

Richtlinie

Umgang mit tiefkalt verflüssigten Gasen («Kryo-Gase») und Trockeneis

Tiefkalt verflüssigte Gase («Kryo-Gase» wie beispielsweise flüssiger Stickstoff oder flüssiges Helium) und Trockeneis werden als Kühlmittel häufig in Laboratorien der ETH Zürich verwendet. Vorliegende Gasrichtlinie umfasst die wichtigsten gesetzlichen und betrieblichen Vorgaben, um ein sicheres Arbeiten mit Kryo-Gasen und Trockeneis an der ETH Zürich zu ermöglichen.



1) Einleitung	3
2) Gesetzliche Grundlagen	3
3) Geltungsbereich	4
4) Begriffe	4
5) Risikobeurteilung – S T O P Prinzip	4
6) Technische und bauliche Anforderungen (T)	5
6.1 Allgemeine Anforderungen an Räume mit Kryo-Gasen	6
6.2 Anforderungen an Abfüll-Stationen und Gasvernetzungen	6
6.2.1 Allgemeine Anforderungen an Abfüll-Stationen und Gasvernetzungen von Kryo-Gasen ...	6
6.2.2 Zusätzliche Anforderungen an Gasvernetzung für flüssiges Helium	6
6.3 Gasüberwachung.....	6
7) Organisatorische Anforderungen (O)	7
7.1 Kennzeichnung	7
7.2 Schulung / Instruktion	7
7.3 Anleitungen	7
7.4 Inbetriebnahme, Wartung und Instandhaltung	7
8) Persönliche Schutzausrüstung - PSA (P)	8
9) Umgang mit Kryobehältern / Arbeiten mit Kryo-Gasen und Trockeneis	8
9.1 Allgemeine Regeln.....	8
9.2 Zusatzregeln für Abfüll-Stationen, Gasvernetzungen und Rampen	9
9.3 Defekte Kryobehälter / defekte Gasinstallationen	9
10) Bezug von Kryo-Gasen und Trockeneis	9
10.1 Allgemeine Regelungen.....	9
10.2 Bezug von Trockeneis	9
11) Lagerung von Kryobehältern	9
11.1 Allgemeine Anforderungen	9
11.2 Bauliche Anforderungen an Lagerräume.....	9
11.3 Zusatzanforderungen an Lager für brennbare Kryo-Gase	10
11.4 Zusatzanforderungen an Lager für Trockeneis	10
12) Transport von Kryobehältern	10
13) Audits / Kontrollen	10

1) Einleitung

Tiefkalt verflüssigte Gase («Kryo-Gase» wie beispielsweise flüssiger Stickstoff oder flüssiges Helium) und Trockeneis werden als Kühlmittel häufig in Laboratorien der ETH Zürich verwendet. Die meisten dieser Gase sind farb-, geruch- und geschmacklos beim Verdampfen. Obwohl die meisten Kryo-Gase chemisch inert sind, bergen sie auch Gefahren:

- **Kälteverbrennung / Erfrierung:** Durch die extreme Kälte wird menschliches Gewebe sehr schnell geschädigt.
- **Materialschädigung:** Durch die tiefen Temperaturen verändern sich Materialeigenschaften. Metalle werden in der Regel viel härter, andere Materialien wie Gummi, Plastik, Stahl werden spröde und können zerbrechen.
- **Kondensation:** Durch Ausfrieren von Luftfeuchtigkeit können Funktionsstörungen, z.B. von Sicherheitseinrichtungen, Manometern, etc. verursacht werden. Bei allen tiefkalten Gasen, deren Siedetemperatur unterhalb der von Sauerstoff (-183°C) liegt, besteht die Gefahr, dass Sauerstoff aus der Luft einkondensiert wird. Durch diese Sauerstoffanreicherung erhöht sich die Brandgefahr.
- **Berstgefahr:** Beim Verdampfen expandiert das Gas enorm. Aus einem Liter flüssigem Stickstoff entstehen fast 700 Liter Gas! Geschieht die Expansion in geschlossenen Behältern, führt dies zu einem starken Druckanstieg und u.U. zum Bersten des Behälters.
- **Erstickungsgefahr:** Die Verdampfung grösserer Mengen Kryo-Gas (ausser Sauerstoff) in einem geschlossenen Raum verdrängt den Sauerstoff in der Atemluft, was zu Erstickungsgefahr führen kann.
- **Brand- und Explosionsgefahr:** Sauerstoff ist brandfördernd; Wasserstoff kann beim Verdampfen mit der Luft explosionsfähige Mischungen ergeben.

Diese Gasrichtlinie umfasst die wichtigsten gesetzlichen und betrieblichen Vorgaben, um ein sicheres Arbeiten mit Kryo-Gasen und Trockeneis an der ETH Zürich zu ermöglichen.

2) Gesetzliche Grundlagen

Folgende Dokumente bilden die gesetzliche Grundlagen für den Umgang mit Gasen:

- Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV)
- Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG) mit Artikel 82
- Produktesicherheitsgesetz und Produktesicherheitsverordnung
- Druckgeräteverwendungsverordnung (832.312.12)
- EKAS-Richtlinie «Druckgeräte» (Nr. 6516)
- SUVA-Publikation «Gasflaschen - Lager, Rampen, Gasverteilssysteme» (Nr. 66122)
- SUVA-Publikation «Grenzwerte am Arbeitsplatz» (Nr.1903)
- SVS-Publikation «Füllen und Gebrauch von ortsbeweglichen Kryobehältern mit einem Fassungsvermögen bis zu 1000 L für tiefkalt verflüssigte, nicht brennbare Gase» (RG553)
- VKF-Vorschriften
- Wegleitung zu VO 3 und 4 Arbeitsgesetz

Die unter Druck stehende Kryobehälter haben der Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR) und der Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn (RSD) zu entsprechen. Offene, drucklose Kryobehälter müssen Betriebssicher sein, d.h. sie dürfen keine Dellen und andere Beschädigungen aufweisen.

Die gesetzlichen Grundlagen stellen die Mindestanforderungen dar. Je nach Situation können strengere Regelungen und zusätzliche Massnahmen erforderlich sein.

3) Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für alle Angehörigen der ETH Zürich (Mitarbeitende, Studierende, Lernende, Stipendiaten, Gastwissenschaftler) sowie für Spin-Offs und Drittfirmen, welche in Räumlichkeiten der ETH Zürich tätig sind. Abweichungen von dieser Richtlinie bedürfen einer individuellen Risikobeurteilung sowie einer schriftlichen Genehmigung durch die Abteilung SGU (→ [Antrag Gasvernetzung / Gasinstallation](#))

Für Gase, die als Kältemittel eingesetzt werden (z.B. Ammoniak, CO₂), sowie für ortsfeste Tankanlagen für Kryo-Gase gelten teilweise abweichende oder ergänzende Bestimmungen. Bei der Planung solcher Anlagen ist vorgängig SGU beizuziehen.

Wichtig: Zum Thema Druckgasflaschen existiert ein separates Dokument (→ [Gasrichtlinie](#)).

4) Begriffe

Tiefkalt verflüssigtes Gas / Kryo-Gas

Gas, das auf eine Temperatur deutlich unterhalb seines Siedepunktes abgekühlt wurde.

Kryobehälter

Ortsbeweglicher vakuum-isolierte Behälter für tiefkalt verflüssigte Gase mit max. Inhalt bis 1000 Liter, z.B. Dewar-Gefässe (drucklos oder unter Druck), einschliesslich Aufbewahrungsbehälter für biologische Proben.

Angeschlossener Kryobehälter

Kryobehälter, der direkt mit einer Apparatur oder einer Gasvernetzung verbunden ist.

Reservebehälter

Kryobehälter, der nicht angeschlossen ist, die aber für einen ungehinderten Betrieb einer Apparatur oder Gasvernetzung vor Ort bereitsteht.

Lager

Aufbewahrungsort von nicht angeschlossenen Kryobehältern.

Rampe

Fest installierte Anlagenteile, die zwei oder mehr Anschlussmöglichkeiten für Kryobehälter aufweisen.

Gasvernetzung

Verbindungsleitungen (incl. Armaturen) zwischen Kryobehälter(n) oder Rampe(n) und einer Apparatur oder Entnahmestelle(n).

Zentrale Gasversorgung

Gasvernetzung für ganze Gebäude oder Gebäudeteile.

Abfüll-Station

Entnahmestelle für Kryo-Gase.

5) Risikobeurteilung – S T O P Prinzip

Kryobehälter, Abfüll-Stationen, Apparaturen, Rampen und Gasvernetzungen für tiefkalt verflüssigte Gase sind so zu installieren und zu betreiben, dass der Schutz von Personen, Sachwerten und der Umwelt gewährleistet ist. Die erforderlichen Schutzmassnahmen richten sich nach dem Ausmass der

Sicherheit, Gesundheit und Umwelt

Gefährdung durch die angeschlossenen bzw. gelagerten Behälter. Standort und spezifische Eigenschaften des Gases müssen hierbei berücksichtigt werden.

Zur Beurteilung der Risiken bei der Verwendung und Lagerung von Kryo-Gasen wird folgendes angenommen («worst case»):

- Das grösste Gebinde jedes Gases läuft aus.
- Die Freisetzung des Gases erfolgt schlagartig.
- Das Gas verteilt sich gleichmässig im Raum.
- Die künstliche Lüftung wird nicht berücksichtigt.

Um das Risiko das von Kryo-Behältern, Rampen und Gasvernetzungen ausgeht, zu minimieren, wird gemäss dem S T O P - Prinzip vorgegangen. Die Wirksamkeit von Massnahmen nimmt dabei von oben nach unten ab.

S	Substitution	1. Priorität
T	Technische Massnahmen	2. Priorität
O	Organisatorische Massnahmen	3. Priorität
P	Persönliche Massnahmen	4. Priorität

Somit ist die effektivste Massnahme immer die Substitution eines gefährlichen Gases durch ein ungefährliches oder die Verwendung eines anderen, weniger gefährlichen Prozesses. Falls das nicht möglich ist, wird die Gasmenge reduziert.

Ereignisse (z.B. Brand) in Labors lassen sich mit zumutbarem Aufwand nicht ausschliessen, deshalb sind die Auswirkungen zu minimieren und auf ein Labor (Brandabschnitt) zu begrenzen. Hierbei gilt:

- **Das Risiko einer Explosion (chemisch und physikalisch) muss praktisch Null sein.** (mögliche Konzentration von brennbaren Gasen unter UEG (Untere Explosionsgrenze) bzw. keine Zündquellen im Raum vorhanden; Druckentlastung gegen Druckanstieg beim Verdampfen)
- **Gesundheitsgefährdung von Personen werden nicht akzeptiert.** Für die Beurteilung der Gesundheitsgefährdung wird der MAK-Wert als Grundlage genommen.
- **Erstickung von Personen wird nicht akzeptiert.** Bei nichtbrennbaren, inerten Gasen muss die Sauerstoffverdrängung berücksichtigt werden. Als Grenzwert gilt 18%Vol Sauerstoff.

6) Technische und bauliche Anforderungen (T)

- Kryobehälter, Abfüll-Stationen, Rampen und Gasvernetzungen, inkl. Apparaturen, welche mit Kryo-Gasen betrieben werden (z.B. NMR, MRI, Kryostate etc.) sind überflur aufzustellen bzw. zu installieren. Ist dies nicht möglich, sind besondere Schutzmassnahmen nötig, um die gleiche Sicherheit zu gewährleisten.
- Der Aufstellort für Kryobehälter, Abfüll-Stationen, Rampen und Gasvernetzungen und Apparaturen mit Kryo-Gasen ist so zu wählen, dass sich ausströmende Gase nicht unkontrolliert ausbreiten und in gefährlicher Menge ansammeln können (bei schweren Gasen problematisch z.B. Keller, Gruben, Schächte, tiefer liegende Räume).
- Lager, Abfüll-Stationen, Rampen und Gasvernetzungen, Apparaturen inkl. aufzusetzende Armaturen sind so anzuordnen, dass sie für Bedienung, Kontrolle und Revision sowie für das Kühlen und die Brandbekämpfung gut zugänglich sind.

6.1 Allgemeine Anforderungen an Räume mit Kryo-Gasen

- Räume, in denen Kryo-Gase verwendet oder gelagert werden, sind ausreichend zu lüften.
 - **natürliche Belüftung:** Entweder Raumvolumen $> 4000 \text{ m}^3$ oder Räume über Erdboden mit mindestens zwei nicht verschliessbaren, ins Freie führende Öffnungen von jeweils mindestens 20 cm^3 pro m^2 Bodenfläche, die entsprechend der Dichte der Gase angeordnet sind.
 - **künstliche Belüftung:** mind. 3-5 facher Luftwechsel pro Stunde, Anschluss an die Chemie-Abluft, Boden- oder Decken-Absaugung je nach Dichte des Gases.
- Für Räume, die unterflur liegen, ist eine künstliche Belüftung zwingend.
- Kryobehälter und Apparaturen mit Kryo-Gasen sind vor übermässiger Erwärmung, mechanischer Beschädigung und Umfallen zu schützen.
- Ein Aufstellen von Kryobehältern in Fluchtwegen ist unzulässig.

6.2 Anforderungen an Abfüll-Stationen und Gasvernetzungen

Abfüll-Stationen und Gasvernetzungen dürfen nur durch fachkundiges Personal ausgelegt und erstellt werden. Der Aufbau von «fliegenden» Gasvernetzungen mit ungeeigneten Schläuchen o.ä. ist nicht gestattet. Zur Installation einer festen Gasvernetzung muss ein Bauantrag über das Meldeportal gestellt werden (<https://gmis.ethz.ch/>).

6.2.1 Allgemeine Anforderungen an Abfüll-Stationen und Gasvernetzungen von Kryo-Gasen

- Abfüll-Stationen für Kryo-Gase sind auf geeignete Weise gegen unbefugten Zutritt zu sichern.
- Gasvernetzungen und Apparaturen müssen so ausgelegt werden, dass sie den Eigenschaften der verwendeten Gase entsprechen. Für alle Bestandteile muss geeignetes Material verwendet werden (erfordert von der Herstellerfirma ein Materialverträglichkeitszertifikat).
- Gasvernetzungen müssen mindestens für den höchstmöglichen Betriebsdruck und die tiefstmögliche Temperatur ausgelegt sein.
- Innerhalb der Gasvernetzung oder Apparatur sind Druckentlastungseinrichtungen mit genügend grossem Durchmesser einzusetzen (z.B. Quench-Leitung). Austretende Fluide (Gas, tiefkalte Flüssigkeit) müssen gefahrlos i.d.R. nach Aussen abgeführt werden.
- Rohrleitungen von Gasvernetzungen sind in geeigneter Weise mit dem Namen und der Fliessrichtung des Gases zu kennzeichnen, insbesondere in Bereichen von Durchführungen, Abzweigungen und Armaturen.
- Aufzusetzende Armaturen müssen immer gut zugänglich sein und vor Beschädigung geschützt werden.

6.2.2 Zusätzliche Anforderungen an Gasvernetzung für flüssiges Helium

Wenn möglich, sollen Gasvernetzungen und Apparaturen mit flüssigem Helium an das Helium-Rückgewinnungs-System angeschlossen werden.

6.3 Gasüberwachung

Gaswarnanlagen sind in allen Räumen an der ETH, in denen Kryo-Gase gelagert oder gehandhabt werden, und bei denen durch den Austritt dieser Gase eine Gefährdung von Personen oder Tieren entstehen kann, vorgesehen. Dies betrifft beispielsweise Labore, Werkstätten, Abfüll- und Lagerräume für flüssigen Stickstoff, Tieranlagen und Kälteanlagen.

Zur Beurteilung des Risikos wird folgendes «worst-case» Szenario angenommen:

- Das grösste im Raum vorhandene Gebinde läuft vollständig aus.
- Die Freisetzung des Gases / Dampfes erfolgt schlagartig.
- Das Gas / der Dampf verteilt sich gleichmässig im gesamten Raumvolumen.

- Die künstliche Abluft wird nicht berücksichtigt (Ausnahmefall: sie ist redundant ausgeführt und auch bei Stromausfall verfügbar).

Für jedes einzelne der im Raum vorhandenen Gase / Dämpfe muss folgende Überlegung durchgeführt werden:

- Kann sich ein explosionsfähiges Gemisch bilden?
Richtwert: Erreichen der Unteren Explosionsgrenze(UEG)
- Besteht die Gefahr von Gesundheitsschäden von Personen oder Tieren?
Richtwert: MAK-Wert
- Kann der Sauerstoffgehalt im Raum unter 18% Vol fallen oder auf über 23% Vol steigen?

Wird mindestens eine dieser drei Fragen für ein Gas mit «ja» beantwortet, wird für das betreffende Gas eine Gasüberwachung notwendig. An der ETH wird die Gasüberwachung im Regelfall mittels fest installierter Gaswarnanlagen realisiert (<https://gmis.ethz.ch/>). Soll auf den Einbau einer solchen Gaswarnanlage verzichtet werden, ist zwingend eine Ausnahmegewilligung der SGU notwendig.

Eine Übersicht über die baulichen Anforderungen an Gaswarnanlagen, Alarmübermittlung und Grenzwerte sind im → «Merkblatt Gasüberwachung» zusammengestellt. Dort finden sich auch Angaben über Zuständigkeiten, die erforderliche Instruktion der Nutzer sowie zu Wartung und Service solcher Anlagen.

7) Organisatorische Anforderungen (O)

7.1 Kennzeichnung

Räume, in denen Kryo-Gase verwendet oder gelagert werden, müssen entsprechend gekennzeichnet werden (gelbes Warnsymbol «Kälte»). Kann in einem Raum durch Gasflaschen Erstickungsgefahr bestehen, ist dies ebenfalls zu kennzeichnen. Kryobehälter sind zusätzlich mit den entsprechenden Warnsymbolen der jeweiligen Gase (z.B. brennbar, oxidierend) zu kennzeichnen. Das Kennzeichnungsmaterial kann bei der SGU bezogen werden. Durchsuchen Sie unseren → «Katalog» und bestellen Sie bei stickers@ethz.ch.

7.2 Schulung / Instruktion

Alle Personen, die mit Kryo-Gasen arbeiten, müssen vor Aufnahme dieser Tätigkeit, sowie in angemessenen Zeitabständen, über die mit ihrer Arbeit verbundenen Gefahren sowie über die notwendigen Schutzmassnahmen geschult werden. Die Verantwortung für die Schulung sowie für die Überwachung der Massnahmen liegt beim jeweiligen Vorgesetzten (bzw. für Studierende beim Praktikumsleiter). Die erfolgte Instruktion muss dokumentiert werden.

Regelungen für die Instruktion bezüglich Gaswarnanlagen finden sich im entsprechenden → Merkblatt.

7.3 Anleitungen

Alle Organisationseinheiten, die Kryo-Gase lagern oder benützen, oder die Gasvernetzungen oder zentrale Gasversorgungen betreiben, sind dafür verantwortlich, dass dabei die erforderlichen Sicherheitsregeln eingehalten werden. Die dazu erforderlichen Anleitungen (Arbeitsregeln, Checklisten, etc.) müssen für die betroffenen Mitarbeiter vor Ort verfügbar sein.

7.4 Inbetriebnahme, Wartung und Instandhaltung

Feste Installationen dürfen nur durch fachkundige Personen ausgeführt werden. Vor Inbetriebnahme, nach einem Umbau oder einer Reparatur sind sämtliche Gasinstallationen gemäss den Regeln der Technik auf Dichtheit (über dem Betriebsdruck) zu prüfen. Diese Prüfungen sind zu dokumentieren.

Alle Anlagen müssen entsprechend ihrer Beanspruchung gemäss den Angaben des Herstellers revidiert werden. Die Instandhaltung ist durch fachkundiges Personal auszuführen. Die erforderlichen Anleitungen für die Instandhaltung müssen vor Ort verfügbar sein. Die durchgeführten Instandhaltungsarbeiten sind zu dokumentieren.

Nicht betriebsbereite Anlagen sind gegen unbeabsichtigte Inbetriebnahme zu sichern und entsprechend zu kennzeichnen.

8) Persönliche Schutzausrüstung - PSA (P)

Allen Personen, die mit Kryo-Gasen oder Trockeneis arbeiten, muss vom Arbeitgeber (Professur, Institut, etc.) geeignete, der Gefährdung angepasste persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu Verfügung gestellt werden, z.B. Schutzkleidung, Sicherheitsschuhe, Atemschutz, Schutzbrille / Face Shield oder Schutzhandschuhe. Die Kleidung muss locker anliegen und körperbedeckend sein. Offene Taschen, umgekrempelte Ärmel oder Hosenbeine sind unzulässig, Ringe, Armreifen, Armbanduhren etc. sind vor der Arbeit abzulegen. Die Verwendung der PSA ist durch den Vorgesetzten (für Studierende: durch den Praktikumsleiter) vorzuschreiben und zu überwachen.

9) Umgang mit Kryobehältern / Arbeiten mit Kryo-Gasen und Trockeneis

9.1 Allgemeine Regeln

- Es dürfen am Verbrauchsort (z.B. in Laboratorien oder Werkstätten) nur die Mengen Kryo-Gase bzw. Trockeneis vorhanden sein, die für den Betrieb notwendig sind (keine Lagerhaltung).
- Die Kryobehälter müssen so aufgestellt werden, dass die aufgesetzten Armaturen immer gut zugänglich sind und vor Beschädigung geschützt sind.
- Kryobehälter müssen immer gegen Umfallen und Wegrollen gesichert sein.
- Kryobehälter dürfen nie in der Nähe einer Wärmequelle (Radiator, Heizbäder, Öfen,...) aufgestellt werden.
- Die Betriebsanleitung der Kryobehälter muss verfügbar sein und ist zu beachten.
- Es sind ausschliesslich die jeweils für das entsprechende Gas zugelassenen Armaturen zu verwenden; die Verwendung von Übergangsventilen ist nicht gestattet. Für tiefkalten Sauerstoff dürfen nur absolut öl- und fettfreie Armaturen verwendet werden, die mit nicht brennbaren Dichtungen ausgestattet sind (zugelassen vom Schweizerischen Verband für Schweisstechnik).
- Das Arbeiten mit tiefkalt verflüssigten Gasen (speziell das Umfüllen) muss extrem vorsichtig geschehen. ACHTUNG: Tiefkalt verflüssigte Gase befinden sich bei Normaldruck i.a. im Siedezustand. Beim Umfüllen in Gefässe, welche noch Raumtemperatur haben, nimmt das Sieden extrem heftig zu!
- Kryo-Gase dürfen nur in speziell dafür ausgelegten Behältern gelagert werden (sonst Gefahr von Vereisung, Einkondensieren von Sauerstoff sowie Bildung von Überdruck). Haushaltsthermoskannen dürfen für tiefkalt verflüssigte Gase nicht verwendet werden.
- Nicht-isolierte Leitungen oder Behälter, in denen sich tiefkalt verflüssigte Gase befinden, dürfen niemals mit blossen Händen berührt werden.
- Die Lagerung oder Verwendung von flüssigem Sauerstoff in offenen Gefässen ist verboten.
- Beschädigte, spröde oder rissige Gasschläuche sind auszuwechseln.
- Der Anschluss von Kryobehältern an Gasvernetzungen, Apparaturen oder Rampen darf nur mit Hilfe von Checklisten erfolgen, welche Fehlmanipulationen durch den Benutzer ausschliessen sollen. Die Checklisten müssen gut sichtbar vor Ort angebracht werden. Vor der Inbetriebnahme einer Gasvernetzung, Apparatur oder Rampe muss das Hauptabsperrventil geschlossen sein. Bei der Inbetriebsetzung sind alle Ventile langsam und ruckfrei zu öffnen.
- Beim Arbeiten mit Kryo-Gasen oder Trockeneis ist stets die persönliche Schutzausrüstung zu tragen.

- Von allen verwendeten Gasen sind die Sicherheitsdatenblätter aufzubewahren und die darin enthaltenen Vorschriften zu beachten.

9.2 Zusatzregeln für Abfüll-Stationen, Gasvernetzungen und Rampen

- Kryobehälter dürfen beim Abfüllen nicht unbeobachtet bleiben. Die örtlichen Regelungen der Abfüll-Stationen sind zu beachten.
- Wird eine Kryo-Gasvernetzung oder Rampe über längere Zeit nicht benötigt, ist sie zu entlasten. Beim Entlasten sind die Gase gefahrlos abzuführen (Chemie-Abluft).
- Unbenützte Anschlüsse von Kryo-Gasvernetzungen sind zurückzubauen (Bauantrag: <https://gmis.ethz.ch/>) oder gegen Gasaustritt dicht abzuschliessen (Stopfen oder Kappe). Das alleinige Schliessen der Absperrrichtung gilt nicht als dichter Abschluss.

9.3 Defekte Kryobehälter / defekte Gasinstallationen

Defekte Kryobehälter und Gasinstallationen dürfen nicht weiter verwendet werden. Sie müssen als «defekt» gekennzeichnet und für die weitere Verwendung gesperrt werden. Defekte Kryobehälter müssen bis zur Abholung durch den Lieferanten an einem sicheren, gut belüfteten Ort gelagert werden.

Strömen grosse Mengen Kryo-Gas aus, ist sofort die Alarmzentrale der ETH (tel. 888) zu kontaktieren.

10) Bezug von Kryo-Gasen und Trockeneis

10.1 Allgemeine Regelungen

Kryobehälter für Labore und Werkstätten dürfen nur in der kleinstmöglichen Grösse verwendet werden. In Gebäuden, in denen zentrale Abfüll-Stationen für flüssigen Stickstoff oder flüssiges Argon zur Verfügung stehen, sind diese zu benutzen. Nutzer von Gebäuden, die über keine solche Abfüll-Station verfügen, können flüssigen Stickstoff über die → Gasverflüssigungszentrale des D-PHYS beziehen. Von der Gasverflüssigungszentrale können alle ETH-Nutzer auch flüssiges Helium beziehen.

10.2 Bezug von Trockeneis

Trockeneis kann an der ETH über den HCI-Shop bezogen werden.

11) Lagerung von Kryobehältern

11.1 Allgemeine Anforderungen

- Kryobehälter dürfen nicht zusammen mit leichtbrennbaren oder selbstentzündlichen Stoffen (Kartonschachteln, Lösemittel, etc.) gelagert werden.
- Eine Lagerung von Kryobehältern in Fluchtwegen ist verboten.
- Kryobehälter müssen stehend gelagert werden.
- In Lagern sind die vollen Kryobehälter von den leeren getrennt aufzustellen.

11.2 Bauliche Anforderungen an Lagerräume

- Lager müssen ausreichend belüftet sein (Anforderungen gemäss Kapitel 6.1).
- Lagerräume und Räume für den Anschluss von Kryobehältern für eine zentrale Gasversorgung sind als eigene Brandabschnitte auszubilden (EI 90, Türen EI 30). Alle Türen sind mit einem mechanischen Türschliesser zu versehen.
- In Lagerräumen ist der Fluchtweg sicherzustellen und zu kennzeichnen.
- Lager im Freien sind durch geeignete Massnahmen wie Umzäunungen gegen unbefugten Zugriff zu schützen.
- Kryobehälter müssen auch im Lager immer vor starker Erwärmung geschützt werden.

11.3 Zusatzanforderungen an Lager für brennbare Kryo-Gase

In Lagern für brennbare Kryo-Gase (z.B. Wasserstoff) sind die notwendigen EX-Schutz-Massnahmen zu treffen. Bei der Planung von solchen Lagern ist zwingend SGU beizuziehen.

11.4 Zusatzanforderungen an Lager für Trockeneis

Die Lagerung von Trockeneis sollte möglichst im Freien oder aber in gut belüfteten Räumen erfolgen. Eine Lagerung in Kühlräumen, Tiefkühlzellen o.ä. ist nicht gestattet.

12) Transport von Kryobehältern

Für den Transport von tiefkalt verflüssigten Gasen werden sowohl verschliessbare, für inneren Überdruck geeignete Druckgasbehälter (geschlossene Systeme) wie auch offene, drucklos betriebene Dewargefässe (offene Systeme) eingesetzt. Offene Behälter sind so zu transportieren, dass sie nicht umfallen oder herabfallen können; fahrbare Behälter müssen kippsicher sein. Bei offenen Behältern darf ein Deckel nur lose aufgelegt werden.

Ein Transport von Kryobehältern ist nur in Warenliften (grosse Behälter) oder über Treppenhäuser (kleine, tragbare Behälter) erlaubt. Ein gleichzeitiger Transport von Personen und Kryobehältern im Lift ist verboten.

Für den externen Transport (öffentliche Strasse) müssen die ADR / SDR-Richtlinien beachtet werden. Druckbehälter müssen wiederkehrend geprüft werden (wie auf dem Behälter angegeben, spätestens alle zehn Jahre bzw. fünf Jahre für die Druckentlastungseinrichtung). Behälter die den Anforderungen nicht genügen dürfen nicht versendet werden, ausser entleerte Behälter zu Entsorgungs- oder Prüfzwecken (→ Auftrag für Gefahrgut-Transport).

Dry-Shipper, die nach Bedienungsanleitung befüllt wurden, fallen nicht unter die Transportbestimmungen, da der Flüssigstickstoff vollständig absorbiert ist. Für den Versand von biologischen Proben werden daher solche Gebinde empfohlen. Kurierdienste wie World Courier stellen solche Dry-Shipper zur Verfügung.

13) Audits / Kontrollen

Die SGU behält sich vor (unangekündigte oder angekündigte) Inspektionen bei den einzelnen Instituten bzw. Arbeitsgruppen durchzuführen, um stichprobenartig die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften zu überprüfen.

ETH Zürich
Sicherheit, Gesundheit und Umwelt (SGU)
Sektion CABS

Telefon: +41 44 632 30 30
cabs@ethz.ch
www.sicherheit.ethz.ch →
Stand: 20.12. 2016