2
- B 3.2.1 Gefährdung durch Verschleppung
- B 3.2.2 Kontaminationen vermeiden
- B 9.3.2 Umfüllen – Maßnahmen
- C 7.6.3 Hygieneregeln beim Pipettieren

¹ Unter Bioaerosolen werden luftgetragene Flüssigkeitströpfchen und feste Partikel verstanden, die biologische Arbeitsstoffe und/oder deren Stoffwechselprodukten enthalten. Wegen ihrer geringen Größe schweben sie in der Luft und können eingeatmet werden.

² Beispiele für Kontaminationen sind der Kontakt zum Gesicht (besonders zu Augen und Mund), zum Urogenitalbereich beim Toilettenbesuch, zu anderen Personen und zu Gegenständen. Daher ist das Anfassen von Türklinken, Schaltern, Telefon, Schreibgerät usw. während der Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen zu vermeiden.

Fachinformationen

C 2.5 Konzept der Schutzmaßnahmen

C 2.5.1 Allgemeines

Übergeordnete Schutzziele beim Umgang mit Biostoffen sind die Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten, jedoch auch Umweltsicherheit und Produktsicherheit.

Je nach Infektionsgefährdung, die vom Biostoff ausgeht, wird er in eine Risikogruppe¹ eingestuft.

Als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung werden entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen, die einer Schutzstufe zugeordnet werden:

Die Schutzstufe umfasst die baulichen, technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen, die für Tätigkeiten mit Biostoffen entsprechend ihrer Gefährdung zum Schutz der Beschäftigten festgelegt oder empfohlen sind.

Wird im Labor mit gentechnisch veränderten Organismen gearbeitet, so greifen GenTG und GenTSV, in der sog. Sicherheitsstufen und die entsprechenden Schutzmaßnahmen festgelegt sind.

zunehmendes Infektionsrisiko / Schutzstufe ----->	4					
	3					
	2					
	1					
	Bakterien	E. coli K12	C. tetani	B. anthracis	keine	
Pilze	S. cerevisiae	C. albicans	H.capsulatum	keine		
Viren	Impfstämme	Masernvirus	HIV (3**), Dengue-Virus	Lassavirus		
	1		2		3	4
	Risikogruppen					

Zuordnung der Risikogruppe verschiedener Mikroorganismen zur jeweiligen Schutzstufe

¹ Die verbindlichen Einstufungen des Biostoffes sind in den TRBA 460 bis 468 gelistet.

Querverweise

- BiostoffV Biostoffverordnung, Anhang I und II
- TRBA 100 Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien, Abs. 5.2
- TRBA 460 Einstufung von Pilzen in Risikogruppen
- TRBA 462 Einstufung von Viren in Risikogruppen
- TRBA 464 Einstufung von Parasiten in Risikogruppen
- TRBA 466 Einstufung von Prokaryonten (Bacteria und Archaea) in Risikogruppen
- TRBA 468 Liste der Zelllinien und Tätigkeiten mit Zellkulturen
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086), Abschnitt 8.1 ff

Fachinformationen

C 2.5.2 Gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit Biostoffen

Je nach Art der Tätigkeit¹ und der damit verbundenen Infektionsgefährdung werden als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen.

Bei der Einstufung der Tätigkeit in eine Schutzstufe ist unter anderem zu entscheiden, ob beim Umgang mit Biostoffen gezielte oder nicht gezielte Tätigkeiten ausgeführt werden.

Gezielte Tätigkeiten

Wenn der Biostoff zumindest der Art her bekannt ist **und** die Tätigkeit unmittelbar auf den Stoff hin ausgerichtet ist **und** die Exposition im Normalbetrieb hinreichend bekannt und abschätzbar ist, handelt es sich um eine gezielte Tätigkeit. Der gezielte Umgang mit dem Biostoff setzt eine planmäßige und gewollte Arbeit mit dem biologischen Arbeitsstoff voraus.

Beispiel²

Nicht gezielte Tätigkeiten

Ist nur eines der oben genannten Kriterien nicht erfüllt, liegt eine nicht gezielte Tätigkeit vor. Die Gefährdung durch den Biostoff kann unbekannt und ein wirksamer Schutz des Beschäftigten nicht möglich sein.

Beispiel³

Während sich bei gezielten Tätigkeiten die Schutzstufe direkt aus der Risikogruppe des Biostoffs mit der höchsten Risikogruppe ergibt, besteht bei nicht gezielten Tätigkeiten eine Abstufungsmöglichkeit. U.U. ist in diesem Fall nicht der Biostoff mit der höchsten Risikogruppe ausschlaggebend für die Schutzstufenzuordnung

Beispiel⁴.

¹ Die Biostoffverordnung unterscheidet gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit Biostoffen. Bei gezielten Tätigkeiten sind die Expositionsbedingungen abschätzbar, bei nicht gezielten Tätigkeiten ist diese Ermittlung häufig schwieriger.

² Eine gezielte Tätigkeit ist typischerweise die Verwendung von Mikroorganismen in der Forschung, z.B. die Untersuchung eines konkreten Bakteriums.

³ Eine nicht gezielte Tätigkeit ist typischerweise die Analyse von humanem Probenmaterial, z.B. eine Blutuntersuchung.

⁴ Maßgeblich für die Einstufung ist die Feststellung, welche unterschiedlichen Biostoffe in welchem Umfang und in welcher Form bei der Tätigkeit auftreten können. Die Biostoffe sind hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials einzeln zu beurteilen: Berücksichtigt werden dabei Einstufung, Art der Tätigkeit, Übertragungswege und die Expositionssituation.

Werden mehrere Biostoffe bei der nicht gezielten Tätigkeit verwendet, so richtet sich die Schutzstufe nach der Risikogruppe des Stoffes, der im Einzelfall für den Schutz des Beschäftigten relevant ist. Dieser muss nicht unbedingt das höchste Gefährdungspotenzial besitzen.

Ein Beispiel: Ein Biostoff der Risikogruppe 3 kommt bei der betrachteten nicht gezielten Tätigkeit selten vor und die Exposition ist sehr gering. Ein Biostoff der Risikogruppe 2

Querverweise

- BiostoffV Biostoffverordnung, § 5
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086)

wird jedoch in großem Umfang erwartet. Er bestimmt damit den Grad der Infektionsgefährdung maßgeblich. Die Tätigkeit kann somit ggf. der Schutzstufe 2 zugeordnet werden.

Fachinformationen

C 2.5.3 Risikogruppen

Die Einstufung¹ der Biostoffe in vier Risikogruppen erfolgt ausschließlich entsprechend der Pathogenität² gegenüber dem Menschen. Die sensibilisierenden und toxischen Eigenschaften werden bei der Einstufung nicht berücksichtigt!

Risiko- gruppe	Biostoff	Maßnahmen nach Schutzstufe
1	Eine Krankheit beim Menschen ist unwahrscheinlich. ³	1
2	Sie könnten eine Krankheit beim Menschen hervorrufen und stellen eine Gefahr dar. ⁴	2
3	Sie rufen eine schwere Krankheit beim Menschen hervor und können eine ernste Gefahr darstellen. ⁵	3

¹ Die TRBA 450 beschreibt Kriterien für die Einstufung von biologischen Arbeitsstoffen in Risikogruppen. Die verbindlichen Einstufungen des Biostoffes sind in den TRBA 460 bis 468 [4-8] gelistet.

² Unter Pathogenität versteht man die Fähigkeit eines biologischen Arbeitsstoffes, in einem Wirt eine Krankheit auszulösen. Infiziert sich ein Mitarbeiter z.B. mit pathogenen Bakterien, kann er krank werden.

³ Biostoffe der Risikogruppe 1 sind solche, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.

Bakterien- und Pilzarten der Risikogruppe 1 werden zum Beispiel bei der Herstellung von Joghurt, Käse, Bier und Wein genutzt.

⁴ Biostoffe der Risikogruppe 2 sind solche, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen können. Eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.

Beispiele:

- Bakterium Clostridium tetani (Erreger des Wundstarrkrampfs)
- Hepatitis A-Virus

⁵ Biostoffe der Risikogruppe 3 sind solche, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können. Die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.

Beispiele für Spezies der Risikogruppe 3:

- Mycobakterium tuberculosis (Erreger der Tuberkulose)
- Gelbfieber-Virus

Bei bestimmten Biostoffen, die in die Risikogruppe 3 eingestuft und in den Einstufungslisten mit zwei Sternchen (**) versehen wurden, ist das Infektionsrisiko für Arbeitnehmer begrenzt, da eine Infizierung über den Luftweg normalerweise nicht erfolgen kann. Damit verringert sich das Gefährdungspotential und auf bestimmte Schutzmaßnahmen kann verzichtet werden. Spezies-bezogene Schutzmaßnahmen für diese biologischen Arbeitsstoffe sind in Abschnitt 5.4.1 und 5.4.2 sowie im Anhang 1 der TRBA 100 „Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien“ aufgeführt.

Risiko- gruppe	Biostoff	Maßnahmen nach Schutzstufe
4	Sie rufen eine sehr schwere Krankheit beim Menschen hervor und stellen eine sehr ernste Gefahr dar. ⁶	4

Die GESTIS-Biostoffdatenbank⁷ informiert umfassend über Risiken und den richtigen Umgang mit Biostoffen.

Querverweise

- BioStoffV Biostoffverordnung
- TRBA 100 Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien, Anhang II
- TRBA 450 Einstufungskriterien für biologische Arbeitsstoffe
- TRBA 460 Einstufung von Pilzen in Risikogruppen
- TRBA 462 Einstufung von Viren in Risikogruppen
- TRBA 464 Einstufung von Parasiten in Risikogruppen
- TRBA 466 Einstufung von Prokaryonten (Bacteria und Archaea) in Risikogruppen
- TRBA 468 Liste der Zelllinien und Tätigkeiten mit Zellkulturen
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086)
- GESTIS-Biostoffdatenbank
<http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Biostoffdatenbank/index.jsp>

Beispiele für Spezies der Risikogruppe 3**:

- Bakterien: Escherichia Coli (EHEC)
- Viren: Hepatitis B-Virus (HBV), Humanes Immundefizienzvirus (HIV)
- Tollwutvirus

⁶ Biostoffe der Risikogruppe 4 sind solche, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen. Die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich.

Beispiele:

- Pocken-Virus
- Ebola-Virus

Bislang wurden nur Viren in dieser höchsten Risikogruppe 4 eingestuft.

⁷ Auf den Internetseiten der DGUV finden Sie die GESTIS-Biostoffdatenbank. Sie enthält Informationen für sichere Tätigkeiten mit Biostoffen am Arbeitsplatz, wie z.B. die erforderlichen technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen bei „gezielten“ Tätigkeiten in Laboratorien.

Fachinformationen

C 2.5.4 Schutzstufe 1

Wenn Sie im Laboratorium mit Biostoffen der Risikogruppe 1¹ arbeiten, ist eine Infektionsgefährdung durch den Biostoff unwahrscheinlich. Im Allgemeinen reicht es aus, die allgemeinen Grundregeln guter mikrobiologischer Technik² einzuhalten.

Bei Biostoffen der Risikogruppe 1 mit zusätzlicher sensibilisierender oder toxischer Wirkung sind weitere Maßnahmen³ zu treffen, um die Exposition der Beschäftigten zu minimieren.

Die Stoffe der Risikogruppe 1 dürfen nur dann ohne Vorbehandlung entsorgt werden, wenn das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung oder andere Vorschriften wie z.B. das Abfallrecht dem nicht entgegenstehen.

Querverweise

- BiostoffV Biostoffverordnung, § 9
- TRBA 100 Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien, Abs. 5.2
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086), Abschnitt 8.1
- C 2.9 Mikrobiologische Grundregeln

¹ Isolierte biologische Arbeitsstoffe, mit denen weitergearbeitet werden soll, sind frühzeitig zu identifizieren. Werden dabei biologische Arbeitsstoffe mit Gefährdungspotenzial gefunden, muss in einem Laboratorium mit der entsprechenden Schutzstufe weitergearbeitet werden.

² In Anhang I zum Merkblatt B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ finden Sie die Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit Biostoffen aufgelistet. In der Schutzstufe 1 sind die allgemeinen Schutzmaßnahmen ausreichend, die sich in allgemeine Hygienemaßnahmen, spezielle Hygienemaßnahmen und weitergehende Schutzmaßnahmen differenzieren. Weitergehende Schutzmaßnahmen können entfallen, wenn ausschließlich Tätigkeiten mit Biostoffen der Risikogruppe 1 ohne sensibilisierende und toxische Wirkungen durchgeführt werden.

Sehen Sie sich hierzu auch das Kapitel C 2.9 Mikrobiologische Grundregeln an.

³ Bauliche und technische Maßnahmen, die eine Exposition der Mitarbeiter minimieren, sind z.B. das Arbeiten in mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken (Abk. MSW) oder die Vermeidung sporenbildender Entwicklungsphasen bei Pilzen oder Actinomyceten.

Als organisatorische Maßnahmen sind wirksame Inaktivierungs- und Reinigungsmaßnahmen in dem Hygieneplan festzulegen.

Ggf. ist der Einsatz von geeignetem Atemschutz oder Schutzhandschuhen als zusätzliche persönliche Schutzausrüstung notwendig

(Vgl. TRBA 100, Abs. 5.2.2)

Fachinformationen

C 2.5.5 Schutzstufe 2

Bei Tätigkeiten mit Biostoffen ab der Risikogruppe 2 müssen Sie zusätzlich zu den Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 1 zu Ihrer eigenen Sicherheit weitergehende Schutzmaßnahmen¹ beachten.

Besonders wichtig sind

- die Benutzung von mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken², d.h. kein offener Umgang mit dem Biostoff,
- die Einhaltung des Hygieneplans³,
- Möglichkeiten zu Sterilisation⁴ und Desinfektion⁵ sowie
- ggf. die arbeitsmedizinische Vorsorge⁶.

Arbeitsbereiche, in denen biotechnologische Tätigkeiten ab der Schutzstufe 2 durchgeführt werden, sind mit der

¹ In Abhängigkeit von der Gefährdung sind über die allgemeinen Grundregeln hinaus weitergehende Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Diese Schutzmaßnahmen sind in der TRBA 100 „Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien“ und in der B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ (DGUV Information 213-086) aufgeführt und werden hier nicht vollständig genannt.

² Mikrobiologische Sicherheitswerkbänke sind Arbeitsmittel, die für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen bestimmt sind. Es handelt sich dabei um Geräte mit Ventilator und Filtration der Luft zum Schutz des Benutzers und der Umwelt vor Bioaerosolen, die bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen entstehen können.

Es gibt drei Bauarten von mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken. Sie werden als mikrobiologische Sicherheitswerkbänke Klasse I, II oder III bezeichnet und haben jeweils einen unterschiedlichen Schutzzumfang. Die Unterteilung steht in keinem Zusammenhang mit der Einstufung biologischer Arbeitsstoffe in vier Risikogruppen. In Arbeitsbereichen, in denen Tätigkeiten mit Biostoffen der Schutzstufe 2 durchgeführt werden, sind Sicherheitswerkbänke der Klasse I oder II zu verwenden.

³ Ein Muster zum Hygieneplan für das biotechnische Labor finden Sie in der B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ (DGUV Information 213-086), Anlage 4.

⁴ Durch Sterilisation werden Gegenstände, Einrichtungen und Stoffe keimfrei gemacht, mit dem Ziel, sämtliche Mikroorganismen abzutöten und Viren zu inaktivieren.

In der Praxis ist dies oft nicht möglich, so dass angestrebt wird, die Keime auf ein bestimmtes Maß zu reduzieren.

Entweder wird gefordert, die Anzahl an vermehrungsfähigen Mikroorganismen um einen bestimmten Faktor in Zehnerpotenzen zu reduzieren. Oder es wird eine bestimmte Wahrscheinlichkeit der vollständigen Sterilisation gefordert.

Die Sterilisation kann mit Dampf, Heißluft, Gasen oder ionisierenden Strahlen erfolgen. Häufig erfolgt eine Dampfsterilisation mit gesättigtem Dampf unter Druck im Sterilisationsautoklaven (vgl. C 7.3.3 Sterilisationsautoklaven).

⁵ Desinfektion bedeutet die gezielte Reduktion von unerwünschten Mikroorganismen durch chemische oder physikalische Inaktivierung, so dass sie unter den gegebenen Umständen keine Schäden (Infektion, Verderbnis) mehr verursachen können.

⁶ Die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) unterscheidet zwischen Pflicht- und Angebotsvorsorge. Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen sind in speziellen Fällen notwendig und im Anhang Teil 2 der ArbMedVV aufgeführt.

(Vgl. auch B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ (DGUV Information 213-086), Abschnitt 15)

Schutzstufenbezeichnung und dem Symbol für Biogefährdung zu kennzeichnen.

Querverweise

- BioStoffV Biostoffverordnung, Anhang II und Anhang III
- TRBA 100 Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien, Abs. 5.3
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086), Abs. 8.2 – 8.4
- B 011 Sicheres Arbeiten an mikrobiologischen Sicherheitswerkbanken

Fachinformationen

C 2.5.6 Schutzstufen 3 – 4

Tätigkeiten mit hochpathogenen Biostoffen der Risikogruppen 3 und 4 sind mit hohen Gefährdungen verknüpft. Sie verlangen nicht nur ein hohes Schutzniveau¹ durch entsprechende baulich-technische², organisatorische³ und persönliche⁴ Schutzmaßnahmen. Sie erfordern auch eine hohe persönliche Zuverlässigkeit.

Biostoffe der Risikogruppe 3, die mit (**)⁵ gekennzeichnet sind, sind solche Biostoffe, bei denen das Infektionsrisiko für Beschäftigte begrenzt ist. Bei diesen⁶ Biostoffen kann eine Übertragung über den Luftweg normalerweise nicht erfolgen. Es kann auf einige technische Maßnahmen⁷ der Schutzstufe 3 verzichtet werden.

¹ In Abhängigkeit von der Gefährdung sind über die allgemeinen Grundregeln hinaus weitergehende Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Diese Schutzmaßnahmen sind in der TRBA 100 „Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien“ und in der B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ (DGUV Information 213-086) aufgeführt.

² Beispielhaft werden folgende Anforderungen für Schutzstufe 3 genannt:

- Es muss eine Erlaubnis der zuständigen Behörde vorliegen.
- Der Arbeitsbereich muss durch eine Schleuse mit zwei selbstsichernden Türen abgetrennt sein (Personen- und Materialschleuse).
- Notstrom für die Lüftung, Notruf- und Überwachungseinrichtung
- Abwasser muss grundsätzlich thermisch inaktiviert werden.

³ Die Biostoffverordnung sieht ein Erlaubnisverfahren vor der Aufnahme von Tätigkeiten der Schutzstufe 3 und 4 in Laboratorien vor. Erst wenn die zuständige Behörde dem Arbeitgeber die Erlaubnis erteilt hat, darf die entsprechende Tätigkeit durchgeführt werden (präventives Verbot mit einem Erlaubnisvorbehalt).

⁴ Eine persönliche Schutzmaßnahme ist beispielsweise das Tragen von Laborkitteln, die an der Rumpfvorderseite geschlossen sind.

⁵ Schutzmaßnahmen, die sich auf die Übertragung auf dem Luftweg beziehen, sind normalerweise nicht umzusetzen. So kann ggf. z.B. die Personenschleuse entfallen. Tätigkeiten mit Biostoffen der Risikogruppe 3, die mit (**) gekennzeichnet sind, bedürfen keiner Erlaubnis und es muss keine fachkundige Person benannt werden.

Erreger der Risikogruppe 3** sind im Wesentlichen die Erreger der Hepatitis B und C oder AIDS, also HBV, HCV und HIV.

⁷ Eventuell kann auf

- Unterdruck
- Autoklav innerhalb des Laborbereichs
- generelle Inaktivierung der Abfälle und Abwassers
- Abdichtbarkeit zum Zwecke der Begasung und
- Personenschleuse
- verzichtet werden.

Querverweise

- BioStoffV Biostoffverordnung
- TRBA 100 Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien
- TRBA 200 Anforderungen an die Fachkunde nach Biostoffverordnung
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086), Abs. 8.2 – 8.4

Fachinformationen

C 2.6 Sicherheitseinstufung bei gentechnischen Arbeiten

Auch bei Tätigkeiten, die dem Gentechnikrecht zugeordnet werden, muss die Biostoffverordnung beachtet werden. Falls in den Rechtsvorgaben zur Gentechnik¹ strengere Regelungen vorhanden sind, so müssen diese beachtet werden.

Alle gentechnischen Arbeiten bedürfen grundsätzlich einer Sicherheitseinstufung² zur Festlegung des vorhandenen Gefährdungspotenzials.

Für die Zuordnung gentechnischer Arbeiten in eine der Sicherheitsstufen ist eine Gesamtbewertung der für die Sicherheit bedeutsamen Eigenschaften

- der verwendeten Spender- und Empfängerorganismen und, soweit verwendet, der Vektoren sowie
- der erzeugten gentechnisch veränderten Organismen (GVO)³ und der von ihnen ausgehenden Gefährdung unter Berücksichtigung der Risikobewertung der Organismen und der vorgesehenen biologischen Sicherheitsmaßnahmen nötig.

Die Einteilung erfolgt in vier Sicherheitsstufen 1 - 4⁴ (S1 – S4).

Bei der Bestimmung der Risikogruppen der Spender- bzw. Empfängerorganismen kann auf veröffentlichte Listen⁵ zugegriffen werden.

Querverweise

- <http://www.gesetze-im-internet.de/gentsv/>

¹ Anwendung finden das Gentechnikgesetz (GenTG) und die Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV)

² Die Grundlagen der Sicherheitseinstufung und nähere Angaben zu ihrer Durchführung werden in den §§ 4 - 7 GenTSV ausgeführt.

³ Die Übertragung der DNA eines Spenderorganismus führt zu einer Veränderung des genetischen Materials des Empfängerorganismus und damit zur Erzeugung eines gentechnisch veränderten Organismus (GVO).

⁴ Zuordnung der gentechnischen Arbeiten nach dem Stand der Wissenschaft

Sicherheitsstufe	Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt
1	kein Risiko
2	geringes Risiko
3	mäßiges Risiko
4	hohes Risiko oder der begründete Verdacht eines solchen Risikos

Fachinformationen

C 2.7 Abgrenzung von Infektionsrisiko und Risikobewertung

Grundsätzlich kann der Umgang mit biologischen Agenzien höherer Risikogruppen – unabhängig davon, ob „klassisch-mikrobiologisch“ oder „gentechnisch“ gearbeitet wird – bestimmte Risiken mitbringen.

Die Gefahren, die durch den Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen ausgehen, sind dabei nicht größer oder kleiner als bei Arbeiten mit Biostoffen, sondern andere. Der Kontakt mit einem GVO führt nicht zwingend zu einer Erkrankung beim Menschen.

Während bei Arbeiten ohne gentechnischen Bezug die biologischen Sicherheitsstufen 1 bis 4 je nach **Infektionsrisiko** des Biostoffes greifen, werden bei Arbeiten mit gentechnisch veränderten Organismen je nach **Risikobewertung** gentechnische Sicherheitsstufen von 1 bis 4 definiert.

In der Praxis ist das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung nach BioStoffV mit dem Ergebnis der Risikobewertung/Sicherheitseinstufung nach Gentechnikrecht und den damit verbundenen Schutz- bzw. Sicherheitsmaßnahmen abzugleichen¹.

Klicken Sie die drei Laschen an, die die Abgrenzung der unterschiedlichen Anwendungsbereiche zeigen.

Querverweise

- TRBA 100 - Laboratorien

¹ Die TRBA 100 ist bei gentechnischen Arbeiten zu beachten, wenn darin abstrakte Regelungen der GenTSV konkretisiert werden oder wenn die Regelungen in der TRBA darüber hinausgehen.

Fachinformationen

C 2.8 Biologische Sicherheitsmaßnahmen

Die BioStoffV verlangt, dass Biostoffe, die eine Gesundheitsgefahr für Beschäftigte darstellen, zu substituieren¹ sind.

Dadurch wird das Maß an Arbeitssicherheit erhöht.

Grundsätzlich sollte der Arbeitgeber versuchen, Arbeitsverfahren so auszuwählen oder zu verändern, dass auf die Verwendung von pathogenen Biostoffen ganz verzichtet wird und nur Organismen der Risikogruppe 1 zur Anwendung kommen.

Häufig besteht bei gentechnischen Arbeiten die Möglichkeit, biologische Sicherheitsmaßnahmen zu nutzen, in dem Empfängerorganismen und Vektoren verwendet werden, die Gefahren mindernde Eigenschaften² aufweisen.

Auch die Verhinderung der Fortpflanzung³ von gentechnisch veränderten Pflanzen und Tieren stellt eine biologische Schutzmaßnahme dar.

Querverweise

- Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

¹ Soweit dies zumutbar und nach dem Stand der Technik möglich ist, sind biologische Arbeitsstoffe durch solche zu ersetzen, die für die Beschäftigten weniger gefährlich sind (BioStoffV §10, Abs. 2). Dies kann durch Verwendung von apathogenen Stämmen geschehen oder durch solche, die in ihren Virulenzeigenschaften abgeschwächt sind oder bekannte Virulenzgene verloren haben.

² Dazu gehört z.B. *Escherichia coli* K-12 als Wirtsstamm zusammen mit Plasmidvektoren, die festgelegte Sicherheitskriterien erfüllen und gut charakterisiert sind. Dieser Bakterienstamm kann weder den menschlichen Darm besiedeln, noch ist er außerhalb des Labors lebensfähig und kann in die Risikogruppe 1 eingeordnet werden.

³ Entfernung der Fortpflanzungsorgane bei Pflanzen oder die Sterilisation von Tieren.

Fachinformationen

C 2.9 Mikrobiologische Grundregeln

Um Gesundheitsgefahren beim Umgang mit Biostoffen zu vermeiden, sollten Sie die folgenden „Grundregeln guter mikrobiologischer Technik“ immer befolgen:

- Verbot von Essen, Trinken, Rauchen und dem Auftragen von Kosmetika¹
- Vermeidung von Aerosolbildung²
- Überprüfung der Identität der verwendeten biologischen Arbeitsstoffe³
- Schließen von Fenstern und Türen
- Spritzen und Kanülen nur, wenn unbedingt nötig, benutzen
- Pipettierhilfen sind zu benutzen⁴
- Tragen von Laborkittel oder anderer Schutzkleidung⁵
- Händewaschen⁶
- Aufräumen und Sauberhalten der Arbeitsbereiche⁷
- Unterweisung⁸

¹ Nahrungsmittel zum Verzehr dürfen nicht im Laboratorium aufbewahrt werden. Auch beim Umgang mit als ungefährlich eingestuft biologischen Arbeitsstoffen darf in den Arbeitsräumen nicht gegessen, getrunken, geraucht, Schnupftabak benutzt oder geschminkt werden. Es ist nicht auszuschließen, dass Oberflächen, Geräte und damit auch die Hände mit anderen biologischen Arbeitsstoffen verunreinigt sind.

² Bei allen Arbeitsschritten ist die Aerosolbildung möglichst zu vermeiden. Vor allem Rühren, Mischen und Homogenisieren sollten nur in geschlossenen Gefäßen ausgeführt werden.

³ Die Identität der verwendeten biologischen Arbeitstoffe ist regelmäßig zu überprüfen, wenn dies für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials erforderlich ist. Auch bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 könnten die Kulturen mit Mikroorganismen kontaminiert sein, die einer höheren Risikogruppe angehören.

⁴ Mundpipettieren ist verboten. Dies gilt für das Pipettieren von chemischen Stoffen genauso wie für biologische Arbeitsstoffe. Vergiftungen, Verätzungen, Infektionen usw. können die Folge sein. In verschiedenster Art im Handel erhältliche Pipettierhilfen sind anzuwenden.

⁵ Der geschlossene Laborkittel ist bei allen Laboratoriumsarbeiten zu tragen. Die Ärmel dürfen nicht aufgekrempelt sein und der Kittel muss die persönliche Kleidung bis zum Knie bedecken. Der Laborkittel darf nur während der Arbeit getragen werden. Bei Tätigkeiten, bei denen es zum Verspritzen von biologischen Arbeitsstoffen kommen kann, müssen Schutzbrille mit Seitenschutz und erforderlichenfalls zusätzlich ein Gesichtsschutz getragen werden. Auch Schutzhandschuhe sind gegebenenfalls zu tragen.

⁶ Die Hände müssen nach Beendigung der Arbeit und vor Verlassen des Laboratoriums sorgfältig gewaschen, gegebenenfalls desinfiziert und rückgefettet werden. Erfordert Ihre Tätigkeit eine hygienische Händedesinfektion, dürfen Sie keine Schmuckstücke, Eheringe und Uhren tragen.

⁷ Arbeitsflächen sollen immer aufgeräumt sein. Nur die tatsächlich benötigten Geräte und Materialien sollen auf den Arbeitstischen stehen. Arbeitsflächen und Geräte sind nach dem Arbeiten zu säubern.

⁸ Vor Aufnahme der Tätigkeiten mit biologischen Arbeitstoffen und danach mindestens einmal jährlich sind die Beschäftigten mündlich und arbeitsplatzbezogen zu unterweisen. Insbesondere unerfahrene Mitarbeiter müssen beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen umfassend unterrichtet, sorgfältig angeleitet und überwacht werden.

- Bekämpfung von Ungeziefer, falls notwendig

Querverweise

- BiostoffV Biostoffverordnung, § 12
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086), Anhang I
- B 2.2.1 Kittel, Schuhe und Brille
- B 3.2 Hygienemaßnahmen
- B 3.3.1 Pflicht- und Angebotsuntersuchungen
- C 7.5.3 Hygieneregeln beim Pipettieren

Im Rahmen der Unterweisung muss außerdem eine allgemeine arbeitsmedizinische Beratung durchgeführt werden, in der die Mitarbeiter über Angebotsuntersuchungen und auf besondere Gefährdungen hingewiesen werden.

(Vgl. BiostoffV § 12 und B 3.3.1 Pflicht- und Angebotsuntersuchungen)

Fachinformationen

C 2.10 Sicherheitswerkbänke

C 2.10.1 Allgemeines

Sicherheitswerkbänke sind Arbeitstische mit Lüftungstechnischen Einrichtungen, die die Beschäftigten und die Umwelt beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen schützen.

Sie werden in Abhängigkeit von den Anforderungen an den Produktschutz und vom Gefährdungspotenzial in Klassen¹ eingeteilt und dementsprechend eingesetzt.

Für den sicheren Betrieb sind vor allem wichtig:

- die Erhaltung einer ausreichenden Luftströmung²,
- regelmäßige Funktionstests³,
- die fachgerechte Wartung⁴ und Reinigung⁵.

¹ Je nach Anforderungen an den Produktschutz und Einstufung der biologischen Arbeitsstoffe in eine der Risikogruppen (1 – 4) nach BioStoffV und den daraus resultierenden Schutz-/ Sicherheitsstufen (1 – 4) werden Sicherheitswerkbänke unterschiedlicher Klassen eingesetzt.

Schutz-/ Sicherheitsstufe	Sicherheitswerkbänke der Klasse
---------------------------	---------------------------------

2	I oder II
---	-----------

3	I oder II
---	-----------

4	III
---	-----

Einteilung der Stufen gemäß Gefährdungspotenzial durch biologische Arbeitsstoffe:

Schutzstufe 2 : gering

Schutzstufe 3 : mäßig

Schutzstufe 4 : hoch

(Vgl. § 3 „Biostoffverordnung“ und B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ (BGI 629), Abs. 6.2.1.2 und [C 2.5.3 Risikogruppen](#))

² Um die Luftströmung nicht zu behindern, vermeiden Sie z.B. Wärmequellen in der vorderen Hälfte der Werkbank oder schnelle Bewegungen. Decken Sie Luftschlitze in der Arbeitsöffnung oder die Abluftöffnungen der Filter nicht ab. Stellen Sie nicht mehr Gerätschaften als notwendig in die Sicherheitswerkbank.

B 011 „Sicheres Arbeiten an mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken“ (BGI 863), Abschnitt 5.5)

³ Sicherheitswerkbänke müssen vor Inbetriebnahme, nach wesentlichen sicherheitstechnischen Änderungen (z.B. Filterwechsel) und in regelmäßigen Abständen (empfohlen ist jährlich) auf Dichtigkeit der Konstruktion sowie auf Rückhaltevermögen des Filters und an der Arbeitsöffnung überprüft werden.

(Vgl. B 002 „Sichere Biotechnologie: Laboratorien“ (BGI 629), Abschnitt 6.2.1.3)

⁴ Befolgen Sie bei Wartungs- und Reparaturarbeiten unbedingt die Anweisungen der Hersteller!

⁵ Zur Dekontamination dürfen keine brennbaren Desinfektionsmittel verwendet werden. Es besteht Explosionsgefahr.

Querverweise

- BiostoffV Biostoffverordnung, § 3
- B 002 Sichere Biotechnologie: Laboratorien (DGUV Information 213-086), Abschnitt 6.2.1.3
- B 011 Sicheres Arbeiten an mikrobiologischen Sicherheitswerkbanken, Abschnitt 5.5
- C 2.5.3 Risikogruppen

Fachinformationen

C 2.10.2 Laminare Luftströmung

Greifen wir uns noch einmal die Luftströmung in der Sicherheitswerkbank heraus. Das folgende Video demonstriert anschaulich, welche Faktoren die Luftströmung und damit den sicheren Betrieb behindern können.

Sprechertext zum Video

Wie die Demonstration zeigt, darf beim Betrieb der Sicherheitswerkbank der Klasse II die laminare Luftströmung nicht gestört werden. Das heißt, es dürfen die Luftschlitze der Arbeitsöffnung nicht abgedeckt werden.

Der Laminarflow in der Sicherheitswerkbank wird auch durch offenes Feuer gestört. Dadurch können ebenfalls kontaminierte Aerosole in den Laborbereich gelangen.

Ein Brenner, soweit er erforderlich ist, ist im hinteren Teil der Werkbank abzustellen.

Querverweise

- B 011 Sicheres Arbeiten an mikrobiologischen Sicherheitswerkbanken, Abschnitt 5.5

Fachinformationen

C 2.11 Übungen

C 2.11.1 Biostoffe

Welche der folgenden Stoffe und Spezies gehören in die Gruppe der Biostoffe? Kreuzen Sie an!

E. coli K12	richtig	falsch
Labormaus	richtig	falsch
Hepatitis-A-Virus	richtig	falsch
Blut	richtig	falsch
Prionen	richtig	falsch
Mycotoxin A	richtig	falsch

Antwort

E. coli K12	richtig	
Labormaus		falsch
Hepatitis-A-Virus	richtig	
Blut		falsch
Prionen	richtig	
Mycotoxin A		falsch

Fachinformationen

C 2.11.2 Tätigkeiten

Was meinen Sie? Welche Aussagen zu gezielten und ungezielten Tätigkeiten sind richtig, welche falsch?

Falsch

Der HOSCH-Filter einer Sicherheitswerkbank wird ausgetauscht. Es handelt sich um eine gezielte Tätigkeit.

Richtig

Ein Stabilitätstest der Konservierung mit Hilfe von Bakterien ist eine gezielte Tätigkeit.

Richtig

Es werden Kulturen von Mikroorganismen vorgehalten, mit denen die Güte von Anzuchtplatten geprüft wird. Dies ist eine gezielte Tätigkeit.

Richtig

Eine mikroskopische Analyse einer Wasserprobe ist eine ungezielte Tätigkeit.

Richtig

Eine biochemische Untersuchung eines bekannten Mikroorganismus ist eine gezielte Tätigkeit.

Fachinformationen

C 2.11.3 Schutzstufe 1

Was meinen Sie? Welche Maßnahmen müssen bei Tätigkeiten mit Biostoffen der Risikogruppe 1 immer ergriffen werden?

Mögliche Antworten

- Benutzung von mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken.
- Rühren, Mischen und Homogenisieren in geschlossenen Gefäßen.
- Händewaschen und Sauberhalten der Arbeitsbereiche.
- Sterilisation mit Dampf, Heißluft, Gasen oder ionisierenden Strahlen.
- Überprüfung der Identität der biologischen Arbeitsstoffe.
- Verwenden von Pipettierhilfen.

Antwort

- Rühren, Mischen und Homogenisieren in geschlossenen Gefäßen.
- Händewaschen und Sauberhalten der Arbeitsbereiche.
- Überprüfung der Identität der biologischen Arbeitsstoffe.
- Verwenden von Pipettierhilfen.

Fachinformationen

C 2.11.4 Sicherheitswerkbanken

Welche Aussagen zu Sicherheitswerkbanken sind richtig, welche falsch?

Falsch

Eine Sicherheitswerkbank ist grundsätzlich für alle Schutzstufen ausgelegt.

Richtig

Stellen Sie Wärmequellen in den hinteren Teil der Sicherheitswerkbank.

Richtig

Durch offene Fenster kann die Luftströmung in der Sicherheitswerkbank gestört werden.

Falsch

Verwenden Sie zur Reinigung der Sicherheitswerkbank brennbare Desinfektionsmittel.

Richtig

Die Überprüfung auf Rückhaltevermögen an der Arbeitsöffnung ist ein Punkt der regelmäßigen Funktionstests.

Fachinformationen

C 3 Aufbau und Betrieb von Apparaturen

C 3.1 Einleitung

Laborapparaturen sind komplexe und empfindliche Systeme. Sie bestehen aus vielfältigen Bauteilen wie Glasgefäßen, Heiz- und Rühr-einrichtungen oder Schläuchen, die alle reibungslos zusammenspielen müssen.

Eine ausreichende Unterweisung, eine gut durchdachte Planung und wirksame Maßnahmen helfen Ihnen, mögliche Gefahren aus dem Weg zu räumen, so dass Sie sicher arbeiten können.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- wie Sie Laborapparaturen sicher aufbauen und betreiben,
- wie Sie mit Schliff- und Schlauchverbindungen umgehen,
- was Sie beim Einleiten von Gasen berücksichtigen müssen,
- was bei der instrumentellen Analytik zu beachten ist.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 3.2 Aufbau von Apparaturen

C 3.2.1 Allgemeines

Achten Sie beim Aufbau auf Übersichtlichkeit, Standfestigkeit¹ und Spannungsfreiheit² der Apparatur. Sicherheitstechnische Einrichtungen dürfen durch die Anordnung nicht beeinträchtigt werden, z.B. die Strömungsverhältnisse³ im Abzug.

Heiz- und Kühleinrichtungen müssen sich bei Bedarf schnell und gefahrlos⁴ entfernen lassen. Sofern bei einem Stromausfall von einer Apparatur eine erhöhte Gefährdung ausgeht, ist ein eigener Stromkreis⁵ zu verwenden.

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen an Apparaturen Schliff-, Flansch- oder Schraubverschlüsse⁶ und -verbindungen bzw. gleichwertige Geräteverbindungen eingesetzt werden.

Apparaturen sind entsprechend der Reaktion und der Art und Menge der Einsatzstoffe ausreichend zu dimensionieren. Wellen von Rührern sollten durch Verdeckungen⁷ gesichert sein.

-
- ¹ Besonders bei Stativen ist auf einen sicheren Stand zu achten, weshalb nur fest angebrachte Stativgitter verwendet werden sollten. Frei stehende Stative können immer umkippen.
- ² Grundsätzlich müssen sich alle Teile leicht zusammenfügen lassen. Ist dies nicht der Fall, sind die Teile entweder defekt, dies ist eine häufige Fehlerquelle bei Glasschliffen, oder die Teile werden bereits verspannt zusammengesetzt, was z.B. bei nicht fest oder in ausreichendem Abstand stehenden Stativen leicht passieren kann. Dies kann zum Bruch der Apparatur oder zum Öffnen eines Schliffes während des Versuchs führen.
- ³ Eine ungehinderte Luftströmung ist für eine ordnungsgemäße Funktion des Abzugs und damit für Ihren Schutz entscheidend.
- ⁴ Heiz- und Kühleinrichtungen können gefahrlos und schnell, d.h. ohne Veränderung der Apparatur entfernt werden, wenn sie auf Laborhebebühnen angeordnet sind.
- ⁵ Günstig ist, wenn nur die sicherheitsrelevanten Teile der Apparatur (z.B. Kühler, Rührer) mit einem eigenen Stromkreis betrieben werden. Als eigener Stromkreis gilt z.B. eine Steckdose, die nicht mit anderen zusammen über eine gemeinsame Schutzeinrichtung (z.B. FI-Schalter) abgesichert ist. In sehr kritischen Fällen kann auch eine Notstromversorgung empfehlenswert sein.
- (Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.2.6.2)
- ⁶ Hierbei handelt es sich vor allem um Kegel- oder Kugelschliffe. Planschliffe oder Flansche finden sich beispielsweise an Exsikkatoren. Dabei ist für jede Reaktion auch ein geeignetes Schliff-Fett auszuwählen. Zur Verfügung stehen dabei z.B. das sog. Exsikkatorfett (Vaseline/Bienenwachs), Siliconfette oder auch Fette auf Poly(chlortri-fluorethylen)-Basis. Für viele Anwendungen sind auch Manschetten aus Teflon geeignet.
- ⁷ Schnell rotierende Bauteile wie Rührerwellen können Kleidungsteile und Kopfhaar erfassen. Verdeckungen schützen Sie vor solchen Unfällen.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.1
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.1
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.3
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.3
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.2
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.2
- B 1.4 Allgemeine Arbeitsgrundsätze
- B 10.2 Abzüge
- B 11.3 Elektrische Installationen
- C 4.2 Verwenden von Glasgeräten
- C 5 Heizen und Kühlen

Fachinformationen

C 3.2.2 Von der Planung zur Durchführung

Ganz schön viel, was allein beim Aufbau einer Apparatur zu beachten ist. Schauen Sie sich deshalb noch einmal wichtige Details im Ablauf an.

Starten Sie die folgende Bildsequenz.

Skizze

Es ist sinnvoll, von größeren oder komplexen Apparaturen einen Entwurf oder eine Handskizze anzufertigen. Der Aufbau gestaltet sich dann übersichtlicher.

Stativgitter versus Einzelstative

In der Regel werden Apparaturen mit Klammern und Muffen an Stativgittern befestigt.

Bei Einzelstativen (Bunsenstativen) besteht immer eine Kippgefahr. Deswegen sind hier die Apparaturen besonders sorgfältig aufzubauen und zwar so, dass der Schwerpunkt des Aufbaus nicht über die Bodenplatte hinausragt.

Vertikales Aufbauprinzip

Befestigen Sie zuerst das Kernstück der Apparatur, z.B. den Reaktionskolben. Die übrigen Teile fügen Sie dann an das Hauptelement an („vertikales Aufbauprinzip“).

Abstützen schwerer Teile

Schwere Teile der Apparatur, z.B. Sicherheitsvorlagen oder Destillationsvorlagen, die sich erst während des Versuches füllen, sollten zusätzlich abgestützt werden.

Mechanische Spannungen reduzieren

Verwenden Sie bei größeren Apparaturen Kugelschliffe, Schraubkappenverbindungen oder PTFE-Faltenbälge anstatt normaler Schliffe.

Diese Elemente gestatten einen flexibleren Aufbau, so dass Sie mechanische Spannungen reduzieren können.

Schlauch- und Schliffverbindungen

Befestigen Sie nun die Schlauchverbindungen. Sichern Sie die Schliffverbindungen mit Schliffklemmen oder anderen geeigneten Hilfsmitteln.

Strömungsdynamik im Abzug

Beachten Sie bei Arbeiten im Abzug, dass es bei Störungen der Strömungsdynamik zu einer Anreicherung von Gefahrstoffen in bestimmten Bereichen des Abzugs oder sogar zu einem Ausbruch von Gefahrstoffen aus dem Abzug kommen kann.

Achten Sie auf einen ausreichenden Freiraum unterhalb der Apparatur (mind. 5 cm) sowie zwischen Apparatur und Frontschieber (mind. 10 cm). Die ungehinderte Strömung kann z.B. mit einem Rauchröhrchen getestet werden.

Querverweise

- B 10.2 Abzüge

Fachinformationen

C 3.2.3 Abdichten von Schliffverbindungen

Kommen wir noch einmal zu den Schliffverbindungen an Glasgefäßen. Damit Gefahrstoffe nicht nach außen oder z.B. kondensierte Luftfeuchtigkeit nicht nach innen gelangen kann, müssen Schliffe mit Schliff-Fett oder Schliffmanschetten abgedichtet werden. Schauen Sie sich an, wie das geht.

Sprechertext zum Video

Zum Abdichten von Schliffverbindungen gibt es eine Vielzahl von Schliff-Fetten.

Relativ dünnflüssiges Schliff-Fett braucht bei Kegelschliffen – hier an einem Glaskühler – nur an einer Stelle aufgetragen zu werden.

Es wird durch Drehen des Kerns in der Hülse des Kolbens gleichmäßig verteilt.

Man dreht so lange, bis der Fettfilm klar geworden ist. Dann ist die Verbindung dicht.

Für viele Anwendungen sind auch Teflonmanschetten geeignet, z.B. wenn Stoffe das Schliff-Fett anlösen.

Querverweise

- C 5.3.2 Kühlertypen

Fachinformationen

C 3.3 Betrieb von Apparaturen

Vor der ersten Inbetriebnahme einer Apparatur muss die ordnungsgemäße Funktion aller Anlagenteile geprüft werden, z.B. der ausreichende Durchfluss des Kühlkreislaufes und die Gängigkeit von Hähnen. Bereiten Sie Absorptionsgefäße¹ so vor, dass sie während des Betriebes nicht verstopfen.

Bei unbeaufsichtigt ablaufenden Reaktionen, z.B. beim Betrieb über Nacht, ist eine Überwachung der sicherheitsrelevanten Funktionen² vorzusehen. Außerdem muss die Apparatur gekennzeichnet³ werden.

Besteht die Gefahr von Zersetzungsreaktionen, z.B. beim Destillieren von Ethern, so muss hinter Schutzschilden oder im geschlossenen Abzug gearbeitet werden.

Temperaturdifferenzen von mehr als 140 °C zwischen Dampf und Kühlflüssigkeit müssen an Glasapparaturen vermieden⁴ werden.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.6
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.6
- C 4.2 Verwendung von Glasgeräten

¹ Absorptionsgefäße, z.B. Trockenrohre, können u.a. mit Calciumchlorid, Phosphor-pentoxid oder auch mit Natronkalk gefüllt werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit in die Apparatur zu verhindern. Bei Wasseraufnahme neigen diese Substanzen allerdings zum Zerfließen und können die Gasdurchlassöffnungen verstopfen.

Beimischungen von inertem körnigem oder faserigem Material können diese Gefahr beseitigen (z.B. Glaswolle, Sand, Bimssteine). Das Trockenmittel Silikagel führt nicht zu Verstopfungen.

Verstopfungsgefahr besteht wiederum auch durch auskristallisierende Stoffe, z.B. bei Phenoldestillationen.

² Dies sind z.B.

- der Kühlmittelfluss,
- die Temperatur der Reaktionsmischung bzw. des Heizsystems,
- die EDV-Steuerung der Apparatur,
- eine Brandüberwachung,
- die elektrische Energie oder die Rührfunktion.

Falls möglich, sollten selbstregelnde Systeme eingesetzt werden.

³ Unbeaufsichtigt ablaufende Reaktionen müssen mindestens mit Angaben über die durchzuführende Reaktion und dem Namen (ggf. auch Telefonnummer) einer verantwortlichen Person gekennzeichnet sein, um im Gefahrenfall schnell benötigte Informationen erhalten zu können.

⁴ Zur Beurteilung der auftretenden Temperaturdifferenz können die Siedetemperaturen der Reaktionskomponenten mit der Temperatur der Kühlflüssigkeit verglichen werden.

Fachinformationen

C 3.4 Einleiten von Gasen

Bei chemischen Reaktionen werden oftmals Gase als Reaktionskomponente oder als Inert- bzw. Schutzgas benötigt. Bei ihrer Verwendung sind verschiedene Punkte zu berücksichtigen.

Die Zuleitung von ständig benötigten Gasen sollte möglichst über fest verlegte und dauerhaft dichte Rohrleitungen erfolgen.

Beim Einleiten von Gasen als Reaktionskomponente ist eine dem Reaktionsverlauf angemessene Zudosierung¹ wichtig.

Auch darf sich in Apparaturen kein unzulässiger Überdruck² aufbauen. Werden Gase in Flüssigkeiten eingeleitet, muss ein Zurücksteigen³ von Flüssigkeit in die Gasversorgung verhindert werden. Gefährliche Gase dürfen nur an der vorgesehenen Stelle⁴ aus der Apparatur entweichen.

In einigen Fällen müssen die verwendeten Gase im Prozess mit Hilfsstoffen vorbehandelt⁵ werden. Wenn die Vermischung⁶ dieser Stoffe mit

¹ Die Zudosierung von Gasen darf nur vorsichtig entsprechend dem Reaktionsverlauf erhöht werden. Ein zu großer Gasstrom kann zu einem nicht mehr kontrollierbaren Reaktionsverlauf führen.

² Es muss gewährleistet sein, dass die eingeleiteten Gase sicher und ungehindert aus der Apparatur entweichen können.

Denken Sie daran, dass Strömungsminderer (z.B. Nadelventile) keine Druckminderer sind. Sie schützen nicht vor unzulässigen Überdrücken!

Bewährt haben sich in der Praxis Sicherheitstauchungen oder Überdruckventile.

(Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.2.11.11)

³ Wenn Gase in Flüssigkeiten eingeleitet werden, können diese bei einem plötzlichen Druckabfall in die Zuleitungen oder das Entnahmegefäß zurücksteigen. Deshalb sollten immer ausreichend dimensionierte Zwischengefäße verwendet werden, wobei die richtige Durchflussrichtung beachtet werden muss.

(Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.2.11.11)

⁴ In Abhängigkeit von der Art des verwendeten Gases kann dies z.B. ein Waschturm mit einer absorbierenden Flüssigkeit oder ein in die Abluftöffnung des Abzuges mündender Ableitschlauch sein.

Gefährliche Gase sollen möglichst aufgefangen werden.

(Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 4.11.1)

⁵ Die Vorbehandlung kann beispielsweise die Trocknung von Gasen mit festen Trockenmitteln in Trockentürmen oder mit konzentrierter Schwefelsäure sein, wozu häufig Waschflaschen verwendet werden.

⁶ Vermischungen können auftreten, wenn bei plötzlichen Druckschwankungen ein Zurücksteigen von Flüssigkeiten in die Rohrleitungen und andere Gefäße möglich ist.

Gefährlich beim Vermischen sind z.B. konzentrierte Säuren mit Laugen oder Wasser, feste Alkalioxide oder -hydroxide mit Wasser oder Säuren, Calciumchlorid mit Alkoholen und das Zurücksteigen von Reaktionskomponenten in Druckgasflaschen.

anderen Substanzen gefährlich werden kann, müssen ausreichend bemessene Zwischengefäße⁷ eingebaut werden.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.5
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.5
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.11.11
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.11.11
- C 6.3. Druckgasflaschen betreiben

⁷ Zwischengefäße können z.B. ausreichend große, leere Gefäße vor und hinter einer Waschflasche sein, die den Austritt der Waschflüssigkeit aus der Apparatur oder die Vermischung mit dem Inhalt des Reaktionskolbens sicher verhindert. Das zusätzliche Vorschalten von Rückschlagventilen kann zweckmäßig sein.

Auch eine Verunreinigung des Produkts durch verschleppte Substanzen wird so ausgeschlossen.

Fachinformationen

C 3.5 Schläuche und Anschlüsse

C 3.5.1 Unfall durch ungeeigneten Schlauch

Auf den richtigen Schlauch kommt es an! Dass Schläuche nicht nur belanglose Verbindungen in Apparaturen sind, auf die nicht sonderlich geachtet werden muss, zeigt dieses Unfallbeispiel.

Unfallhergang

In der Sicherheitswerkbank eines gentechnischen Labors befindet sich ein Bunsenbrenner, der mit einem Schlauch an die Gasversorgung angeschlossen ist.

Als ein Doktorand den elektrischen Frontschieber der Werkbank betätigt, kommt es zu einer heftigen Explosion, die die Wand zum Nachbarraum eindrückt. Der Doktorand erleidet Verbrennungen 1. und 2. Grades.

Unfallursache

Die Gaszufuhr war versehentlich nur am Brenner, nicht aber am Wandauslassventil abgestellt worden. Vermutlich ist es durch eine Undichtigkeit an der Schlauchverbindung zum Gasaustritt gekommen. Das Gas konnte sich so während des Betriebsstillstands der Werkbank bis zur Explosionsfähigkeit anreichern.

Zusätzlich war der Schlauch für Gasbrenner nicht zugelassen.

Unfallvermeidung

Der Bunsenbrenner hätte nur mit einem DVGW-geprüften Gasschlauch verwendet werden dürfen. Diese Schläuche sind den Laboranforderungen gewachsen und bieten eine höhere Beständigkeit, Belastbarkeit und Dichtheit.

Darüber hinaus dürfen Bunsen- und verwandte Gasbrenner nicht über Hähne vollständig absperrbar sein, da kein Gas unter Druck im Gas Schlauch zwischen Absperrventil und Laborbrenner verbleiben soll.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 3.5.2 Allgemeines

Mit flexiblen, elastischen Schläuchen kann man schnell und variabel Verbindungen zwischen Apparaturen und Zuleitungen herstellen. Schläuche sind jedoch auch empfindlich und altern und können so zu einer Gefahrenquelle im Labor werden.

Achten Sie daher auf folgende Punkte:

1. Berücksichtigen Sie bei der Auswahl von Schläuchen die zu erwartenden Beanspruchungen¹.
2. Sichern Sie Schläuche gegen Abrutschen².
3. Verlegen Sie Schläuche so, dass niemand gefährdet³ wird und die Zugänglichkeit der Apparatur gewährleistet bleibt.
4. Prüfen Sie vor dem Einsatz jeden Schlauch auf augenscheinliche Mängel wie Versprödung⁴. Defekte Schläuche müssen sofort sicher entsorgt werden.
5. Beim Auf- und Abziehen⁵ von Schläuchen ist besondere Vorsicht⁶ geboten.
6. In einigen Fällen, z.B. bei Gasbrennern, dürfen nur spezielle, DVGW-geprüfte⁷ Schläuche verwendet werden.

¹ Bei der Auswahl des Schlauchmaterials muss besonders auf die chemische Beständigkeit gegenüber dem strömenden Medium geachtet werden.

Als physikalische Beanspruchungen sind vor allem die zu erwartenden Drücke sowie andere mechanische und thermische Einflussgrößen, aber auch die Sonneneinstrahlung zu nennen.

² Verwenden Sie zur Sicherung der Schläuche auch bei ungefährlichen Stoffen Schlauchschellen, Schlauchbinder oder spezielle Schlauchtüllen.

Beachten Sie, dass Sie beim Einsatz von Schlauchschellen mit dem Schraubendreher abrutschen und sich verletzen können und zusätzlich das anzuschließende Glasgefäß brechen kann. Bewährt haben sich Ausführungen, die Sie mit der Hand betätigen können oder Einohrklemmen. Draht eignet sich nicht: Er ist zu instabil und kann auch Verletzungen verursachen.

³ Denken Sie daran, dass sich auch andere Personen in der Nähe Ihrer Apparatur aufhalten. Vermeiden Sie Stolpergefahr, mögliches Hängenbleiben oder Schlaufenbildung in den Schläuchen! Verwenden Sie immer nur Schläuche, die so lang sind, wie Ihre Apparatur es gerade erfordert.

⁴ Versprödete Schläuche können undicht sein, zum Bruch neigen und durch ihre schlechte Klemmwirkung leicht abspringen. Dabei können in kurzer Zeit größere Mengen der durchströmenden Stoffe freigesetzt werden.

⁵ Zum leichteren Aufziehen der Schläuche können Gleitmittel verwendet werden.

Zum Abziehen von festsitzenden Schläuchen können diese leicht erwärmt werden. Lassen sie sich nicht abziehen, sollte man den Schlauch kurz hinter dem Anschluss abschneiden und das Reststück durch Aufschneiden entfernen.

⁶ Vorsicht ist besonders bei bruchempfindlichen Glasgeräten und -anschlüssen geboten, beispielsweise bei Glasoliven. Schraubbare Kunststoffanschlüsse schaffen hier Abhilfe.

⁷ An Schläuche für Gasbrenner in Laboratorien werden besondere sicherheitstechnische Anforderungen gestellt. Entsprechend geprüfte Schläuche sind z.B. mit den DVGW-Zeichen gekennzeichnet.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.4
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.4
- C 6.3. Druckgasflaschen betreiben
- C 4.2 Verwenden von Glasgeräten

Fachinformationen

C 3.6 Instrumentelle Analytik

Beim Kauf von elektrischen Geräten für die instrumentelle Analytik ist darauf zu achten, dass sie ein CE-Zeichen¹ tragen.

Die für die Analysen benötigten Substanzmengen² sind häufig zwar gering, können jedoch auch Gefahren mit sich bringen. Ebenso müssen Gefährdungen durch die Probenvorbereitung³ beachtet werden.

Müssen analytische Geräte abgesaugt werden, so geschieht dies oft besser durch eine Quellenabsaugung⁴ der Austrittsstelle, als durch eine Aufstellung im Abzug⁵.

Weitere Gefahrenquellen können in Strahlungen (z.B. bei Gaschromatographen) oder magnetischen Feldern bestehen.

Querverweise

- B 12.3.1 Prüffristen
- B 10 Absaugeinrichtungen
- B 11 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel,
- C 7.4 Strahlung

¹ Häufig fallen analytische Geräte unter den Geltungsbereich des Gerätesicherheitsgesetzes, z.B. Geräte mit elektrischer Stromversorgung. Sie benötigen daher eine CE-Kennzeichnung (CE: Communauté Européenne) und eine Konformitätserklärung des Herstellers oder Importeurs.

² Bei den modernen instrumentell-analytischen Methoden sind die benötigten Probenmengen meist sehr klein. Die Gefährdungen sind damit prinzipiell geringer, wobei die von den entsprechenden Stoffen ausgehenden spezifischen Gefährdungen einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Beurteilung der Gefährdung haben.

³ Die Probenvorbereitung ist häufig in der Nähe, oft im gleichen Raum, untergebracht. Hierdurch kann eine Gefährdung durch Arbeiten in der Nachbarschaft entstehen, z.B. durch Lösemitteldämpfe.

⁴ An solchen Geräten können Gefahrstoffe meist nur an wenigen Stellen in die Luft geraten, z.B. beim Einspritzen einer Probe. Hier ist es günstig, diesen Bereich mit einer Quellenabsaugung zu erfassen, anstatt das gesamte Gerät abzusaugen.

⁵ Abzüge werden durch das Aufstellen großer Geräte im Arbeitsraum des Abzugs in ihrer Funktion beeinträchtigt (ungünstige Strömungsverhältnisse)!

Fachinformationen

C 3.7 Übungen

C 3.7.1 Maßnahmen zum Aufbau

Testen Sie Ihr Wissen und ziehen Sie die passenden Begriffe in den folgenden Lückentext.

Lückentext

Damit die Apparatur stabil und fest steht, verwenden Sie bevorzugt [...]. Vermeiden Sie unbedingt [...]. Achten Sie beim Aufbau im Abzug auf empfohlene [...], um die [...] nicht zu stören.

Mögliche Antworten

- Spannungen
- Bunsenstative
- Temperaturverteilung
- Stativgitter
- Luftströmung
- Abstände

Antwort

Damit die Apparatur stabil und fest steht, verwenden Sie bevorzugt **Stativgitter**. Vermeiden Sie unbedingt **Spannungen**. Achten Sie beim Aufbau im Abzug auf empfohlene **Abstände**, um die **Luftströmung** nicht zu stören.

Fachinformationen

C 3.7.2 Schläuche

Worauf muss bei der Verwendung von Schläuchen immer geachtet werden?

Mögliche Antworten

- Das Material muss für die Beanspruchungen geeignet sein.
- Als Verbindung zu Glasgeräten sollten Glasoliven verwendet werden.
- Die Schläuche dürfen nicht versprödet sein.
- Die Schläuche müssen gegen Abrutschen gesichert sein.
- Es dürfen nur DVGW-geprüfte Schläuche verwendet werden.

Antwort

- Das Material muss für die Beanspruchungen geeignet sein.
- Die Schläuche dürfen nicht versprödet sein.
- Die Schläuche müssen gegen Abrutschen gesichert sein.

Fachinformationen

C 3.7.3 Maßnahmen zum Betrieb

Ziehen Sie die passenden Begriffe in den folgenden Lückentext.

Lückentext

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen Sie [...] einsetzen. Mischen Sie Trockenmitteln in Absorptionsgefäßen z.B. [...] bei. Setzen Sie beim Einleiten von Gasen z.B. [...] ein.

Mögliche Antworten

- Calciumchlorid
- Auffangwannen
- Überdruckventile
- Glaswolle
- dichte Verbindungen
- Nadelventile

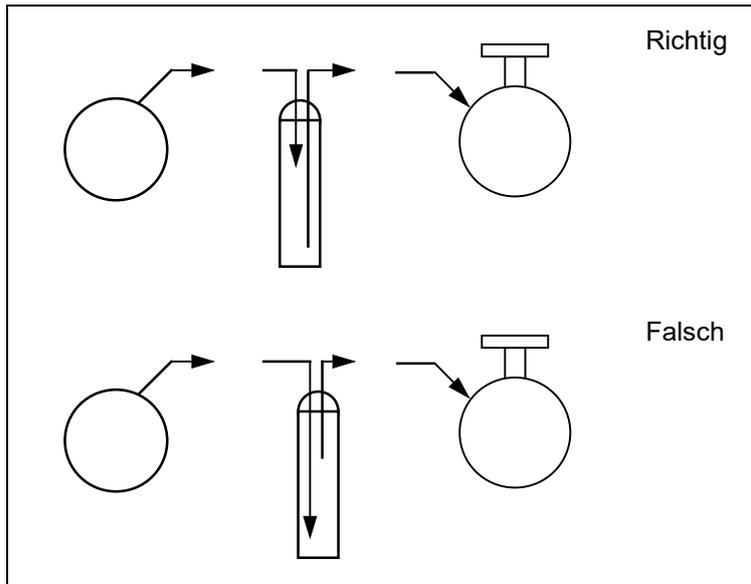
Antwort

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen Sie **dichte Verbindungen** einsetzen. Mischen Sie Trockenmitteln in Absorptionsgefäßen z.B. **Glaswolle** bei. Setzen Sie beim Einleiten von Gasen z.B. **Überdruckventile** ein.

Fachinformationen

C 3.7.4 ZwischengefäÙe

In den mit Flüssigkeit gefüllten Kolben soll ein Gas eingeleitet werden. Setzen Sie als Zurücksteigesicherung das ZwischengefäÙ korrekt in den Aufbau ein.



Fachinformationen

C 4 Glasgeräte und Vakuum

C 4.1 Einleitung

Glas ist aufgrund seiner chemischen Beständigkeit ein hervorragendes Material für Apparaturen, Hilfsgeräte oder Teile von Analysegeräten.

Aber Glas ist auch bruchempfindlich. Häufige Laborunfälle sind Verletzungen an defekten Glasgefäßen. Hinzu kommen die Gefahren durch den freigesetzten Inhalt.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- wie Sie Glasgeräte sicher verwenden,
- welche Glasgeräte Sie evakuieren dürfen und welche Schutzmaßnahmen dabei eingehalten werden müssen,
- was bei Vakuumdestillationen im Allgemeinen zu beachten ist,
- wie Sie Rotationsverdampfer gefahrlos aufstellen und betreiben.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 4.2 Verwenden von Glasgeräten

Prüfen Sie Glasgeräte vor jeder Verwendung auf sichtbare Schäden¹.

Verwenden Sie möglichst Glasgeräte mit Steck- oder Schraubkupplungen anstelle solcher mit bruchempfindlichen² Schlauchanschlüssen (Glasoliven) und Rohrverbindungen aus Glas. Benutzen Sie beim Einführen von Glasrohren oder Thermometern in Schläuche oder Stopfen schnittfeste Handschuhe³ oder widerstandsfähige Tücher. Festsitzende Schliffverbindungen⁴ sind vorsichtig zu öffnen.

Bei Gefahr durch Explosion oder Zerknall⁵, z.B. beim Betrieb von Rotationsverdampfern, dürfen Glasapparaturen nur im geschlossenen Abzug oder hinter Schutzschilden, Vorhängen oder unter Hauben betrieben werden.

¹ Sichtbare Schäden sind vor allem Sprünge oder die sog. „Sternchen“, die auf Spannungen im Glas oder auf hartes Aufsetzen oder Anschlagen zurückzuführen sind. Auch Fertigungsfehler (z.B. Blasen oder Steinchen) können die Festigkeit beeinträchtigen. Intensive Verätzungen schwächen die Gerätewandungen.

² Bruchempfindliche Anschlüsse befinden sich insbesondere an Exsikkatoren, Kühlern, Waschflaschen und Blasenzählern.

Falls Sie solche Geräte mit Glasoliven einsetzen, verwenden Sie möglichst Kunststoff-Schraubadapter, um Bruchgefahren und Schnittverletzungen zu vermeiden (siehe auch [C 3.5.2 Schläuche und Anschlüsse – Allgemeines](#)).

³ Durch schnittfeste Handschuhe aus Leder oder speziellen Chemiefasern schützen Sie sich vor Schnittverletzungen.

⁴ Festsitzende Schliffverbindungen können durch Klopfen mit einem Holzstiel gelockert oder mit einem Föhn bzw. mit warmem Wasser äußerlich leicht erwärmt werden. Die gegenüber dem inneren Schliff schnellere thermische Ausdehnung des äußeren Schliffs führt meist zum Lösen der Verbindung. Achten Sie auch auf Gefährdungen durch den Inhalt wie z.B. die mögliche Entzündung beim Öffnen am Föhn.

⁵ Explosionsgefahr kann z.B. bei der Destillation von Ethern vorliegen, wenn die während der Lagerung entstandenen Peroxide vor der Destillation nicht entfernt wurden und sich in der Blase angereichert haben. Ein Zerknall kann z.B. durch einen unbeabsichtigten Druckanstieg ausgelöst werden, der durch Verstopfungen von Gaseinleitrohren, Absorptionsröhrchen o.ä. entstehen kann.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.2
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.2
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.3
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.3
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.4
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.4
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.1
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.1
- B 2.4.5 Handschutz – Richtige Auswahl
- C 3.5.2 Schläuche und Anschlüsse – Allgemeines

Fachinformationen

C 4.3 Evakuieren von Glasgeräten

Unter Evakuieren versteht man die Verminderung¹ des Drucks in einem Gefäß oder einer Apparatur gegenüber dem Umgebungsdruck.

Dünnwandige Glasgeräte dürfen Sie im Gegensatz zu dickwandigen² Gefäßen nur dann evakuieren, wenn diese von der Form her geeignet³ sind.

Evakuierte Glasapparaturen dürfen ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen nur im geschlossenen Abzug bzw. mit ähnlich wirksamen Schutzmaßnahmen⁴ betrieben werden, damit bei einer Implosion⁵ niemand durch weggeschleuderte Glassplitter gefährdet wird. Bewährt hat sich auch eine Beschichtung⁶ der Glasgefäße mit Kunststoff oder eine Ummantelung mit einer Kunststoff-Folie.

Achten Sie besonders bei evakuierten Glasgeräten darauf, dass diese nicht einseitig oder punktuell erhitzt werden, da die entstehenden Spannungen im Glas die Implosionsgefahr erhöhen.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.1.6.1
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.1.6.1

-
- ¹ Arbeiten im Vakuum werden durchgeführt, wenn die Eigenschaften der verarbeiteten Stoffe bei kleinen Drücken günstiger sind als bei Normaldruck (z.B. tieferer Siedepunkt bei niedrigerem Druck), oder der Stoff vor der Atmosphäre geschützt werden soll.
- ² Dickwandig sind z.B. Saugflaschen, Exsikkatoren oder Woulfesche Flaschen. Sie dürfen deshalb trotz ihres flachen Bodens evakuiert werden.
- ³ Zum Evakuieren geeignet sind z.B. Rundkolben, Spitzkolben oder Kühler.
Gefäße mit flachem Boden, z.B. Standzylinder oder Erlenmeyerkolben, dürfen nicht evakuiert werden, da die flache Glasfläche den Drücken, die im Vakuum von außen auf der Apparatur lasten (ca. 100 kN/m² bei 1 bar Außendruck), nicht standhalten kann. Beachten Sie, dass es für die Kraft praktisch keinen Unterschied macht, ob eine Apparatur im „Wasserstrahlpumpen“-Vakuum oder im Hochvakuum betrieben wird.
- ⁴ Ähnlich wirksame Maßnahmen sind z.B. Schutzscheiben, Netze, Lochbleche oder Schutzvorhänge.
- ⁵ Eine Implosion ist das Gegenteil einer Explosion. Der höhere Druck außerhalb des evakuierten Gefäßes bewirkt dabei ein „Zusammenquetschen“ des Gefäßes. Sowohl bei einer Explosion als auch einer Implosion werden die Glasscherben mit Inhaltsstoffen allerdings in alle Richtungen durch die Luft geschleudert.
- ⁶ Solche kunststoffüberzogenen Glasgeräte (z.B. Exsikkatoren oder Kühler) sind nach einer Implosion zwar unbrauchbar, die Glasscherben und -splitter werden jedoch nicht durch die Luft geschleudert. Solche Gefäße vermindern das Verletzungsrisiko somit ganz erheblich.

Fachinformationen

C 4.4 Exsikkatoren

In Exsikkatoren werden Stoffe mit Hilfe eines Trockenmittels¹ getrocknet. Um den Trocknungsprozess zu beschleunigen, kann ein Vakuum angelegt werden.

Gefährdungen durch wegfliegende Glassplitter bei Implosionen können vermieden werden, wenn der Exsikkator mit einem Drahtkorb² umgeben, ausreichend mit einer Folie aus Kunststoff umwickelt, mit einer Kunststoffbeschichtung versehen oder aus Kunststoff gefertigt wird.

Vorsicht beim Öffnen eines festsitzenden Exsikkatordeckels! Dieser kann sich ruckartig lösen. Geht er dabei zu Bruch, ist nicht nur der Exsikkator zerstört, sondern Sie gefährden sich auch durch umherfliegende Splitter, Trockenmittel oder die zu trocknenden Stoffe.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.1.6
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.1.6

¹ Trockenmittel nehmen die Feuchtigkeit auf, die aus der zu trocknenden Substanz austritt. Als Trockenmittel werden beispielsweise Silicagel, Phosphorpentoxid oder konzentrierte Schwefelsäure eingesetzt, die bei einem Bruch des Exsikkators freigesetzt werden können.

² Ein Drahtkorb schützt Sie und andere vor Schnittverletzungen bei einem eventuellen Bruch.

Fachinformationen

C 4.5 Rotationsverdampfer

C 4.5.1 Aufstellen von Rotationsverdampfern

Rotationsverdampfer sind besonders zum Abdestillieren von Lösemitteln geeignet. Hierfür werden sie i.d.R. evakuiert.

Um den Unterdruck im Verdampfer zu erzeugen, sollten Sie ausschließlich Membranpumpen und keine Wasserstrahlpumpen¹ verwenden. Die Abluft aus den Pumpen ist in einen Abzug einzuleiten.

Denken Sie auch hier an einen Splitterschutz gegen Im- oder Explosionsgefahr: Hausen Sie die Geräte z.B. vollständig ein oder ummanteln Sie alle Glasteile mit Kunststoff. Von Vorteil² sind auch Lamellenschutzvorhänge aus PVC.

Wenn Sie den Abdampfkolben in das Wasserbad eintauchen, sollten keine Geräteteile an die Wandungen stoßen. Automatische Hebevorrichtungen müssen immer auf die jeweilige Kolbengröße justiert werden.

Zur sicheren Kondensation der abgezogenen Lösemitteldämpfe hat sich die Kühlung mit Kryostaten³ bewährt.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.7
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.7

¹ Bei Wasserstrahlpumpen können Lösemitteldämpfe ins Abwasser gelangen.

² Lamellenschutzvorhänge sind so konstruiert, dass man durch sie hindurchgreifen kann. Sie können also das Gerät bedienen und sind gleichzeitig relativ gut vor Splittern oder verspritzenden Flüssigkeiten geschützt.

³ Bei der Verwendung von Kryostaten müssen Sie aber beachten, dass die Kühlmitteltemperatur stets höher liegt als die Schmelztemperatur des Destillats.

Fachinformationen

C 4.5.2 Betreiben von Rotationsverdampfern

Beim Betrieb von Rotationsverdampfern ist vor allem Folgendes zu beachten:

Halten Sie den vorgeschriebenen¹ Unterdruck für das jeweilige Lösemittel ein und stellen Sie die Wasserbadtemperatur nicht zu hoch. I.d.R.² sind 60 °C ausreichend. Besonders niedrig siedende Lösemittel wie Diethylether, n-Pentan oder Dichlormethan dürfen Sie nur unter Normaldruck³ abziehen.

Der Kolben des Rotationsverdampfers sollte sich möglichst rasch drehen, um Siedeverzüge zu vermeiden.

Lösemittel, die zur Bildung von Peroxiden neigen, müssen vorher überprüft und vorhandene Peroxide entfernt werden.

Wechseln Sie die Sorte des Lösemittels, müssen Sie zuvor immer den Auffangkolben entleeren. Sonst kann es zur Rückverdampfung bereits kondensierten Lösemittels oder gefährlichen Nebenreaktionen kommen⁴.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.7
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.7
- B 1.2 Unfall durch mangelnde Aufklärung
- C 1.2.2 Gefährliche Verbindungen
- C 1.2.3 Peroxide in Lösemitteln

¹ Beachten Sie die Angaben der Hersteller, um Siedeverzüge zu vermeiden. Als Richtwerte können direkt am Gerät Siedediagramme oder Siedepunktlisten für die gängigen Lösemittel angebracht werden.

² Nur bei sehr niedrig siedenden Lösemitteln wie Diethylether sind niedrigere Temperaturen zweckmäßiger.

³ Besonders niedrig siedende Lösemittel dürfen nur unter Normaldruck abgezogen werden, da ihre Dämpfe sonst nicht vollständig kondensiert werden und in die Vakuumpumpe gelangen können.

⁴ Zu einer Rückverdampfung kann es z.B. kommen, wenn das kondensierte Lösemittel einen tieferen Siedepunkt oder höheren Dampfdruck besitzt als das neu hinzugekommene.

Eine gefährliche Nebenreaktion findet z.B. bei Kontakt von Aceton und Chloroform statt.

Fachinformationen

C 4.6 Vakuumdestillationen

Der Rotationsverdampfer ist eine spezielle Form der Vakuumdestillation¹. Schauen Sie sich abschließend wichtige Maßnahmen für „normale“ Vakuumdestillationen an.

Zur Vermeidung von Siedeverzügen sind entsprechende Gegenmaßnahmen² zu treffen. Um Druckstöße bei Siedeverzügen zu verhindern, darf der Destillationskolben nie mehr als dreiviertel voll gefüllt werden. Schauminhibitoren oder Schaumfänger-Aufsätze reduzieren ein mögliches Aufschäumen.

Destillationsapparaturen dürfen erst nach dem Evakuieren erhitzt³ und erst nach dem Abkühlen langsam belüftet⁴ werden. Auf eine mögliche Zersetzung⁵ des Destillationsrückstandes in Gegenwart von Sauerstoff ist zu achten.

Eine ausreichende Dimensionierung der Kühler verhindert, dass nicht kondensierte Dämpfe in die Vakuumpumpe⁶ gezogen werden. Bewährt haben sich für viele Vorgänge Membranpumpen; für höhere Vakua Rotationsdrehschieberpumpen.

Zur Überwachung des Kühlmittelflusses können Strömungswächter verwendet werden.

¹ Vakuumdestillationen werden in Laboratorien dann durchgeführt, wenn temperaturempfindliche Stoffe mit hohem Siedepunkt schonend getrennt, d.h. destilliert werden sollen.

² Durch Bewegung der Flüssigkeit wird die Bildung von Gasblasen begünstigt und so Siedeverzug vermieden.

Bewährt haben sich Siedekapillaren zum Einsaugen von Luft oder inertem Gas in die Flüssigkeitsphase oder der Einsatz von Rührern.

Der gleiche Effekt lässt sich durch den Einsatz von Siedesteinen erzielen. Ihre poröse Oberfläche fördert ebenfalls die Bildung von Gasblasen. Siedesteine dürfen jedoch nicht in überhitzte Flüssigkeiten eingetragen werden und sind nach jeder Abkühlung unter die Siedetemperatur zu erneuern.

(Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.1.6.2)

³ Bei der Evakuierung bereits erhitzter Gefäße besteht die Gefahr von heftigem Aufsieden und Aufschäumen der vorgelegten Substanzen.

⁴ Durch das rasche Einziehen von Luft kann im Inneren der Apparatur eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen.

⁵ In diesem Fall darf nur Inertgas zur Belüftung der Apparatur eingesetzt werden.

(Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.1.6.2)

⁶ Dämpfe von Lösemitteln werden leicht in das Öl einer Drehschieber-Vakuumpumpe oder in den Wasserkreislauf einer Wasserstrahlpumpe und damit in das Abwasser gezogen. Deshalb sollte immer mindestens eine Kühlfalle zwischen Apparatur und Vakuumpumpe geschaltet werden. Wasserstrahlpumpen sollten nicht mehr verwendet werden.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.1.6.2
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.1.6.2
- C 4.3 Evakuieren von Glasgeräten
- C 5.3.2 Kühlttypen

Fachinformationen

C 4.7 Übungen

C 4.7.1 Evakuieren

Was meinen Sie? Welche der abgebildeten Glasgeräte eignen sich zum Evakuieren?

Mögliche Antworten

- Rundkolben
- Vierhalskolben
- Spitzkolben
- Exsikkator
- Messkolben
- Saugflasche
- Erlenmeyerkolben
- Woulfesche Flasche

Antwort

- Rundkolben
- Vierhalskolben
- Spitzkolben
- Exsikkator
- Saugflasche
- Woulfesche Flasche

Fachinformationen

C 4.7.2 Im- und Explosionsgefahr

Beurteilen Sie die folgenden Aussagen zum Thema Arbeiten unter Vakuum.

Richtig

Bei einer Implosion können Glassplitter und Inhaltsstoffe in alle Richtungen verstreut werden.

Falsch

Kunststoffüberzogene Glasgeräte können nicht implodieren.

Richtig

Als Splitterschutz bei Arbeiten mit Rotationsverdampfern eignen sich z.B. Lamellenschutzvorhänge.

Richtig

Evakuierte Glasgefäße sollen nicht einseitig oder punktuell erhitzt werden, da sich hierdurch die Implosionsgefahr erhöht.

Fachinformationen

C 4.7.3 Arbeiten im Vakuum

Welche der folgenden Aussagen zum Arbeiten im Vakuum sind richtig, welche falsch?

Falsch

Die Wasserbadtemperatur von Rotationsverdampfern sollte i.d.R. 100 °C betragen.

Richtig

Der Unterdruck am Rotationsverdampfer muss je nach Art des Lösemittels eingestellt werden.

Richtig

Je schneller der Kolben rotiert, desto gleichmäßiger und besser gelingt das Abdestillieren von Lösemitteln.

Richtig

Durch Bewegung von Flüssigkeiten (z.B. Rühren, Einsaugen von Luft oder inertem Gas) werden gefährliche Siedeverzüge vermieden.

Falsch

Zur Belüftung von Destillationsapparaturen darf nur Inertgas eingesetzt werden.

Fachinformationen

C 4.7.4 Destillationsapparaturen

In welcher Reihenfolge gehen Sie im Umgang mit Destillationsapparaturen vor? Ziehen Sie die Arbeitsschritte auf die richtigen Positionen.

Arbeitsschritte

- Abkühlen
- Belüften
- Evakuieren
- Erhitzen

Richtige Reihenfolge

1. Evakuieren
2. Erhitzen
3. Abkühlen
4. Belüften

Fachinformationen

C 5 Heizen und Kühlen

C 5.1 Einleitung

Viele gewünschte Reaktionen laufen bei Zimmertemperatur viel zu langsam ab. Daher wird Wärme zur Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit zugeführt. Kühlgeräte werden benötigt, weil einige Stoffe nur bei tiefen Temperaturen ausreichend stabil und lagerfähig sind oder Dämpfe kondensiert oder sublimiert werden sollen.

Schon die richtige Auswahl des geeigneten Gerätes bestimmt das Maß Ihrer Sicherheit bei der Arbeit.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- welche Vor- und Nachteile die verschiedenen Heizquellen haben,
- welche Kühlertypen Sie wann einsetzen können,
- welche allgemeinen Schutzmaßnahmen beim Beheizen und Kühlen von Apparaturen einzuhalten sind,
- was Sie bei Mikrowellengeräten, Wärmeschränken und Kühlschränken beachten müssen.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 5.2 Heizen

C 5.2.1 Heizquellen

Die wichtigsten Heizquellen im Labor sind Gasbrenner, elektrische Heizplatten, Heizhauben, Heißluft-Föhne, Heizbäder, Öfen und Mikrowellengeräte. Eine universell geeignete Heizquelle gibt es dabei nicht. Vielmehr müssen Sie für jeden Einzelfall entscheiden, welche Heizquelle geeignet und am sichersten ist.

Heizquellen

Klicken Sie auf die Heizquellen, um mehr über ihre Einsatzmöglichkeiten zu erfahren.

Brenner

Brenner unterschiedlicher Bauformen werden eingesetzt, um Reaktions- oder Hilfsstoffe in kurzer Zeit auf hohe Temperaturen zu erwärmen.

Ein großer Nachteil von Brennern ist die fehlende Möglichkeit der Temperaturregelung. Wegen der offenen Flamme dürfen brennbare Stoffe nicht mit Brennern erhitzt werden. Das Beheizen von Flüssigkeitsbädern ist mit offenen Gasflammen aufgrund der Zündgefahr zu vermeiden.

Elektrische Heizeinrichtungen

Heizhauben, Heizpilze und Heizmatten dienen zum elektrischen Erwärmen von Apparaturen. Ihr Vorteil: Sie verwenden keinen Wärmeträger, der bei einem Bruch der Apparatur mit den zu erhitzenden Stoffen reagieren könnte. Sie benötigen außerdem weniger Energie als Bäder.

Der Wärmefluss unterliegt jedoch keiner Temperaturkontrolle. Es bestehen Zündgefahren durch Überhitzung und bei unterbundener Wärmeableitung kann z.B. ein Glaskolben bis zum Erweichen erhitzt werden. Die erreichbaren Temperaturen liegen bei mehreren hundert °C.

Heißluftföhne

Mit Föhnen lassen sich kleinere Stoffmengen in kurzer Zeit erwärmen.

Beachten Sie, dass Föhne bzw. Heißluftgebläse bis zu 550 °C erreichen und auch nach dem Ausschalten noch als Zündquelle wirken können! Sie dürfen nicht in der Nähe brennbarer Flüssigkeiten oder Dämpfe betrieben bzw. gelagert werden. Durch ihre starke Luftströmung können die Geräte außerdem das Rückhaltevermögen von Abzügen empfindlich stören.

Heizbäder

Mit Heizbädern können Teile von Apparaturen wie z.B. Reaktionskolben besonders gleichmäßig erwärmt werden. Die erreichbaren Temperaturen hängen vom eingesetzten Wärmeträger ab (Wasser, Öl, Metall etc.) und reichen bis zu mehreren hundert °C.

Der am häufigsten eingesetzte Wärmeträger ist Wasser, der eine genaue Temperaturführung über Regler ermöglicht. Der Wärmeträger muss so ausgewählt werden, dass es bei einer Vermischung mit den zu erhitzenden Stoffen zu keinen gefährlichen Reaktionen kommt.

Mikrowellengeräte

Auch in Mikrowellengeräten können Apparaturen effizient und energiesparend erhitzt werden.

Es ist darauf zu achten, dass durch die schnelle Heizleistung der Mikrowellengeräte Zersetzungsreaktionen sehr viel rascher auftreten können. Für das Erhitzen von brennbaren Flüssigkeiten müssen zusätzliche Sicherheitseinrichtungen im Gerät vorhanden sein (z.B. mechanische Durchlüftung, Ex-Sensor).

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.5
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.5
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.7
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.7
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.18
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.18
- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.22
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.22

Fachinformationen

C 5.2.2 Beheizen von Apparaturen

Bei der Auswahl einer geeigneten Heizquelle müssen der gewünschte Temperaturbereich, aber auch die Anforderungen des Explosionsschutzes¹ berücksichtigt werden.

Siedeverzüge² beim Erhitzen von Flüssigkeiten müssen verhindert werden.

Bei der Auswahl von Heizbädern³ sind die Einsatzbedingungen⁴ und die physikalischen und chemischen⁵ Eigenschaften des Wärmeübertra-

¹ Maßnahmen des Explosionsschutzes sind nur erforderlich, wenn die Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre nicht auszuschließen ist. An Laboratorien werden aufgrund der Lüftungstechnik und der gehandhabten Mengen im Allgemeinen keine erhöhten Anforderungen an den Explosionsschutz der elektrischen Geräte gestellt.

² Siedeverzüge entstehen, wenn Flüssigkeiten, ohne zu siedend, über ihren Siedepunkt hinaus erhitzt werden. Durch äußere Einflüsse kann es dann zu einem spontanen, explosionsartigen Aufsieden kommen.

(Vgl. C 4.6 Vakuumdestillationen)

³ Der Einsatz von Heizbädern stellt eine sehr sichere Methode des Heizens dar, da die Temperaturdifferenz zwischen Bad und Erwärmungsgut gering gehalten werden kann.

⁴ Mögliche Einsatzbedingungen:

Heizbad	Vorteile	Nachteile
Wasserbad	– günstige Kosten	– nicht geeignet für Substanzen, die mit Wasser gefährlich reagieren können – nur bis ca. 65 °C geeignet
Siliconöle	– Temperaturbereich bis 250 °C	– Gefahr des Spritzens bei einlaufendem Wasser – Tropfwasser kann zu Wärmeexplosionen führen
wassermischbare Heizbadflüssigkeiten (sind vorzuziehen)	– Temperaturbereich bis ca. 170 °C – kein Verspritzen bei einlaufendem Wasser – leichte Entsorgung des Bades und Reinigung der Apparaturen	
Metalllegierung	– gute Wärmeleitfähigkeit – breites Temperaturspektrum, bei höheren Temperaturen vorzuziehen	– hohe Wärmekapazität – Tropfwasser kann zu Wärmeexplosionen führen – Gefäß muss vor dem Erstarren entfernt werden
Sandbäder (Sand darf nicht scharfkantig sein)	– keine Gefahr der Reaktion bei Bruch der Apparatur	– sehr träge – ungleichmäßige Temperaturverteilung

⁵ Wichtige physikalische und chemische Eigenschaften von Wärmeträgern sind:

- die Wärmeleitfähigkeit,
- der Flammpunkt,

gungsmittels zu berücksichtigen. Bei ihrer Verwendung sind einige Sicherheitsanforderungen⁶ zu beachten.

Wenn Versuche nicht ständig beaufsichtigt werden, muss das Überschreiten der maximalen Betriebstemperatur durch eine selbsttätige Sicherheitseinrichtung verhindert werden.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.7
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.7
- C 3.2.1 Aufbau von Apparaturen – Allgemeines
- C 3.3. Betrieb von Apparaturen
- C 3.5 Schläuche und Anschlüsse
- C 4.6 Vakuumdestillationen
- B 11.4 Betrieb von Elektrogeräten

-
- der Siedepunkt,
 - die möglichen Reaktionen mit den Reaktionskomponenten und
 - die Oxidationsanfälligkeit.

⁶ Heizbäder müssen standfest aufgestellt und leicht und gefahrlos von der Apparatur getrennt werden können.

Die maximale Badtemperatur muss immer mindestens 20 °C unterhalb des Flammpunktes des Wärmeträgers sein (bei Steuerung der Heizquelle über Badthermometer mindestens 5 °C).

Bei einer Gefahr durch Tropfwasser sind wassermischbare Wärmeträger zu bevorzugen. Vergessen Sie nicht, Wärmeträger nach jeder Verunreinigung zu kontrollieren und ggf. zu erneuern.

Fachinformationen

C 5.2.3 Explosion in einer Mikrowelle

Mikrowellengeräte, insbesondere Mikrowellenöfen sind als Heizquelle nicht mehr wegzudenken¹. Auch hier gilt es, bestimmte Maßnahmen, z.B. die des Explosionsschutzes, einzuhalten.

Unfallhergang

Eine Mitarbeiterin erwärmt eine wässrige Nährstofflösung (Agar) in einem Mikrowellengerät.

Plötzlich kommt es zu einer Explosion, durch die die Verriegelung der Mikrowelle aufgesprengt wird und sich das gesamte Gehäuse verformt. Die Splitter der Agar-Flasche werden in den Raum geschleudert.

Unfallursache

Die Mitarbeiterin wollte einerseits die Sterilität der Agar-Lösung durch Abdecken der Flasche gewährleisten, andererseits aber auch einen Druckanstieg in dem Gefäß vermeiden. Als Kompromiss hatte sie den Deckel der Agar-Flasche nur leicht aufgedreht.

Die Lösung spritzte beim Erwärmen hoch, so dass der Deckel verklebte und eine Druckentlastung nicht mehr gegeben war. Der Druckanstieg in der jetzt geschlossenen Flasche brachte die Flasche zur Explosion.

Unfallvermeidung

Der Schraubdeckel der Agar-Flasche muss zur Erwärmung in der Mikrowelle ganz gelöst werden.

Bei einer sorgfältig gereinigten Mikrowelle kann man davon ausgehen, dass die Sterilität der Agar-Lösung gewährleistet bleibt.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

¹ Mikrowellengeräte werden in der chemischen und physikalischen Analytik aufgrund ihrer sehr schnellen und direkten Heizleistung in zunehmendem Maße eingesetzt, wie z.B. zum Erwärmen von Flüssigkeiten, zum Fixieren von Geweben, zum Eindampfen von Lösungen, für Trocknungen, Veraschungen, Synthesen oder für Aufschlüsse ohne und unter Druck.

Fachinformationen

C 5.2.4 Mikrowellengeräte

Um die Emission gefährlicher Mikrowellenstrahlung zu vermeiden, müssen die Abschirmungen und Dichtungen der Geräte regelmäßig auf ihre Unversehrtheit überprüft werden. Beachten Sie, dass Metalle¹ als Antenne für die elektromagnetische Strahlung wirken und Funkenbildung² hervorrufen können.

Siedeverzüge müssen durch entsprechende Sicherheitsmaßnahmen³ verhindert werden. Dies gilt besonders für die Herstellung von Gelen⁴. Reaktionsgemische mit ungleichmäßiger Erwärmung, müssen besonders intensiv gerührt⁵ werden.

Machen Sie sich zusätzlich mit Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes⁶ vertraut und tragen Sie Ihre persönliche Schutzausrüstung⁷, um mögliche Unfälle zu verhindern.

¹ Bieten Labormikrowellenöfen die Möglichkeit Apparaturen aus dem Innenraum herausragen zu lassen (z.B. Rückflusskühler), müssen Dämpfungselemente nach Angaben des Herstellers verwendet werden. Sie sind wie alle anderen herausführenden metallischen Leiter zu erden.

² Funken entstehen durch die eingekoppelte Energie nicht nur beim Erhitzen von Metallen, sondern auch von Flüssigkeiten wie konzentrierter Natronlauge, Kupfer(II)-nitratlösung oder Salpetersäure.

³ Um Siedeverzüge zu verhindern, müssen die Heizleistung und die Heizdauer immer der Menge des zu erhitzenden Stoffes angepasst werden. Ist die Heizleistung oder -dauer gemessen an der Wärmekapazität des Stoffes zu hoch eingestellt, kann es bei Erschütterungen, z.B. bei der Entnahme durch Siedeverzug zu einem explosionsartigen Verdampfen oder Verspritzen bis hin zum Herausreißen der Tür der Mikrowelle kommen. Gegebenenfalls sollten Siedehilfen oder Rührer benutzt werden. Zu beachten ist, dass Labor-Mikrowellenöfen (z.B. als Aufschlusssysteme) gegenüber herkömmlichen Haushaltsgeräten grundsätzlich eine bessere Dosierung der eingestellten Heizleistung anbieten.

⁴ Da Gele besonders zu Siedeverzügen neigen, sollten Sie nur die zum Guss benötigte Menge ansetzen. Zusätzlich sollte der Heizvorgang zum gelegentlichen Durchmischen unterbrochen werden. Mit einem höchstens zu einem Drittel gefüllten Weithals-Erlenmeyerkolben lässt sich durch Schwenken eine besonders gute Durchmischung erzielen.

⁵ Durch die schnelle Heizleistung der Mikrowellengeräte können Zersetzungsreaktionen sehr viel rascher auftreten und zur Bildung gefährlicher Reaktionsprodukte oder zum Druckaufbau durch Gasbildung führen.

Reaktionsgemische ohne Lösemittel oder mit Abscheidungen metallischer Filme können außerdem Gefäße schmelzen oder sie zum Bersten bringen.

⁶ Beachten Sie die Brand- und Explosionsgefahren, die bei der Handhabung bestimmter Stoffe im Ofenraum auftreten können. So ist z.B. auch eine Erhitzung von Feststoffen wie Kohlenstoff bis zur Entzündungstemperatur möglich!

Beispiele für mögliche Explosionsgefahren:

Explosionsgefahr	Schutzmaßnahmen
Entweichen von brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen aus geschlossenen Gefäßen	<ul style="list-style-type: none"> – Sofortiges Detektieren einer Leckage – Abschalten des Gerätes – Neue Inbetriebnahme erst bei vollständiger Entfernung des brennbaren Stoffes aus der Atmosphäre des Ofenraums

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.22
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.22
- B 2.3 Augen- und Gesichtsschutz
- B 8.4.1 Explosionsschutzmaßnahmen
- C 7.4.5 Elektromagnetische Felder

Freisetzung von Wasserstoff bei Aufschlüssen in Säure
--

– Inertisieren des Ofenraums

⁷ Stulpenhandschuhe und eine Schutzbrille oder ein Gesichtsschutzschirm schützen Sie vor verspritzendem Material und möglichen Verbrennungen oder Verätzungen.

Beachten Sie außerdem, dass bei austretender Strahlung besonders die Augen gefährdet sind und bereits bei einer geringen Erwärmung über die normale Körpertemperatur irreparable Schäden davontragen können!

Fachinformationen

C 5.2.5 Mikrowellen-Laborsysteme

Mikrowellen, wie wir sie aus dem eigenen Haushalt kennen, sind für das Labor in der Regel ungeeignet. Hier werden höhere Anforderungen an die Geräte gestellt.

Starten Sie die Bildsequenz, um mehr über den sicheren Umgang mit Mikrowellen zu erfahren.

Mikrowellen-Laborsysteme

Die hohen Anforderungen an die Geräte und die Arbeit mit gefährlichen Substanzen erfordern in der Regel spezielle Mikrowellen-Laborsysteme, die bessere Analysemöglichkeiten und vor allem höhere Schutzvorkehrungen als herkömmliche Haushaltsgeräte bieten.

Ein Beispiel sind Aufschlusssysteme, die unlösliche bzw. schwerlösliche Substanzen in säure- oder wasserlösliche Verbindungen überführen.

Abluftsystem

Beim Erwärmen von Flüssigkeiten entstehen immer Dämpfe, die bei einem normalen Haushaltsgerät in das Labor geblasen werden können. Mikrowellen-Laborsysteme verfügen über ein integriertes Abluftsystem, das aggressive und giftige Dämpfe entfernt und die Kondensation von Feuchtigkeit an den Gefäßwänden sowie Kontamination der Proben durch Staub verhindert.

Temperatur- und Druckregelung

Durch eine kontinuierliche und kontrollierte Temperatur- und Druckregelung (bei Aufschlüssen unter Druck) kann die Leistung besser dosiert und Siedeverzüge sowie Spontanreaktionen von extrem reaktiven Proben vermieden werden.

Integrierte Überwachungssysteme stoppen bei unvorhergesehenen Störfällen außerdem alle Erwärmungs- und Reaktionsvorgänge.

Weitere Sicherheitsaspekte

Ein fluorpolymerverkleideter Ofenraum bietet hohe Resistenz in einem säurehaltigen Milieu. Weitere technische Sicherheitsaspekte sind u.a

- die Absorbierung überschüssiger Mikrowellenenergie, die ein Überhitzen der Elektronik verhindert und
- Pumpen für die automatische Reagenzienzugabe in offenen Gefäßen. Der Anwender muss so die Säuren nicht mehr manuell hinzugeben und kommt mit Säuredämpfen nicht in Kontakt. Zur Vermeidung von Kontamination steht für jede Säure eine eigene Pumpe zur Verfügung.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.22.3
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.22.3

Fachinformationen

C 5.2.6 Wärme- und Trockenschränke

Zum Trocknen und Erwärmen von Stoffen werden im Labor häufig Wärmeschränke eingesetzt.

Bei Stoffen, aus denen sich gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann, müssen Maßnahmen des Explosionsschutzes¹ getroffen werden.

Sofern aus Wärmeschränken Gase, Dämpfe oder Nebel austreten können, müssen sie an eine ständig wirksame Absaugung angeschlossen sein.

Bei thermisch instabilen Stoffen oder Stoffen mit leicht entzündbaren Bestandteilen ist die Zersetzungs- oder die Zündtemperatur² zu beachten.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.8
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.8

¹ Als Maßnahmen des Explosionsschutzes kommen vor allem Lüftungstechnische Maßnahmen in Betracht.

² Diese Stoffe dürfen nur in Wärmeschränken mit einer zusätzlichen Temperatur-Sicherheitseinrichtung getrocknet werden. Dabei soll die eingestellte Temperatur mindestens 20 % unterhalb der Zersetzungs- bzw. der Zündtemperatur liegen.

Beachten Sie, dass Sie die zu trocknenden Stoffe nur auf den Rosten abstellen, da die Wände der Schränke wärmer als die eingestellten Ofentemperaturen sind. Die Stoffe sollten auch nicht nahe an der Türöffnung abgestellt werden.

Fachinformationen

C 5.3 Kühlen

C 5.3.1 Kühlen von Apparaturen

Zum Kühlen von Apparaturen stehen verschiedene Kühlmedien, wie Wasser, spezielle Kältemischungen¹ oder auch flüssige tiefkalte Gase zur Verfügung.

Tiefkalte Bäder können unter Verwendung von festem Kohlendioxid und organischen Lösemitteln oder von flüssigem Stickstoff² hergestellt werden. Bei ihrer Anwendung sind verschiedene Grundregeln zu beachten:

- Festes Kohlendioxid oder verflüssigte Gase müssen in kleinen Portionen³ in die Badflüssigkeit eingetragen werden.
- Die Bäder müssen abgedeckt⁴ werden.
- Dewargefäße⁵ dürfen nur im trockenen und sauberen Zustand mit verflüssigten Gasen gefüllt werden.
- Die Verweilzeit von flüssigem Stickstoff in offenen Dewargefäßen ist begrenzt⁶.

¹ Kältemischungen werden meist aus Wasser oder Eis und einem oder mehreren Salzen hergestellt. Ein typisches Beispiel ist eine Mischung aus Eis und Kochsalz (NaCl) mit einer erreichbaren Temperatur von -21 °C .

² Achten Sie bei Tätigkeiten mit flüssigem Stickstoff (ca. -196 °C) sowie anderen Tieftemperatur-Kühlmitteln immer darauf, dass Sie Kälteschutzhandschuhe und mindestens eine Schutzbrille tragen. Dies gilt insbesondere beim Befüllen von Dewargefäßen aus größeren Vorratsbehältern. Bei organischen Badflüssigkeiten sind diese Handschuhe nicht geeignet, da sie sich voll saugen.

Beachten Sie neben Erfrierungs- und Verbrennungsgefahren auch die erstickende Wirkung von (verflüssigten) Gasen wie Stickstoff sowie Brand- und Explosionsgefahren, Gefahren durch toxische Eigenschaften, das Zufrieren von Leitungen und Einrichtungen oder das Bersten von Apparaturteilen.

³ Hierdurch wird vermieden, - dass es durch entweichendes Kohlendioxid zu einem heftigen Aufschäumen des Lösemittels und ggf. zur Entzündung durch eine nahe Zündquelle kommt.

Isopropanol hat z.B. eine geringe Schaumbildung, ist aber auch leicht entzündbar, so dass es zum explosionsartigen Verdampfen des tiefkalt verflüssigten Gases kommt und Spritzer zu schweren verbrennungsähnlichen Symptomen führen können.

⁴ Diese Maßnahme dient dazu, die Einkondensation von Feuchtigkeit zu vermeiden. Bewährt haben sich dabei Abdeckungen aus Aluminiumfolie oder Polyurethan. Nach Gebrauch bleiben die abgedeckten Bäder solange im Abzug, bis sie Raumtemperatur erreicht haben und sicher entsorgt werden können.

⁵ Dewargefäße werden z.B. zum kurzzeitigen Aufbewahren von besonders kalten Stoffen eingesetzt (z.B. beim Abfüllen von flüssigem Stickstoff aus größeren Vorratsbehältern). Sie sind weitgehend wie eine Thermoskanne aufgebaut und bestehen aus einem evakuierten gläsernen Doppelmantelgefäß, das stoßempfindlich ist.

⁶ Ursache hierfür ist das Einkondensieren von Sauerstoff (Zeit ca. ein bis zwei Tage, selten erkennbar an der Blaufärbung des Bades). Das Dewargefäß ist dann umgehend zu entleeren, da die Abbrenngeschwindigkeit von organischen Stoffen in Kontakt mit flüssigem Sauerstoff bis zur Detonation extrem erhöht wird.

Unbeschädigte Deckel zur Abdeckung des Dewargefäßes können das Einkondensieren von Sauerstoff stark verlangsamen. Beachten Sie auch, dass Sie Stickstoff aus Dewargefäßen nicht in Vorratsgefäße zurückgeben dürfen.

- Die Verwendung von flüssigem Sauerstoff oder flüssiger Luft zur Tiefkühlung ist nicht zulässig.
- Kühlbad und Reaktionskomponenten dürfen nicht gefährlich miteinander reagieren⁷ können.

Zur Erfassung von leicht flüchtigen Stoffen werden Rückfluss- oder Produktkühler eingesetzt.

Alternativ zu Trockeneis oder tiefkalt verflüssigten Gasen können Sie auch Laborkryostate⁸ verwenden.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.10
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.10
- B 2.3 Augen- und Gesichtsschutz
- B 2.4 Handschutz

⁷ Bei einem Bruch des Reaktionsgefäßes ist die Vermischung des Kühlmediums mit den Reaktionskomponenten nicht auszuschließen.

So darf beispielweise Aceton nicht als Tiefkühlkomponente verwendet werden, wenn wasserstoffperoxidhaltige Flüssigkeiten gekühlt werden, da beim Bruch der Glasgeräte explosionsgefährliches stoßempfindliches Acetonperoxid entsteht.

(Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.2.10.1)

⁸ Laborkryostate haben den Vorteil, dass sie eine höhere Temperaturkonstanz aufweisen und Temperaturen frei wählbar sind. So können Reaktionen sicher geführt werden. Berücksichtigen Sie eine mögliche Brandlast durch die Flüssigkeitsfüllung.

Fachinformationen

C 5.3.2 Kühlertypen

Vom einfachen Luftkühler bis zum Intensivkühler stehen verschiedene Kühlertypen zur Verfügung. Bei der Auswahl sind neben den Eigenschaften des zu kondensierenden Stoffes (z.B. Siedepunkt) auch sicherheitsrelevante Aspekte zu beachten.

So kann beispielsweise die außen am senkrecht stehenden Kühler kondensierende Luftfeuchtigkeit durch die Schliffverbindungen in den Reaktionskolben gelangen. Die Schliffe müssen deshalb mit Schliff-Fett oder Schliffmanschetten¹ abgedichtet werden.

Der Einsatz des falschen Kühlers kann zum Herausdrücken von Chemikalien führen, z.B. beim Einsatz eines Schlangenkühlers (Produktkühler) als Rückflusskühler.

Bei Arbeiten mit hochreaktiven Trockenmitteln wie Alkalkimetallegierungen müssen leckfreie Kühler verwendet werden (z.B. Metallkühlschlangen, Metallkühler).

Grafik

Luftkühler²

Liebig-Kühler³

Schlangenkühler⁴

Dimroth-Kühler⁵

Intensivkühler⁶

¹ Teflonmanschetten sollten anstatt von Schliff-Fett besonders beim längeren Einwirken von Lösemitteln verwendet werden. Denn Lösemittel entfetten die Schliffe und machen sie damit undicht.

² Luftkühler werden zur Kondensation von Dämpfen ab ca. 150 °C verwendet.

³ Dieser Kühlertyp wird vorrangig im Gegenstromprinzip eingesetzt. Dabei laufen die Kühlflüssigkeit und das zu kühlende Medium in entgegengesetzter Richtung durch den Kühler, wodurch eine bessere Ausnutzung des Temperaturgefälles erreicht wird.

⁴ Schlangenkühler werden wie auch Liebigkühler vorrangig im Gegenstromprinzip eingesetzt. Enge Schlangenkühler dürfen nicht als Rückflusskühler eingesetzt werden, da das Kondensat in den Schlangen schlecht abläuft und oftmals oben aus dem Kühler herausgedrückt wird.

⁵ Der Dimroth-Kühler kann sowohl als Produkt- wie auch als Rückflusskühler eingesetzt werden.

⁶ Intensivkühler stellen eine Kombination aus Dimroth- und Liebigkühler dar. Sie eignen sich besonders für tiefsiedende Lösungsmittel. Zu beachten ist, dass ein mit Wasser gefüllter Intensivkühler sehr schwer ist und beim Aufbau der Apparatur entsprechend sicher eingespannt werden muss.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.6
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.6.6
- C 3.2 Aufbau von Apparaturen
- C 3.3 Betrieb von Apparaturen
- C 4.2 Verwendung von Glasgeräten

Fachinformationen

C 5.3.3 Kühlschränke, Kühltruhen

In Kühlschränken und Kühltruhen in normaler handelsüblicher Ausführung sind durch die Leuchten, den Lichtschalter, den Temperaturregler und die Abtauautomatik Zündquellen gegeben. Sie sind deshalb nicht zum Aufbewahren von brennbaren Flüssigkeiten oder anderen Substanzen, bei denen sich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre entwickeln kann, geeignet und müssen entsprechend gekennzeichnet¹ sein.

Nach einer Umrüstung² sind solche Geräte mit einem Hinweiszeichen mit der Aufschrift „Nur Innenraum frei von Zündquellen“ zu kennzeichnen. Mit der Umrüstung wird die Herstellerverantwortung für das Gerät übernommen.

Zum Kühlen von Lebensmitteln und Getränken dürfen nur dafür bestimmte und mit der Aufschrift „Nur für Lebensmittel“ gekennzeichnete Kühlschränke verwendet werden. Diese Kühlschränke sollten außerhalb des Labors aufgestellt werden.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.9
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.9
- B 9.2.4 Brennbare Flüssigkeiten
- B 3.2.3 Essen und Trinken

¹ Kühlschränke, deren Innenraum nicht frei von möglichen Zündquellen ist, müssen mit folgendem Hinweisschild versehen sein:

„In diesem Kühlschrank ist das Aufbewahren brennbarer Stoffe verboten“.

² Die Umrüstung darf nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.

Fachinformationen

C 5.4 Übungen

C 5.4.1 Schutzmaßnahmen beim Heizen

Welche der folgenden Aussagen zum Heizen sind richtig, welche falsch?

Richtig

Die maximale Badtemperatur muss bei einer Steuerung über Thermostate im geschlossenen Kreislauf mind. 5 °C unter dem Flammpunkt des Wärmeträgers liegen.

Richtig

Um Siedeverzüge beim Ansetzen von Gelen in der Mikrowelle zu verhindern, sollten Heizleistung und -dauer möglichst niedrig gehalten sowie Behältnisse nur wenige cm hoch befüllt und gelegentlich umgeschwenkt werden.

Richtig

Ragen Apparaturen aus dem Ofenraum der Mikrowelle hinaus, sind Dämpfungselemente gegen die Strahlung zu benutzen.

Falsch

Die Temperatur von Wärmeschränken sollte bei instabilen oder leicht entzündbaren Stoffen oberhalb der Zersetzung- oder Zündtemperatur liegen.

Fachinformationen

C 5.4.2 Wärmeträger

Welche Aussagen beschreiben welchen Wärmeträger für Heizbäder?

Aussagen

- Dieser Wärmeträger ist insbesondere bei höheren Temperaturen anzuwenden (Hochtemperaturreaktionen).
- Dieser Wärmeträger ist bevorzugt einzusetzen, besonders bei einer Gefahr durch Tropfwasser.
- Dieser Wärmeträger darf nur verwendet werden, wenn die ungleichmäßige Temperaturverteilung (besonders durch Nachheizen) zu keiner Gefährdung führt.
- Dieser Wärmeträger kann bis 250 °C verwendet werden. Es ist auf rutschige Oberflächen der Arbeitsgeräte zu achten.

Wärmeträger

- A: Polyethylenglykol (wassermischbar)
- B: Siliconöle
- C: Metalllegierung
- D: Sand

Aussagen

- C: Dieser Wärmeträger ist insbesondere bei höheren Temperaturen anzuwenden (Hochtemperaturreaktionen).
- A: Dieser Wärmeträger ist bevorzugt einzusetzen, besonders bei einer Gefahr durch Tropfwasser.
- D: Dieser Wärmeträger darf nur verwendet werden, wenn die ungleichmäßige Temperaturverteilung (besonders durch Nachheizen) zu keiner Gefährdung führt.
- B: Dieser Wärmeträger kann bis 250 °C verwendet werden. Es ist auf rutschige Oberflächen der Arbeitsgeräte zu achten.

Fachinformationen

C 5.4.3 Tiefkühlbäder

Welche Aussagen zur Verwendung tiefkalter Bäder sind richtig?

Mögliche Antworten

- Flüssige Luft darf zur Tiefkühlung eingesetzt werden.
- Offene DewargefäÙe sind zur längeren Aufbewahrung von flüssigem Stickstoff geeignet.
- DewargefäÙe dürfen nur im trockenen und sauberen Zustand mit verflüssigten Gasen befüllt werden.
- Verflüssigte Gase oder festes Kohlendioxid müssen sehr langsam und vorsichtig in die Badflüssigkeit eingetragen werden.
- Zur Kühlung von wasserstoffperoxidhaltigen Flüssigkeiten sollte Aceton als Kühlmedium verwendet werden.

Antwort

- DewargefäÙe dürfen nur im trockenen und sauberen Zustand mit verflüssigten Gasen befüllt werden.
- Verflüssigte Gase oder festes Kohlendioxid müssen sehr langsam und vorsichtig in die Badflüssigkeit eingetragen werden.

Fachinformationen

C 5.4.4 Kühler

Ordnen Sie die Kühlertypen den passenden Beschreibungen zu.

Beschreibungen

- Dieser Kühler ist für hochreaktive Trockenmittel geeignet
- Dieser Kühler darf nicht als Rückflusskühler eingesetzt werden, da das Kondensat schlecht abläuft und oft oben aus dem Kühler gedrückt wird.
- Dieser Kühler eignet sich besonders für tiefsiedende Lösemittel.
- Dieser Kühler besteht aus einem geraden Glasrohr mit Wassermantel und eignet sich im Wesentlichen als Produktkühler.

Kühlertypen

- Intensivkühler
- Schlangenkühler
- Metallkühler
- Liebig-Kühler

Antwort

- Metallkühler: Dieser Kühler ist für hochreaktive Trockenmittel geeignet
- Schlangenkühler: Dieser Kühler darf nicht als Rückflusskühler eingesetzt werden, da das Kondensat schlecht abläuft und oft oben aus dem Kühler gedrückt wird.
- Intensivkühler: Dieser Kühler eignet sich besonders für tiefsiedende Lösemittel.
- Liebig-Kühler: Dieser Kühler besteht aus einem geraden Glasrohr mit Wassermantel und eignet sich im Wesentlichen als Produktkühler.

Fachinformationen

C 6 Druckgasflaschen

C 6.1 Einleitung

Viele Gase im Labor können z.B. toxisch, ätzend und erstickend wirken. Zudem können bestimmte Gase durch Reaktionen explosionsfähige¹ Verbindungen bilden.

Die am häufigsten verwendeten Gase sollten in fest verlegten Rohrleitungen an Ihren Arbeitsplatz gelangen, da Druckgasflaschen durch den hohen Innendruck eine zusätzliche Gefahrenquelle darstellen. Besondere Gefahren gehen von den Flaschen aus, wenn sie undicht sind oder es brennt.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- wo und wie Druckgasflaschen sicher aufgestellt werden,
- wie sie transportiert werden sollten,
- was Sie beim Verwenden von Druckgasflaschen beachten müssen.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

¹ Acetylen darf z.B. auf keinen Fall mit Kupfer oder Kupferlegierungen in Berührung kommen, da sich explosionsfähige Kupferacetylide bilden können.

(Vgl. C 1.2.2 Gefährliche Verbindungen)

Fachinformationen

C 6.2 Druckgasflaschen aufstellen

C 6.2.1 Allgemeines

Um eine Gefährdung durch Druckgasflaschen zu verhindern, sollten Sie die Flaschen möglichst außerhalb der Laboratorien¹ aufstellen.

Im Labor ist eine Aufstellung der Druckgasflaschen in Abhängigkeit von der Brandgefahr² in Sicherheitsschränken³ oder mit anderen besonderen Schutzmaßnahmen⁴ zulässig. Die Gase sollten dabei durch fest verlegte Rohrleitungen an den Arbeitsplatz gelangen. Ist dies nicht möglich, müssen Druckgasflaschen nach Arbeitsschluss oder nach Beendigung einer Versuchsreihe an einen sicheren Ort⁵ gebracht werden.

Laboratorien, in denen Druckgasflaschen aufgestellt sind, müssen gekennzeichnet⁶ sein.

Am Ort der Entleerung darf jeweils auch eine Reserveflasche bereitgestellt werden.

¹ Es hat sich bewährt, innerhalb oder außerhalb der Gebäude an geschützter Stelle zentrale Gasversorgungsanlagen nach den Vorgaben der Technischen Regeln für Gefahrstoffe – Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern (TRGS 510) einzurichten. Der An- und Abtransport der Druckgasflaschen wird erleichtert und Gefährdungen der Beschäftigten im Brandfall oder bei Undichtigkeiten vermieden.

² Erhöhte Brandgefahr liegt zum Beispiel dann vor, wenn größere Mengen an brennbaren Flüssigkeiten im Labor bereitgestellt sind und gleichzeitig Zündquellen wie heiße Oberflächen, elektrische Geräte oder offene Flammen vorliegen. Die Gefährdung wird im Brandfall durch alle Gasarten in Druckgasflaschen noch erhöht (Zerknall).

³ Sicherheitsschränke sind besondere Lagereinrichtungen für Druckgasflaschen nach DIN EN 14470-2. Sie sind wärmeisoliert und verfügen über selbstschließende Türen, um eine unzulässige Erwärmung der Flaschen im Brandfall zu verhindern.

⁴ Als Schutzmaßnahmen kommen z.B. in Betracht:

- Unterbringen in technisch belüfteten Flaschenschränken nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe – Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern (TRGS 510),
- Einrichtungen, die Druckgasflaschen selbsttätig mit Wasser berieseln (z.B. nach DIN 14494),
- Aufstellen hinter Feuer hemmender Abtrennung (in Laboratorien aufgrund der notwendigen Schutzabstände seltener praktikabel)

(Vgl. TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.2.11.1)

⁵ Ein sicherer Ort kann beispielsweise ein Lagerraum für Druckgasbehälter außerhalb des Labors gemäß den Vorgaben der Technischen Regeln für Gefahrstoffe – Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern (TRGS 510) oder der Sicherheitsschrank im Labor nach DIN EN 14470-2 sein.

⁶ Die Kennzeichnung erfolgt durch das Warnzeichen W 19 „Warnung vor Gasflaschen“ gemäß Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“ (ASR A1.3, siehe auch DIN 12001-1).

Die Farbkennzeichnung der Druckgasflaschen selbst erfolgt nach DIN EN 1089-3:2004 (siehe auch TRGS 526 und DGUV Information 213-850 „Sicheres Arbeiten in Laboratorien“, Abschnitt 5.2.11.5).

Der Transport von Druckgasflaschen darf nur mit geeigneten Hilfsmitteln⁷ und grundsätzlich nur mit Schutzkappe erfolgen.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.11
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.11
- C 3.4 Einleiten von Gasen

⁷ Geeignete Hilfsmittel sind z.B. kippsichere Flaschentransportwagen. Beachten Sie, dass Druckgasflaschen nicht gemeinsam mit Personen in Aufzügen transportiert werden sollten.

Fachinformationen

C 6.2.2 Zusammenfassung

Sie wissen nun, wo und wie Sie Druckgasflaschen aufstellen dürfen. Zur Vertiefung folgt hier noch eine Zusammenfassung in Bild und Ton.

Sprechertext zum Video

Druckgasflaschen müssen grundsätzlich außerhalb der Laboratorien gelagert werden. Im Falle eines Brandes könnten sie zerknallen und eine zusätzliche Gefährdung bedeuten.

Zum Transport müssen spezielle Transportkarren benutzt werden. Wenn die Situation es erfordert, sollten hierbei zwei Personen zusammen arbeiten.

Bei Verwendung innerhalb des Labors müssen Druckgasflaschen entweder in speziell dauernd belüfteten Schränken untergebracht sein oder nach Arbeitsschluss an einen sicheren Ort gebracht werden.

Fachinformationen

C 6.3 Druckgasflaschen betreiben

C 6.3.1 Allgemeines

Druckgasflaschen dürfen nur mit den jeweils geeigneten¹ Druckminderern, Armaturen, Manometern und Dichtungen betrieben werden. Beachten Sie das Datum der nächsten Prüfung².

Druckgasflaschen müssen gegen Umstürzen gesichert³ werden. Ventile dürfen nur langsam und von Hand⁴ geöffnet und geschlossen werden.

Befestigen Sie die zum Entleeren angeschlossenen Druckgasschläuche sicher. Prüfen Sie die Schlauchanschlüsse bzw. -verbindungen auf Dichtheit⁵, bevor Sie die Flasche in Betrieb nehmen.

Sollen verflüssigte Gase zum Verdampfen von außen erwärmt werden, muss eine örtliche Überhitzung⁶ der Flasche vermieden werden.

Für den Betrieb von Druckgasflaschen mit bestimmten toxischen⁷, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Gasen im Labor gelten besondere Anforderungen⁸.

¹ Flaschen mit stark oxidierenden Druckgasen wie Sauerstoff, Fluor oder Distickstoffmonoxid sind frei von Öl, Fett und Glycerin zu halten, da sonst Brände oder explosionsartige Reaktionen entstehen können. Das Material der Druckminderer muss gegen das jeweilige Gas ausreichend beständig sein.

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

² Ist das Prüfdatum überschritten und befinden sich die Druckgasflaschen in einem augenscheinlich einwandfreien Zustand, so dürfen sie zum Zwecke der Entleerung am Arbeitsplatz weiter betrieben werden.

³ Sichern Sie Druckgasflaschen beispielsweise durch Ketten, Rohrschellen oder Einstellvorrichtungen gegen Umfallen.

⁴ Durch langsames Öffnen von Hand werden Druckstöße vermieden und dadurch mögliche Entzündungen von brennbaren und oxidierenden (brandfördernden) Gasen.

⁵ Die Dichtheitsprüfung kann z.B. mit einer geeigneten Detergenzlösung oder einem Lecksuchspray erfolgen.

⁶ Die Temperatur der Druckgasflasche darf 50 °C nicht überschreiten. Zur vorsichtigen Erwärmung der Flasche können Sie z.B. feuchte, heiße Tücher und temperaturgeregelte Wasserbäder verwenden oder die Flasche mit warmem Wasser berieseln.

Gase wie Blausäure oder 1,3-Butadien, die zu gefährlichen Reaktionen neigen, dürfen nicht erwärmt werden.

⁷ Nach bisheriger Einstufung sind hiermit giftige und sehr giftige Stoffe gemeint (R23 – R28). Nach der neuen GHS-Einstufung können diesen Stoffen folgende Gefahrenklassen entsprechen, soweit aktuelle Vorschriften und Regelwerke keine genaueren Angaben machen:

- akut toxische Stoffe, Kategorie 3 mit den H-Sätzen „Giftig“ H301, H311, H331,
- akut toxische Stoffe, Kategorie 1 und 2 mit den H-Sätzen „Lebensgefahr“ H300, H310, H330,
- Stoffe mit spezifischer Zielorgantoxizität einmalige oder wiederholte Exposition der Kategorie 1 mit den H-Sätzen H370, H372.

⁸ Druckgasflaschen mit den genannten toxischen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Gasen müssen, sofern sie im

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.11
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.11
- B 8.2.2 Laborübliche Bedingungen
- C 3.4 Einleiten von Gasen

Labor aufgestellt werden, dauerhaft abgesaugt werden. Dies wird z.B. durch Aufstellen in Abzügen oder in belüfteten Flaschenschränken erreicht. Die verwendeten Flaschen sollten möglichst klein sein (siehe hierzu auch [B 8.2.2 Laborübliche Bedingungen](#)).

Fachinformationen

C 6.3.2 Undichte Chlor-Druckgasflasche

Auch mögliche Havarie- oder Störfälle wie z.B. beim Umgang mit Druckgasflaschen sollten in der Gefährdungsbeurteilung durchgespielt werden. So können Maßnahmen im Vorfeld festgelegt und ineffektive, kostspielige Hilfsaktionen vermieden werden.

Unfallhergang

Eine Mitarbeiterin stellt im Gasflaschenlager einen durchdringenden Chlorgeruch fest. Sie trägt eine undichte Chlordruckgasflasche mit angehaltenem Atem in den Hof und stellt sie kopfüber in einen Eimer Wasser.

Da das Wasser das weiterhin ausströmende Chlorgas nicht lösen kann, wird die städtische Feuerwehr geholt. Wassersprühnebel und ein Entrauchungsventilator führen nur zu einer weiteren Verteilung, so dass das Areal immer umfangreicher abgesperrt werden muss.

Der Gefahrstoffbeauftragte alarmiert schließlich die Werkfeuerwehr eines benachbarten Chemiewerkes, die über ein gasdichtes Spezialbehältnis verfügt, in das die defekte Druckgasflasche hineingestellt und gefahrlos abtransportiert werden kann.

Unfallursache

Die Chlordruckgasflasche mit undichtem Ventil und aufgeschraubter Schutzkappe hat als Unfallursache einigen Wirbel verursacht.

Die städtische Feuerwehr war auf spezielle chemische Gefahrensituationen nicht vorbereitet und konnte nur eine standardisierte Gefahrenabwehr betreiben. Es gab keine Gefährdungsbeurteilung bzw. Betriebsanweisung, wie im Havariefall vorzugehen ist.

Unfallvermeidung

Da Chlorgas bei Normaldruck eine Siedetemperatur von -34 °C hat, führt eine Kühlung der defekten Flasche zu einer Verminderung der Gasentwicklung: Die Flasche hätte z.B. in ein ausreichend großes Fass mit Trockeneis gestellt werden können. Bei Gasen mit deutlich tieferem Siedepunkt¹ können ggf. Abdichtungskappen² zum kontrollierten Auffangen des Gases benutzt werden.

Es hätte außerdem im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden können, dass in solchen Fällen die Werkfeuerwehr mit ihrem Spezialbehältnis gerufen werden soll.

¹ Die Unterbindung von Gasaustritt durch Abkühlung mit Trockeneis funktioniert nur bei Gasen mit einem Siedepunkt oberhalb von -78 °C (z.B. Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Fluorwasserstoff). Bromwasserstoff oder Acetylen besitzen z.B. tiefere Siedetemperaturen, so dass diese durch Trockeneis nicht unterschritten werden können.

² Bei Gasen mit tieferen Siedepunkten kann ggf. eine gasdichte Kappe mit seitlichem Flansch auf die undichte Flasche gesetzt werden, an dem wiederum ein Ventil angeschlossen werden kann, um das austretende Gas kontrolliert ablassen zu können.

Beachten Sie aber, dass derartige Kappen nur für Gase zugelassen sind, deren Bombendruck nicht zu groß ist, weil die Kappe unter zu hohem Bombendruck abreißen kann.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 6.4 Übungen

C 6.4.1 Gase im Laboratorium

Welche Aussagen zum Umgang mit Gasen in Laboratorien sind richtig, welche falsch?

Richtig

Im Laboratorium darf am Ort der Entleerung jeweils eine Druckgasflasche als Reserve bereitgestellt werden.

Falsch

Druckgasflaschen dürfen in Laboratorien nicht betrieben werden.

Richtig

In Laboratorien mit erhöhter Brandgefahr dürfen Druckgasflaschen nur in Sicherheitsschränken oder ähnlich wirksamen Einrichtungen gelagert werden.

Richtig

Gase sollten – soweit möglich – den Arbeitsplätzen in fest verlegten Rohrleitungen zugeführt werden.

Falsch

Lassen sich Ventile von Druckgasflaschen nicht mit der Hand öffnen, sind sie mit drehmomenterhöhenden Werkzeugen zu öffnen.

Fachinformationen

C 6.4.2 Transport von Druckgasflaschen

Was ist an diesem Transport einer Druckgasflasche zu bemängeln?
Ziehen Sie die grüne Markierung auf die entsprechende Stelle im Bild.



Antwort

- Fehlende Schutzkappe

Fachinformationen

C 7 Weitere Geräte und Betriebsmittel

C 7.1 Einleitung

Während Ihrer Arbeit im Labor werden Sie auf viele weitere Betriebsmittel stoßen, die ein umsichtiges Handeln erfordern. Informieren Sie sich in den Betriebsanweisungen, welche Maßnahmen genau zu beachten sind.

In diesem Kapitel erfahren Sie

- wie Zentrifugen sicher aufgestellt und betrieben werden,
- wie Sie mit Versuchsautoklaven und Sterilisationsautoklaven umgehen sollten,
- wie Sie mit Robotern und anderen automatisierten Laborgeräten sicher arbeiten,
- was Sie bei Arbeiten mit Röntgenstrahlung, UV-Strahlung, Laserstrahlung oder elektromagnetischen Feldern zu beachten haben,
- wie Sie ergonomisch und sicher pipettieren.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 7.2 Zentrifugen

C 7.2.1 Überblick

Für viele Laborarbeiten werden Zentrifugen benötigt. Auch wenn ihre Handhabung zunächst einfach erscheint, sind diese Geräte aufgrund der hohen Belastungen, denen sie im Betrieb unterliegen, mit großer Sorgfalt zu warten und zu betreiben.

Achten Sie daher darauf, dass Sie nur die Geräte benutzen, an denen Sie unterwiesen wurden. Dies gilt selbstverständlich auch für Ihre Kollegen.

Sprechertext zum Video

Laborzentrifugen finden wir meistens in chemischen, pharmazeutischen, klinischen und biologischen Labors. Sie dienen hauptsächlich zum Sedimentieren von Feststoffteilchen in Flüssigkeiten.

Das Zentrifugiergut wird dazu in Zentrifugiergefäße eingefüllt, die in den Rotor eingesetzt werden. Die Feststoffteilchen zentrifugieren unter dem Einfluss der Zentrifugalkraft.

Gefahren entstehen durch die große kinetische Energie der rotierenden Massen. Um dies darzustellen, ist bei dieser älteren Konstruktion der Rotor angesägt. Der Rotor zerknallt. Die Zentrifuge wird völlig zerstört und könnte dabei die Bedienungsperson schwer verletzen.

Moderne Zentrifugen halten jedoch einem Rotorzerknall stand. Die Zentrifuge bleibt dabei innerhalb des Kreidekreises, der das zulässige Maß einer Bewegung im Havariefall darstellt.

Wir wissen nun, die Gefahr geht von dem drehenden Rotor aus. Deshalb umgibt ihn ein stabiler Schutzmantel, der Rotorbruchstücke sicher auffängt. Das Gehäuse wird durch einen Schutzdeckel verschlossen, der das Herausschleudern von Teilen des Rotors oder vom Zentrifugiergut verhindert.

Deckelschlösser sichern den Schutzdeckel. Sie müssen auch bei Stoßbeanspruchungen sicher geschlossen bleiben.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.14
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.14

Fachinformationen

C 7.2.2 Aufstellen von Zentrifugen

Damit Zentrifugen sicher betrieben werden können, müssen sie unter Berücksichtigung verschiedener Punkte aufgestellt werden. Hierzu zählen unter anderem:

- Es ist auf eine standsichere Aufstellung zu achten. Die ist z.B. für sehr große Zentrifugen gegeben, wenn diese mittels Schrauben am Fundament befestigt sind oder eine elastische Aufstellung¹ auf Gummifüßen, Federn oder Dämpfern vorliegt.
- Labor- und Tischzentrifugen sollten auf einer ebenen, festen Fläche aufgestellt sein. Um das Gerät ist ein Freiraum von mindestens 30 cm einzuhalten.
- Achten Sie bei der Aufstellung auch auf die besonderen Bestimmungen für Ultrazentrifugen² und die Lärmbelastung.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.14.1
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.14.1

¹ Zentrifugen neigen wegen der hohen Umfangsgeschwindigkeiten, mit denen sie arbeiten, zu Eigenbewegungen. Diese können sich bei sehr großen Geräten aufschaukeln und zum Wandern des Gerätes führen – denken Sie an Ihre Waschmaschine zu Hause. Eine elastische Aufstellung oder die sichere Befestigung am Boden verhindern das Wandern.

² Ultrazentrifugen arbeiten mit Umfangsgeschwindigkeiten von mehr als 300 m/s. Sie müssen eine Verkleidung haben, die abfliegende Teile abfängt. Ist eine Verkleidung aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich, so ist das Gerät in einem besonderen Raum (Schutzkammer) aufzustellen, der nur bei Rotorstillstand betreten werden kann.

Fachinformationen

C 7.2.3 Betreiben von Zentrifugen

Der Arbeitgeber muss für Zentrifugen unter Berücksichtigung der Betriebsanleitung eine Betriebsanweisung¹ aufstellen. Die Benutzer sind anhand dieser Betriebsanweisung, die sie zu beachten haben, mündlich zu unterweisen.

Bei Tätigkeiten mit entzündbaren² Flüssigkeiten ist auf die Explosionsgefahren³ zu achten.

Für Ultrazentrifugen ist ein Betriebsbuch⁴ zu führen. Jeder Beschäftigte, der mit einer Ultrazentrifuge gearbeitet hat, muss dies im Betriebsbuch festhalten.

Zentrifugen sind regelmäßig durch eine befähigte Person⁵ auf ihre Arbeitssicherheit zu prüfen⁶. Ausgenommen sind nur kleine Zentrifugen⁷.

¹ Die Betriebsanweisung soll sicherheitstechnisch wichtige Angaben wie die Art der Beladung der Zentrifuge (z.B. Gleichmäßigkeit der Beladung) oder die zulässige Füllmenge beinhalten. Bei ortsveränderlich aufstellbaren Zentrifugen sollten auch Angaben über die Aufstellung enthalten sein (z.B. über die Einhaltung des Freiraums).

² Nach bisheriger Einstufung sind hiermit leicht- und hochentzündliche Flüssigkeiten sowie andere Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt < 45 °C gemeint.

Im Einstufungssystem GHS sind dies die entzündbaren Flüssigkeiten der Kategorien 1 und 2. Bei entzündbaren Flüssigkeiten der Kategorie 3 muss der Flammpunkt betrachtet werden: Liegt er über 45 °C, sind i.d.R. keine weiteren Maßnahmen des Explosionsschutzes erforderlich.

Wenn Flüssigkeiten auf ihren Flammpunkt oder bis zu 15 °C unterhalb ihres Flammpunktes erhitzt zentrifugiert werden, sind unabhängig von einer Einstufung in jedem Fall Maßnahmen des Explosionsschutzes zu beachten.

³ Unter Umständen sind Lüftungstechnische Maßnahmen oder eine Inertisierung der Zentrifuge erforderlich.

Falls die Zentrifuge über keinen Inertisierungsanschluss verfügt, kann sie bei weitgehend geschlossenem Deckel über einen Schlauch z.B. mit Argon gespült und anschließend sofort verschlossen werden.

⁴ Im Betriebsbuch sind das Datum und die Dauer der Nutzung sowie die Namen der Nutzer zu dokumentieren.

⁵ Eine befähigte Person ist nach der Betriebssicherheitsverordnung eine Person, die aufgrund ihrer beruflichen Ausbildung und Erfahrung und aufgrund ihrer zeitnahen beruflichen Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel, in diesem Fall der Zentrifugen, verfügt.

Sie sollte mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik so weit vertraut sein, dass sie den arbeitssicheren Zustand von Zentrifugen beurteilen kann.

(Vgl. § 2 Abs. 7 BetrSichV)

⁶ Zentrifugen sollten im Betriebszustand mindestens einmal jährlich und zusätzlich im zerlegten Zustand bei Bedarf, mindestens jedoch alle 3 Jahre, durch eine befähigte Person geprüft werden.

Ultrazentrifugen sollten mindestens einmal jährlich im zerlegten Zustand von einer befähigten Person auf ihre Arbeitssicherheit geprüft werden.

⁷ Hierunter fallen Laborzentrifugen für Zentrifugiergut, das nicht entzündbar oder explosiv ist, mit einer kinetischen Energie bis zu 10000 Nm oder bis zu 500 W Nennleistung.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.14.2
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.14.2
- B 12.3.1 Prüffristen

Fachinformationen

C 7.2.4 Beladen von Zentrifugen

Was ist noch wichtig für den sicheren Betrieb von Zentrifugen? Benutzen Sie in jedem Fall geeignete Zentrifugiergefäße und beladen Sie das Gerät möglichst gleichmäßig.

Sprechertext zum Video

Die Zentrifugalkraft ist abhängig von der Drehzahl. Je nach Zentrifugiergut werden deshalb unterschiedliche Drehzahlen gefahren. Jeder Rotor darf nur bis zur maximal zulässigen Drehzahl betrieben werden, mit der er gekennzeichnet ist.

Diese Rotoren sind mit einer Codierung versehen. Die Laborzentrifuge kann daran den Rotortyp erkennen und selbsttätig die Drehzahl auf das zulässige Maß begrenzen.

Gleichmäßige Beladung ist wichtig für einen sicheren Betrieb. Schon der Austausch eines Einsatzes in diesem Schwenkrotor führt zu einer Unwucht.

Ebenso ungleichmäßig gefüllte Zentrifugiergefäße. Richtig sind gleichmäßig gefüllte und geeignete Zentrifugiergefäße.

Diese Zentrifugiergefäße sind zu lang für den Winkelrotor. Die Folge: Das obere Ende des Zentrifugiergefäßes ist abgeschert. Zentrifugiergut verunreinigt den Innenraum der Maschine.

Dieser Rotor ist richtig bestückt.

Fachinformationen

C 7.3 Autoklaven

C 7.3.1 Überblick

In Laboratorien kommen unterschiedliche Arten von Autoklaven¹ zum Einsatz.

Zum einen werden Druckbehälter als Sterilisationsautoklaven zur Sterilisation von Betriebsmitteln eingesetzt. Hier ist es wichtig, den Sterilisationserfolg regelmäßig zu überprüfen sowie persönliche und organisatorische Vorkehrungen gegen Unfälle wie Verbrennungen zu treffen.

Zum anderen werden Druckbehälter und Versuchsautoklaven für die Durchführung von bekannten bzw. nicht bekannten Reaktionen unter Überdruck verwendet. Beim Umgang mit Versuchsautoklaven sind vor allem bauliche Schutzmaßnahmen erforderlich.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.12
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.12

¹ Der Autoklav ist ein heizbarer, dampf- und gasdicht verschließbarer Druckbehälter mit eingebautem Thermometer und/ oder Manometer (Druckmesser).

Fachinformationen

C 7.3.2 Versuchsautoklaven

In Druckbehältern und Versuchsautoklaven können Reaktionen, z.B. Hydrierungen, unter Überdruck durchgeführt werden.

Druckbehälter dienen der Durchführung von Reaktionen, bei denen die für den sicheren Betrieb des Druckbehälters relevanten Parameter bekannt sind. Diese müssen so ausgelegt sein, dass die Beanspruchungen¹ sicher aufgenommen werden können.

Bei Reaktionen mit unbekanntem Reaktions-, Druck- oder Temperaturverlauf, d.h. auch unbekanntem Beanspruchungen, müssen die Versuchsautoklaven hinter Schutzwänden, besser jedoch in besonderen Autoklavenkammern² aufgestellt werden.

Bei Versuchsautoklaven oder Bombenrohren aus Glas muss immer mit Zerplatzen gerechnet werden. Hier gelten besondere Vorsichtsmaßnahmen³.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.12
- Richtlinien für DGUV Information 213-850 Laboratorien, Abschnitt 5.2.12
- B 12.3.1 Prüffristen

¹ Der Druckbehälter muss allen mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen, die aufgrund der Betriebsweise zu erwarten sind, sicher genügen. Dies gilt besonders für den zulässigen Betriebsdruck und die zulässige Betriebstemperatur.

² Schutzwände können nur einen (begrenzten) Schutz gegen Splitter und umhergeschleuderte Teile bieten. Austretende Wolken brennbarer oder toxischer Substanzen werden nicht vor der Verbreitung im Labor zurückgehalten.

Effektiver sind Autoklavenkammern, die so gestaltet sein müssen, dass Personen beim Versagen des Autoklaven geschützt sind. Die Beobachtung der Sicherheits- und Messeinrichtungen sowie deren Bedienung müssen von sicherer Stelle aus erfolgen können.

³ Versuchsautoklaven aus Glas dürfen mit brennbaren Flüssigkeiten oder Gasen wegen der Explosionsgefahr nur in Autoklavenkammern betrieben werden.

Bei nicht brennbaren Medien ist der Einsatz außerhalb geschlossener Räume nur mit geeignetem Splitterschutz zulässig. Dennoch ist auch dann eine Kammer vorzuziehen, weil bei einem Bruch schnell große Mengen an u.U. toxischen Substanzen freigesetzt werden.

Fachinformationen

C 7.3.3 Sterilisationsautoklaven

Sterilisationsautoklaven dienen der Sterilisation¹ von Arbeitsmitteln und Materialien, die mit biologischen Arbeitsstoffen kontaminiert sind oder für den Einsatz im Labor keimfrei gemacht werden sollen.

Eine Grundvoraussetzung des sicheren Arbeitens ist, dass die Autoklaven nie unter Druck geöffnet² und autoklaviertes Gut nur im abgekühlten Zustand³ entnommen werden darf. Vor Verbrennungen schützen zusätzlich Hitzehandschuhe und Schutzbrille. Da der Sterilisationsautoklav immer für eine bestimmte Ladung eingestellt wird, darf er auch nicht überladen werden.

Weitere Schutzmaßnahmen sind ein leicht zugänglicher Not-Aus-Schalter sowie eine filtrierte oder thermisch nachbehandelte Abluft ab der Risikogruppe 2. Eine regelmäßige Prüfung⁴ des Geräts bzw. der Inaktivierungsleistung ist ebenfalls durchzuführen.

Querverweise

- C 2.7 Schutzstufen 2 – 4

¹ Bei der Sterilisation wird eine Keimzahlreduktion von etwa 12 Zehnerpotenzen erreicht. Dabei ist der Sterilisationserfolg wesentlich von der Temperaturwahl und der Haltezeit abhängig.

Die Standardbedingungen für das Autoklavieren sind 121 °C bei 15 – 20 Minuten. Thermoresistente Sporen erfordern allerdings eine längere Einwirkzeit oder eine Temperatursteigerung von bis zu 134 °C.

² Ein Schutzmechanismus am Autoklaven verhindert ein Öffnen unter Druck. Trotzdem sollten Sie die Druckanzeige sicherheitshalber vor dem Öffnen beachten.

³ Vorsicht! Bei überhitzten Flüssigkeiten kann es durch Siedeverzug und die Entnahme aus dem Autoklaven zum Herausschleudern der Flüssigkeit kommen.

⁴ Sichere Sterilisationsautoklaven verfügen über Temperaturfühler, mit denen der Temperaturverlauf in Referenzbehältern überwacht wird.

Zusätzlich sollten dem Sterilisationsgut regelmäßig Bioindikatoren beigelegt werden, die anzeigen, ob der Autoklaveneinhalt vollständig sterilisiert wurde.

Grundsätzlich müssen Sterilisationsautoklaven einmal im Jahr vollständig überprüft werden.

Fachinformationen

C 7.4 Roboter und andere automatisierte Laborgeräte

C 7.4.1 Überblick

Die Automatisierung von Arbeitsprozessen in chemischen und biotechnologischen Laboratorien führt häufig zum Einsatz von Screening- und Pipettierrobotern¹, Autosamplern oder anderen Handlinggeräten, die selbstständig vorprogrammierte Arbeitsschritte durchführen.

Neben den technischen Schutzmaßnahmen und einer ausreichenden Kennzeichnung der Geräte und Bereiche ist besonders auf eine angemessene Schutzkleidung und die regelmäßige Unterweisung der Mitarbeiter zu achten.

Querverweise

- DIN EN 61010-2-081:2012-09; VDE 0411-2-081:2012-09
Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte: Besondere Anforderungen an automatische und semiautomatische Laborgeräte für Analysen und andere Zwecke
- Richtlinien für DGUV Information 213-850 Laboratorien, Abschnitt 5.2.24

¹ Bestückung eines Scara-Roboters, der labortypische Screeningarbeiten durchführt.
Portalroboter, der mit Lagergestellen für Probenröhrchen zum Pipettieren bestückt wird.
Das Magazin in einer Roboterzelle mit Universalrobotern wird von außen mit Mikrotiterplatten bestückt.

Fachinformationen

C 7.4.2 Gefährdungen

Je nach Betriebszustand, Handhabungsaufgabe und Baugröße gehen von Robotern unterschiedliche Gefährdungen aus.

Starten Sie die folgende Bildsequenz, um mehr über den sicheren Umfang mit Handhabungsgeräten zu erfahren.

Verletzungen durch plötzliche Bewegung des Roboters

Insbesondere die mechanischen Bewegungen der Roboter können Personen, die sich im Arbeitsbereich aufhalten, gefährden.

Roboter können plötzliche Bewegungen aus dem Stillstand heraus ausführen, weil eine programmierte Wartezeit abgelaufen ist.

Zusammenstoß durch falsche Programmierung

Falsche Programmierung oder Bedienungsfehler können zu einem Zusammenstoß mit den bewegten Elementen des Roboters führen.

Unterbrechungen / Störungen

Der Arbeitsablauf kann sich ändern, weil der programmierte Zyklus unterbrochen wurde, z.B. um eine Reinigung des Greifers durchzuführen oder um eine Störung zu beseitigen.

Große Kräfte

Roboter führen Bewegungen oftmals mit großen Kräften und hohen Verfahrgeschwindigkeiten aus. Dadurch besteht eine Quetsch- und Schergefahr, wenn man in den Arbeitsbereich der Maschine gelangt und z.B. von einem schwenkenden Roboterarm getroffen wird.

Gefährdung durch Roboter und Gefahrstoffe

Wenn sich ein Gefahrstoff in der Nähe eines Handhabungsgeräts befindet, kann es z.B. durch die Verfahrbewegung umgestoßen und beschädigt werden. Eine zusätzliche Gefährdung kann sich ergeben, wenn Gefahrstoffe austreten.

Gefährdung durch Roboter und spitze Gegenstände

Werden vom Roboter Nadeln oder Kanülen gehandhabt, kann es zu einer Gefährdung durch eine Stichverletzung und damit verbundener Kontamination der Wunde kommen.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 7.4.3 Technische Schutzmaßnahmen

Der Gesetzgeber¹ schreibt beim Betreiben eines Roboters eine Reihe von Schutzeinrichtungen und betriebsbedingte Schutzmaßnahmen vor.

Bei einer Gefährdungsbeurteilung sind nicht nur die mechanischen Gefährdungen zu berücksichtigen, sondern auch die Gefahr der Kontamination durch Gefahrstoffe oder durch Biostoffe, z.B. aufgrund der Möglichkeit von Verletzungen oder Havarien.

Für die Arbeitssicherheit können technische Schutzmaßnahmen getroffen werden:

Diese Schutzmaßnahmen werden realisiert durch

- Schutzeinrichtungen (z.B. Abdeckungen, Schutztüren², Sicherheitsschalter³, Lichtvorhänge, Lichtschranken⁴, Zweihandeinrichtungen)
- Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen (z.B. auf Position, Geschwindigkeit, Kraftbegrenzung durch Endschalter)

Querverweise

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

¹ Relevante Normen und Verordnungen:

- DIN EN 61010-2-081:2015-11; VDE 0411-2-081:2015-11 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte: Besondere Anforderungen an automatische und semiautomatische Laborgeräte für Analysen und andere Zwecke
- Betriebssicherheitsverordnung

² Nur bei geschlossenen Schutztüren kann der Roboter in Betrieb gesetzt werden. Wird die Umzäunung geöffnet, hält die Anlage automatisch an.

³ Sicherheitsschalter überwachen die Schutztüren bei eingehausten Robotersystemen.

⁴ Lichtschranken registrieren, ob sich Personen im Arbeitsbereich des Roboters befinden und schalten die Anlage automatisch ab.

Fachinformationen

C 7.4.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Auch eine Reihe von organisatorischen Schutzmaßnahmen müssen beim Umgang mit Robotern beachtet werden.

- Als Grundvoraussetzung für ein sicheres Arbeiten gilt, die Sicherheitseinrichtungen während des Betriebs niemals unwirksam zu machen!
- Die Roboter dürfen nur von unterwiesenen Mitarbeitern bedient werden.
- Die Programmierung sollte außerhalb¹ des Gefahrenbereichs erfolgen.
- Reparaturen oder Wartungsarbeiten an Robotern erfordern eine Absprache des Betreibers. Sie müssen in Begleitung eines unterwiesenen Mitarbeiters erfolgen.
- In einer entsprechenden Betriebsanweisung sind u.a. die Gefahren und die notwendigen Schutzmaßnahmen zu formulieren.
- Als Betreiber einer Anlage müssen Sie die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) beachten.
- Vor der Inbetriebnahme hat der Betreiber die Sicherheitshinweise der Bedienungsanleitung zu überprüfen und ggf. zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen.

Querverweise

- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

¹ In Sonderbetriebsarten, wo der Mitarbeiter den Gefahrenbereich des Roboters betreten muss (z. B. beim Teach-In Verfahren), muss ein Zustimmungstaster betätigt werden, um Bewegungen des Roboters ausdrücklich zu erlauben. Gleichzeitig müssen die Geschwindigkeiten des Roboters auf ein sicheres Maß begrenzt sein.

Fachinformationen

C 7.5 Strahlung

C 7.5.1 Überblick

In Laboratorien werden verschiedene energiereiche Strahlungen eingesetzt, z.B. bei der Gaschromatographie. Grundlegende Schutzmaßnahmen sind im Rahmen der staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften und Regeln¹ beschrieben und umfassen sowohl den Umgang mit ionisierenden² als auch mit nicht ionisierenden³ Strahlenquellen.

Neben den technischen Schutzvorkehrungen und einer ausreichenden Kennzeichnung der Geräte und Bereiche ist besonders auf eine angemessene Schutzkleidung und die regelmäßige Unterweisung der Mitarbeiter z.B. anhand von Strahlenschutzanweisungen zu achten.

Soweit es für den sicheren Betrieb notwendig ist, sind Strahlen- oder Laserschutzbeauftragte⁴ zu ernennen.

Grundsätzlich gilt: Der Mensch sollte einer energiereichen Strahlung so wenig wie möglich ausgesetzt sein.

¹ Folgende Verordnungen und berufsgenossenschaftliche Vorschriften sind für den Umgang mit Strahlung besonders relevant:

- die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV),
- die Röntgenverordnung (RöV),
- die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (OStrV),
- die Unfallverhütungsvorschrift „Elektromagnetische Felder“ (DGUV Vorschrift 15) und
- die Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV).

² Ionisierende Strahlung kommt als Teilchenstrahlung (α -, β -Strahlen, Neutronen, Protonen) oder elektromagnetische Wellenstrahlung (γ -, Röntgenstrahlung, Photonen) vor. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass ihre Energie zur Herauslösung von Elektronen aus der Elektronenhülle eines Atoms ausreicht (Ionisation).

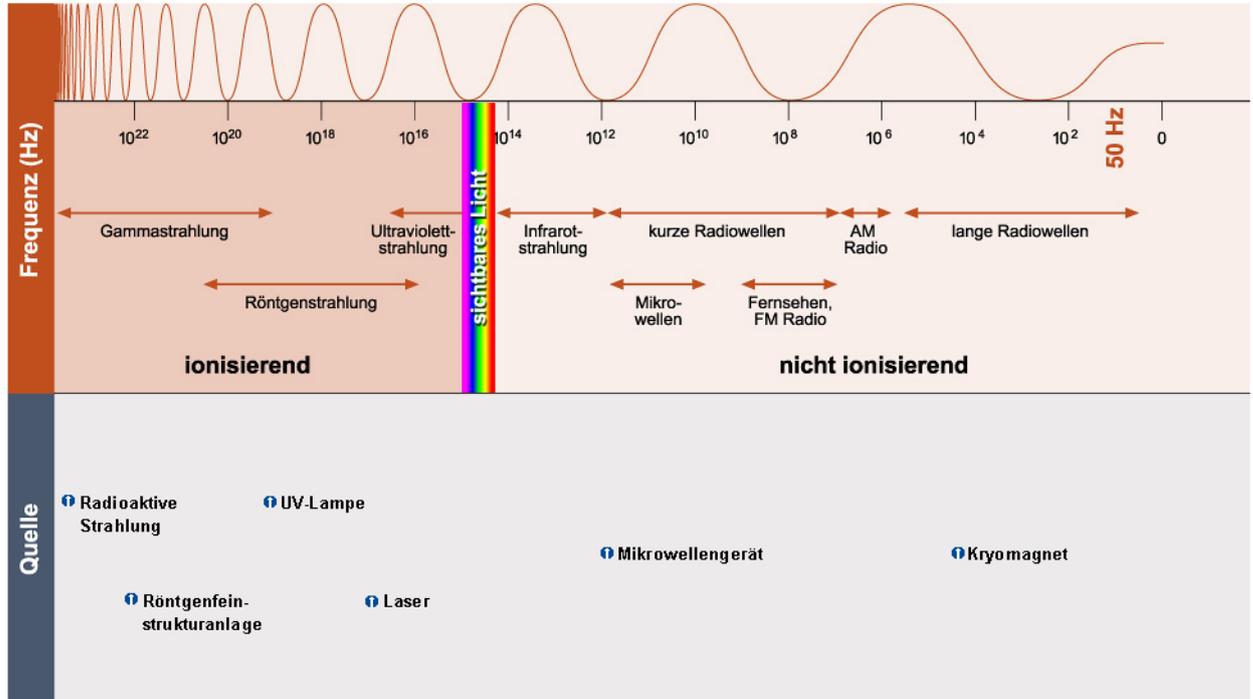
In Materie wie z.B. in lebenden Zellen werden durch die Strahlen Atome und Moleküle ionisiert bzw. angeregt. Hierdurch können Bindungen aufgetrennt und chemische Gefüge verändert werden, so dass das Funktionieren von Zellen und Organen gestört und geschädigt werden kann.

³ Zur nicht ionisierenden Strahlung gehören elektromagnetische Felder und optische Strahlungen wie die UV-Strahlung. Ihre Energie reicht nicht aus, um Elektronen aus der Elektronenhülle herauszulösen. Aber auch sie kann zu ernsthaften Schäden führen und teilweise ähnliche Wirkungen wie die ionisierende Strahlung haben.

⁴ Strahlenschutzbeauftragte werden für die Leitung und/oder Beaufsichtigung des Umgangs mit radioaktiven Strahlen und Röntgenstrahlen vom Unternehmer (Strahlenschutzverantwortlicher) bestellt. Sie sind in allen Angelegenheiten des Strahlenschutzes weisungsbefugt und für die Einhaltung der Schutzmaßnahmen zuständig und verantwortlich.

Laserschutzbeauftragte sind beim Umgang mit Lasereinrichtungen ab der Klasse 3R schriftlich zu bestellen. Sie überwachen den Betrieb und unterstützen den Unternehmer bei der Einhaltung der Schutzmaßnahmen. Sie sind verpflichtet, ihre Sachkunde durch erfolgreiche Teilnahme an einem Lehrgang nachzuweisen, der mit einer Abschlussprüfung enden muss.

Elektromagnetisches Spektrum



Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

Fachinformationen

C 7.5.2 Röntgenstrahlung

Röntgenstrahlen werden z.B. in der Röntgenstrukturanalyse oder als Bildgeber in medizinischen Laboren eingesetzt.

Der Strahlenschutz ist vorrangig durch bauliche und technische Einrichtungen wie Strahlenschutzwände, Bleiglasfenster und Türschalter sicherzustellen. Die Abschirmungen an den Geräten müssen so angebracht sein, dass die Bedienung und Justage außerhalb des gefährdeten Bereichs möglich ist.

Der Kontrollbereich¹ ist abzugrenzen und deutlich zu kennzeichnen². Personen, die sich in ihm aufhalten, müssen die erforderliche Schutzkleidung wie Bleischürzen, -handschuhe und Röntgenschutzbrillen tragen. Für Schwangere gelten besondere Vorschriften³.

Darüber hinaus müssen die Mitarbeiter messtechnisch und arbeitsmedizinisch überwacht⁴ werden.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

¹ Bei genehmigungs- und anzeigebedürftigen Tätigkeiten sind Kontroll- und Überwachungsbereiche einzurichten. Während sich der eigentliche Kontrollbereich in der Regel im Röntgenraum befindet, wird die Bedienung über Bleiglasfenster oder Monitore häufig vom Überwachungsbereich aus durchgeführt.

In Kontrollbereichen können Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 Millisievert erhalten. In Überwachungsbereichen kann dies mehr als 1 Millisievert im Kalenderjahr sein.

Zum Vergleich: Jeder von uns wird durch natürliche, ionisierende Strahlung in unseren Breitengraden einer Dosis von ca. 2,5 Millisievert im Kalenderjahr ausgesetzt. Dieser Wert schwankt je nach Aufenthaltsort auf der Erde zwischen 1 und 20 Millisievert pro Jahr.

² Der Kontrollbereich muss während des Betriebs und der Betriebsbereitschaft mindestens mit den Worten „Kein Zutritt – Röntgen“ deutlich sichtbar gekennzeichnet sein.

(Vgl. § 19 Röntgenverordnung (RöV))

³ Schwangere Frauen dürfen als Mitarbeiterinnen bzw. Auszubildende den Kontrollbereich nur betreten, wenn der fachkundige Strahlenschutzverantwortliche oder der Strahlenschutzbeauftragte den Aufenthalt ausdrücklich gestattet.

Durch Überwachungsmaßnahmen muss außerdem sichergestellt werden, dass die Organdosis der Gebärmutter den Grenzwert von 1 Millisievert während der gesamten Schwangerschaft nicht überschreitet. Als helfende Personen haben Schwangere nur Zutritt, wenn zwingende Gründe vorliegen. Diese Regelungen gelten auch für den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen (Kapitel [C 1.4 Radioaktive Stoffe](#)).

(Vgl. § 22 Röntgenverordnung (RöV))

⁴ Die Strahlenexposition der Mitarbeiter ist monatlich individuell zu ermitteln und im Strahlenpass zu dokumentieren. Zur Ermittlung müssen während der Arbeitszeit Film-dosimeter getragen werden. Dabei darf eine effektive Dosis von 20 Millisievert pro Kalenderjahr nicht überschritten werden. Ausnahmeregelungen sind im Paragraphen 31a der Röntgenverordnung festgelegt.

Eine ärztliche Untersuchung für Personen, die im Kontrollbereich arbeiten, ist innerhalb eines Jahres vor der Tätigkeit mit Röntgenstrahlen sowie in jährlichen Abständen durchzuführen.

(Vgl. § 37 Röntgenverordnung (RöV))

Fachinformationen

C 7.5.3 UV-Strahlung

UV-Strahlung wird sowohl in Photoreaktoren als auch zum Detektieren von Substanzen oder zum Sterilisieren in Sicherheitswerkbänken eingesetzt. Ohne geeignete Schutzmaßnahmen kann sie die Augen und die Haut zum Teil ernsthaft schädigen¹.

Die UV-Quelle muss an den betreffenden Geräten so abgeschirmt² sein, dass kein direktes Licht oder Streulicht in die Augen gelangen kann. Ist dies nicht ausreichend möglich, müssen Sie neben der geschlossenen Kleidung unbedingt UV-Schutzbrillen³ tragen.

Strahlungsintensive Quellen sollten wegen der Bildung von Ozon und nitrosen Gasen am besten im Abzug betrieben oder anders wirksam belüftet⁴ werden.

Darüber hinaus sind mögliche phototoxische Reaktionen⁵ zu berücksichtigen.

¹ Ultraviolette Strahlen umfassen einen Wellenlängenbereich von 100 – 400 Nanometern. Abhängig von der Intensität und Wellenlänge können sie ernsthafte Entzündungen und Verbrennungen in den Augen und auf der Haut verursachen. Wiederholte intensive Exposition kann sogar zu langfristigen Schäden wie Hautkrebs oder einer Trübung der Augenlinse führen.

Beachten Sie, dass Verbrennungs- und Entzündungserscheinungen in der Regel mit Latenzzeiten von einigen Stunden auftreten!

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist vom Arbeitgeber anzubieten, wenn die Expositionsgrenzwerte der OStrV überschritten werden könnten.

² Ist kein ausreichender Schutz durch die Bauart der Geräte gegeben, können Sie eine wirksame Abschirmung bereits durch die Abdeckung der Apparatur mit Alufolie erreichen.

Empfehlenswert sind darüber hinaus Verriegelungen, die den UV-Strahler abschalten, sobald eine Abschirmung geöffnet wird.

³ Die Schutzbrille muss für den jeweils auftretenden Wellenlängenbereich der UV-Strahlung geeignet sein.

Vor der Verwendung von einfachen getönten Gläsern ist dringend abzuraten: Sie absorbieren das UV-Licht nur mangelhaft und lassen gleichzeitig wenig sichtbares Licht in das Auge. Dadurch weitet sich die Iris und mehr Strahlung kann eindringen.

⁴ Der Arbeitsplatzgrenzwert von Ozon kann ggf. auch durch eine optimierte natürliche Lüftung oder durch eine Quellabsaugung am Strahler eingehalten werden.

⁵ Phototoxische Reaktionen können durch das Zusammenwirken von UV-Strahlen mit chemischen Stoffen (z.B. Kosmetika oder Parfüms) auftreten und Allergien oder Gewebeschäden auslösen.

Deshalb sollten Sie beim Einsatz von offenen UV-Quellen auf Kosmetika möglichst verzichten.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.16
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.16
- DGUV Information 112-192 Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz, Anhang 2 Abs. 3
- OStrV Expositionsgrenzwerte
- B 10 Absaugeinrichtungen
- B 2.3.3 Schutzbrillen

Fachinformationen

C 7.5.4 Laserstrahlung

Lasereinrichtungen werden einer von sieben Gefährdungsklassen¹ zugeordnet und entsprechend gekennzeichnet².

Für Arbeitsplätze mit Laserstrahlung muss eine fachkundige Person vor Aufnahme der Tätigkeit eine Gefährdungsbeurteilung durchführen.

Während Geräte der Klasse 1 in der Regel ungefährlich sind, müssen besonders bei den Klassen 3R, 3B und 4 verschiedene Schutzmaßnahmen ergriffen werden:

Die Laserbereiche dieser Einrichtungen müssen abgegrenzt und gekennzeichnet³ werden. Soweit möglich sollten die Strahlen hinter Abdeckungen oder in Röhren geführt werden. Reflektierende Wände, Oberflächen oder Gegenstände sind zu vermeiden. Im Laserbereich dürfen sich nur unterwiesene und für den Betrieb erforderliche Personen aufhalten.

Kann ein Austritt von Strahlen oberhalb des Grenzwertes⁴ nicht ausgeschlossen werden, müssen Sie Laserschutz- bzw. Justierbrillen⁵ tragen.

¹ Für die eindeutige Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen werden die Geräte vom Hersteller nach steigendem Gefährdungsgrad in die Laserklassen 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B und 4 eingeteilt. Maßgebend für die Einteilung ist die DIN EN 60 825-1 (VDE 0837 Teil 1), Ausgabe Oktober 2003.

Laser mit der alten Klassifizierung (1, 2, 3A, 3B, 4) müssen nicht neu eingestuft werden.

² Lasereinrichtungen mit zugänglicher Strahlung müssen gekennzeichnet sein mit

- einem Laserwarnzeichen (ab Klasse 2),
- einem Klassenhinweiszeichen mit klassenbezogenem Warntext,
- der Strahlungsleistung, der Wellenlänge sowie der verwendeten Norm für die Klassifizierung
- und Informationen zur Identifikation (z.B. Hersteller, Gerätetyp, Seriennummer).

³ Räume mit Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4 müssen mit dem Laserwarnzeichen gekennzeichnet sein. Sichtfenster in der Eingangstür sind abzudecken. Sinnvoll ist eine zusätzliche Schutzwand hinter der Eingangstür.

Darüber hinaus sollte möglichst eine Schleuse ohne gefährliche Strahlung vorhanden sein, in der Mitarbeiter ihre persönliche Schutzausrüstung anlegen können.

An den Zugängen zu Laserbereichen der Klasse 4 ist der Laserbetrieb durch Warnlampen anzuzeigen.

⁴ Werte für die maximal höchstzulässige Bestrahlungsstärke (MZB) für Personen und Grenzwerte der zugänglichen Strahlung (GZS) für die Geräte der unterschiedlichen Klassen sind in der aktuellen DIN EN 60825-1 festgelegt.

Arbeitsmedizinische Vorsorge ist vom Arbeitgeber anzubieten, wenn die Expositionsgrenzwerte der OStrV überschritten werden könnten.

⁵ Die verwendeten Laserschutz- bzw. Justierbrillen müssen für den jeweiligen Wellenlängenbereich geeignet sein. Trotz Augenschutz sollten Sie nicht direkt in den Strahl blicken. Generell sollte der Laserstrahl so eingerichtet sein, dass er über oder unterhalb der Augenhöhe verläuft. Zu empfehlen ist das Führen des Strahles innerhalb von Abschirmungen.

Ausführliche Informationen zur Auswahl und Verwendung von Laserschutz- und Justierbrillen bietet die BGI 5092.

Auch mögliche Nebenwirkungen⁶ sind zu beachten.

Laserklassen

Klasse	Gefährdungen	Schutzmaßnahmen	Bemerkungen
1	– Ungefährlich bei ordnungsgemäßem Betrieb.	– Keine Schutzmaßnahmen erforderlich.	– Alte Klasse 1 – Bei der Instandhaltung von Geräten mit eingekapselten Lasern höherer Klassen sind die Schutzmaßnahmen dieser Klassen zu treffen.
1M	– Ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente (Lupen, Linsen, Teleskope) verkleinert wird; dann sind Gefährdungen wie in Klasse 3R oder 3B möglich.	– Ohne optische Geräte im Strahlengang: keine Schutzmaßnahmen erforderlich. – Personen, die optische Geräte benutzen könnten, speziell warnen.	– Alte Klasse 3A (nicht sichtbarer Teil) und zum Teil Geräte aus 3B
2	– Bei kurzzeitiger Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s) ungefährlich.	– Möglichkeit des unbeabsichtigten Strahlens verhindern. – Absichtliches oder wiederholtes Hineinschauen in die direkte bzw. reflektierte Laserstrahlung vermeiden. – Kennzeichnung des Laserbereichs, wenn der Strahl im Arbeits- oder Verkehrsbereich verläuft.	– Alte Klasse 2 – Das Schutzkonzept beruht auf dem Lidschlussreflex, der allerdings nicht bei allen Personen gleich gegeben ist und keinen ausreichenden Schutz bietet.
2M	– Bei kurzzeitiger Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s) ungefährlich, solange der Querschnitt nicht durch optische Instrumente verkleinert wird; dann sind Gefährdungen wie in Klasse 3R oder 3B möglich.	– Möglichkeit des unbeabsichtigten Strahlens verhindern. – Absichtliches oder wiederholtes Hineinschauen in die direkte bzw. reflektierte Laserstrahlung vermeiden. – Personen, die optische Geräte benutzen könnten, speziell warnen. – Kennzeichnung des Laserbereichs, wenn der Strahl im Arbeits- oder Verkehrsbereich verläuft.	– Alte Klasse 3A (sichtbarer Teil) und zum Teil Geräte aus 3B – Das Schutzkonzept beruht auf dem Lidschlussreflex, der allerdings nicht bei allen Personen gleich gegeben ist und keinen ausreichenden Schutz bietet.

⁶ Mögliche Nebenwirkungen:

- Laser können als Zündquelle für brennbare oder explosionsfähige Stoffe wirken.
- Durch das Verdampfen von Probenmaterial können gefährliche Aerosole gebildet werden.
- Lasergeräte mit hoher Anregungsspannung können Röntgenstrahlung abgeben.
- Durch hohe Spannungen im Gerät sind elektrische Gefahren zu beachten.

Farbstofflaser können durch die eingesetzten Farbstoffe eine zusätzliche Gefahrstoffproblematik mit sich bringen.

3R	– Gefährlich für das Auge.	– Anzeigepflicht von Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4.	– Alte Klasse 3B (im sichtbaren Wellenlängenbereich erweitert)
3B	– Gefährlich für das Auge und im oberen Leistungsbereich auch für die Haut. – Die Betrachtung diffuser Reflexionen kann ebenfalls gefährlich werden, wenn der Betrachtungsabstand unter 13 cm und die Beobachtungszeit über 10 s liegt.	– Bestellung von Laserschutzbeauftragten. – Möglichkeit des unbeabsichtigten Strahlens verhindern. – Direkte Bestrahlung der Augen vermeiden. – Strahl am Ende des zweckbestimmten Weges nach Möglichkeit begrenzen (z.B. Stellwand).	– Alte Klasse 3B ohne neue Klasse 3R
4	– Sehr gefährlich für das Auge und gefährlich für die Haut bei jeglicher Art von Exposition. – Brand- oder Explosionsgefahr.	– Geräte in einem gesonderten, gekennzeichneten Bereich aufstellen. – Spiegelnde Gegenstände entfernen oder abdecken. – Laserschutzbrillen und Schutzkleidung tragen. – Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren besonders bei Klasse 4.	– Alte Klasse 4

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.15
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.15
- Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (OStrV)
- B 2.3.3 Schutzbrillen

Fachinformationen

C 7.5.5 Elektromagnetische Felder

Niederfrequente elektrische und magnetische Felder¹ oder hochfrequente elektromagnetische Felder² entstehen überall dort, wo elektrische Spannungen oder Ströme auftreten. Im Laboratorium werden z.B. große Kryomagnete in der Kern-Resonanz-Spektroskopie oder hochfrequente Felder zum Erwärmen oder Trocknen von Substanzen eingesetzt.

Bei den Gefährdungen muss zwischen den thermischen³, den nichtthermischen⁴ und den mittelbaren⁵ Einwirkungen unterschieden werden.

Zum Schutz der Beschäftigten vor allem von Personen mit metallischen Implantaten oder Herzschrittmachern müssen die Expositionen ermittelt und Expositionsbereiche⁶ festgelegt werden. Hier müssen Zugangsbeschränkungen und Absperrungen mit Kennzeichnungen vorgesehen werden.

Ein Quenchen⁷ von Kryomagneten muss verhindert werden.

¹ Niederfrequente elektrische und magnetische Felder (0 bis 100 kHz) treten überall dort auf, wo elektrische Energie erzeugt, transportiert oder angewendet wird. Im Labor sind dies vor allem starke Elektromagnete oder die Felder der Stromversorgung.

² Hochfrequente elektromagnetische Felder (>100 kHz bis 300 GHz) werden vor allem zum Erwärmen von Reaktionsgemischen, Aufschließen von Proben und zum Trocknen oder Veraschen von Substanzen eingesetzt.

³ Die thermischen Effekte, d.h. die Erwärmung von biologischer Materie, werden durch die sog. dielektrischen und ohmschen Verluste beschrieben. Bei den thermischen Wirkungen sind besonders die Augenlinsen gefährdet, da sie nicht durchblutet werden und somit die zugeführte Energie nur schlecht abgeführt werden kann.

⁴ Nichtthermische Effekte können vor allem Reizwirkungen an Muskel- und Nervenzellen, Veränderungen der Zellteilungsfrequenz oder der Hormonproduktion sein.

⁵ Zu den mittelbaren Gefährdungen gehören:

- Versagen elektronischer Einrichtungen
- Funktionsstörungen an Herzschrittmachern
- hohe Berührungsspannungen an Empfangsgebilden
- Funkenentladungen und Entladeströme

⁶ Die Expositionsbereiche werden nach zunehmender Expositionshöhe festgelegt:

- Expositionsbereich 2: z.B. allgemein zugängliche Bereiche, Büro- und Sozialräume
- Expositionsbereich 1: z.B. Arbeitsstätten, d.h. vom Arbeitgeber überprüfbare Bereiche
- Bereich erhöhter Exposition: räumlicher Bereich, in dem die zulässigen Werte des Expositionsbereiches 1 für Dauereexposition überschritten werden
- Gefahrenbereich: räumlicher Bereich, in dem eine unzulässige Exposition auftreten kann

⁷ Unter „quenchen“ versteht man den plötzlichen Übergang eines Supraleiters vom supraleitenden in den normalleitenden Zustand. Bei Kryomagneten kann das z.B. passieren, wenn die Kühlung ausfällt bzw. nicht genug Kühlmittel aufgefüllt wurde.

Durch das Quenchen entsteht sehr viel Wärme und es kommt zum Verdampfen großer Mengen an flüssiger tiefkalter Gase (Kühlmittel) innerhalb kurzer Zeit. Zu Gefährdungen können der Druckstoß durch den entstandenen Überdruck und der sinkende Sauerstoffgehalt durch das verdampfende Gas führen.

Darüber hinaus sind die entsprechenden Vorschriften⁸ einzuhalten.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 5.2.25
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 5.2.25
- C 5.2.4 Mikrowellengeräte

⁸ Soweit Versicherte den unmittelbaren bzw. mittelbaren Wirkungen elektrischer, magnetischer oder elektromagnetischer Felder ausgesetzt sind, gilt die Unfallverhütungsvorschrift „Elektromagnetische Felder“ (DGUV Vorschrift 15).

Fachinformationen

C 7.6 Pipetten

C 7.6.1 Überblick

Pipetten sind für Analysearbeiten im Labor unverzichtbare Präzisionsgeräte, die das Dosieren kleinster Flüssigkeitsmengen im Mikroliterbereich ermöglichen. Sichere Analyseergebnisse aber auch die eigene Gesundheit hängen stark von der richtigen Auswahl, Bedienung, Kalibrierung und Pflege der Pipetten ab.

Häufiges und langes Pipettieren oder ein erhöhter Kraftaufwand¹ können schnell zu schmerzhaften Erkrankungen an Händen, Ellenbogen oder Schultern führen, die sogar chronisch werden können. Verwenden Sie deshalb ergonomische Pipettiersysteme und gestalten Sie Ihren Arbeitstag möglichst abwechslungsreich.

Eine sachgerechte und hygienische Bedienung schützt außerdem vor gefährlichen Kontaminationen.

Selbstverständlich wird bei Glaspipetten niemals mit dem Mund pipettiert, sondern nur mit Pipettierhilfen.

Querverweise

Zu dieser Seite gibt es keine Querverweise.

¹ Mechanische Pipetten erfordern im Schnitt Bedienkräfte von bis zu 12 kg pro Pipettenzyklus. Betrachtet man die oft sehr hohe Anzahl an Pipettenzyklen pro Tag, ist dieser Kraftaufwand für die Hände, insbesondere Daumen, sehr hoch. Durch eine ergonomischere Bauart der Pipetten lässt er sich jedoch deutlich reduzieren.

Fachinformationen

C 7.6.2 Ergonomische Pipettiersysteme

Bei der Auswahl eines geeigneten Pipettiersystems sollten Sie die Art¹ der Versuchsdurchführung, die zu pipettierende Flüssigkeit und den gewünschten Volumenbereich beachten.

Darüber hinaus sollten alle Pipettiersysteme grundlegende ergonomische² Merkmale besitzen, die Ihnen das Pipettieren erleichtern und Erkrankungen vorbeugen. Dazu gehören:

- ein komfortabler Handgriff für Rechts- und Linkshänder mit runden Kanten, geringem Gewicht, kleinen Hubwegen und einer entspannten Halterung ohne Verlust der Genauigkeit,
- geringe Spitzenabwurfkräfte³ und geringe Federkräfte.

Empfehlenswert sind z.B. magnetunterstützte Pipetten, die die Kräfte zum Erfühlen und Halten des Nullpunktes verringern oder elektronische Pipetten.

Querverweise

- TRGS 526 Laboratorien, Abschnitt 4.20.1
- DGUV Information 213-850 Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Abschnitt 4.20.1

¹ Bei der Auswahl einer geeigneten Pipette sollten Sie u.a. die Anzahl der benötigten Probenahmen berücksichtigen: So sind Einkanalpipetten für eine bzw. wenige Proben geeignet, während Mehrkanalpipetten für lange Versuchsreihen in Kolonnen mit dem gleichen Flüssigkeitsvolumen verwendet werden.

² Ergonomie ist die Wissenschaft zur Optimierung der Arbeitsbedingungen. Dabei sollen technische Betriebsmittel wie Pipetten und organisatorische oder persönliche Arbeitsmaßnahmen immer an die Bedarfe des arbeitenden Menschen angepasst werden, um gesundheitliche Schäden zu vermeiden.

³ Geringe Spitzenabwurfkräfte werden durch kleine und hochwertige Dichtungen erzielt. Durch eine definierte Stoppkante weiß der Anwender außerdem genau, wann die Spitze sitzt.

Fachinformationen

C 7.6.3 Hygieneregeln beim Pipettieren

Beim Umgang mit Pipetten sollten grundlegende Hygieneregeln befolgt werden.

Das Pipettieren mit dem Mund – auch unter Verwendung eines Wattenstopfens – ist verboten. Benutzen Sie in jedem Fall geeignete Pipettierhilfen¹.

Vermeiden Sie soweit möglich die Bildung von Aerosolen². Drücken Sie besonders bei biologischen Arbeitsstoffen ab Sicherheitsstufe 2 nie den letzten Tropfen aus einer mechanischen Pipette, da sonst der Flüssigkeitsfilm an der Spitze platzt. Lassen Sie die Pipette langsam auslaufen und streifen³ Sie sie sorgfältig ab, um ein Nachtropfen⁴ zu vermeiden.

Halten Sie die Pipette immer mit der Spitze nach unten und berühren Sie diese nicht mit der Hand.

Eine gründliche Sterilisation⁵ bzw. Reinigung ist besonders wichtig. Immer häufiger werden auch Einwegpipetten eingesetzt.

Querverweise

- C 2.4 Verbreitungsmechanismen
- C 2.5.4 Schutzstufe 2
- C 2.5.6 Schutzstufen 3-4
- C 7.3.3 Sterilisationsautoklaven

¹ Eine häufig verwendete Pipettierhilfe ist der Accu-Jet.

² Aerosole sind kleinste, in die Luft geschleuderte Flüssigkeitstropfen und Partikel, die mit der Luft transportiert werden und die Lungen belasten können. Diese weit verbreitete Ursache für Laboratoriumsinfektionen entsteht beim Pipettieren z.B. durch zu schnelles Herausziehen einer Pipette aus der Flüssigkeit oder, wenn Flüssigkeiten, die Luftbläschen enthalten, unter Druck durch die Pipettenspitze ausgepresst werden.

Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen ab Sicherheitsstufe 2 müssen deswegen alle Arbeiten, bei denen Bioaerosole entstehen, in den entsprechenden Sicherheitswerkbanken durchgeführt werden (vgl. [Kapitel C 2.5.4 Schutzstufe 2](#), [Kapitel C 2.5.3 Schutzstufen 3-4](#)).

³ Das Abstreifen geschieht am Innenrand des Behältnisses. Wenn Sie die Pipette in ein Reagenzglas entleeren, sollten Sie sie ebenfalls an den Gefäßrand halten, um die Gefahr der Aerosolbildung zu verringern.

⁴ Zusätzlichen Schutz bietet gegebenenfalls eine saugfähige, mit Desinfektionsmittel befeuchtete Arbeitsunterlage, die fallende Tropfen absorbiert.

Eine stark tropfende Pipette kann auch ein Anzeichen für einen undichten oder zerkratzten Arbeitskonus bzw. einen beschädigten Kolben sein. Dann müssen die betreffenden Bestandteile ersetzt werden. Ist der Kolben nur verschmutzt, muss er gesäubert und nachgefettet werden.

⁵ Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen ab Sicherheitsstufe 2 müssen Sie gebrauchte Pipetten sofort in Behältern entsorgen, die mit einem entsprechenden Desinfektionsmittel gefüllt sind. Beachten Sie, dass Pipetten durch das Eintauchen in die Flüssigkeit auch auf der Außenseite kontaminiert sind.

Zusätzlich werden die Pipetten im Sterilisationsautoklaven inaktiviert. Auch Einwegpipetten mit potenziell infektiösen Flüssigkeiten werden sterilisiert und anschließend ordnungsgemäß entsorgt.

(Vgl. [C 7.3.3 Sterilisationsautoklaven](#))

Fachinformationen

C 7.7 Übungen

C 7.7.1 Zentrifugen

Jetzt sind Sie gefragt: Beurteilen Sie die folgenden Aussagen zum Thema Zentrifugen.

Falsch

Ultrazentrifugen dürfen nur in Schutzkammern betrieben werden.

Richtig

Zentrifugen müssen gleichmäßig beladen werden.

Falsch

Für alle Zentrifugen muss ein Betriebsbuch geführt werden.

Richtig

Für Zentrifugen muss eine Betriebsanweisung erstellt werden.

Richtig

Wenn im Innenraum von Zentrifugen eine explosionsfähige Atmosphäre entstehen kann, dürfen die Geräte nur mit Inertisierung betrieben werden.

Fachinformationen

C 7.7.2 Druckgeräte

Sie wollen eine Reaktion mit unbekanntem Reaktions-, Druck- und Temperaturverlauf mit Benzol durchführen. Welche Apparaturen können Sie benutzen?

Mögliche Antworten

- Druckbehälter im Laborraum
- Druckbehälter in Autoklavenkammer
- Versuchsautoklav im Laborraum
- Versuchsautoklav in Autoklavenkammer
- Sterilisationsautoklav

Richtig

- Versuchsautoklav in Autoklavenkammer

Fachinformationen

C 7.7.3 Röntgenstrahlung

Welche Schutzmaßnahmen müssen erfüllt sein, damit ein Labormitarbeiter den Kontrollbereich von Röntgeneinrichtungen betreten darf?

Mögliche Antworten

- Besondere Schutzkleidung wie Bleischürze und Handschuhe
- Laborkittel ist ausreichend
- UV-Schutzbrille
- Für die Mitarbeiter darf die effektive Dosis 20 mSv im Kalenderjahr nicht überschreiten.
- Die effektive Personendosis liegt i.d.R. unter 21 mSv im Kalenderjahr.
- Filmdosimeter
- Unterweisung
- Einmalige ärztliche Untersuchung
- Jährliche ärztliche Untersuchung
- Kontaminationsmessung

Antwort

- Besondere Schutzkleidung wie Bleischürze und Handschuhe
- Für die Mitarbeiter darf die effektive Dosis 20 mSv im Kalenderjahr nicht überschreiten.
- Filmdosimeter
- Unterweisung
- Jährliche ärztliche Untersuchung

Fachinformationen

C 7.7.4 Richtig Pipettieren

Welche der folgenden Aussagen zum Pipettieren sind richtig, welche falsch?

Richtig

Aufgrund ihrer ergonomischen Merkmale sind magnetunterstützte oder motorbetriebene Pipetten empfehlenswert.

Richtig

Häufiges, lang andauerndes Pipettieren kann zu Sehnenscheidenentzündungen führen.

Falsch

Die Flüssigkeiten sollten möglichst unter Druck durch die Pipettenspitze ausgepresst werden.

Richtig

Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen ab Sicherheitsstufe 2 müssen Pipetten in einem Abwurfbehälter mit Desinfektionsmittel gesammelt und im Sterilisationsautoklaven inaktiviert werden.

Richtig

Benutzte Pipettenspitzen sollten nicht mit der bloßen Hand berührt werden.