

Information zur Gefährdungsbeurteilung	<b>Druckgase, tiefkalte Gase und Vakuum</b>	universität freiburg
--	---	----------------------

Allgemeine Praxishilfen für den Umgang mit brennbaren Gasen finden sie z.B. unter folgendem Link der „VGB“:

[http://www.vbg.de/apl/arbhilf/unterw/73\\_umd.htm](http://www.vbg.de/apl/arbhilf/unterw/73_umd.htm)

<b>1</b>	<b>Allgemein</b>
<p>Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die Beschäftigten anhand der Betriebsanweisung über alle auftretenden Gefährdungen und entsprechenden Schutzmaßnahmen, vor Aufnahme der Beschäftigung und danach regelmäßig arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen unterwiesen werden. §12 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG).</p> <p>Der Flaschenwechsel sollte nur von Unterwiesenen Personen durchgeführt werden. Um einen Flaschenwechsel richtig auszuführen bietet die Stabsstelle Sicherheit einen Kurs zum sicheren Wechseln von Druckgasflaschen an. Dieser Kursinhalt kann innerhalb des Institutes weitervermittelt werden. Bei Fragen wenden sie sich an: <a href="mailto:sicherheit@uni-freiburg.de">sicherheit@uni-freiburg.de</a></p> <p>Da Gasflaschen in der Regel ein hohes Eigengewicht haben, empfiehlt es sich festes und geschlossenes Schuhwerk während des Flaschenwechsels und Transportes zu tragen.</p> <p>Die Nutzer der Gasflaschen müssen über die besonderen Gefahren der Gase und die zu treffende Sicherheitsvorkehrungen unterwiesen werden. Sie müssen über die zu treffenden Maßnahmen bei Unfällen und Störungen Kenntnis haben.</p> <p>Auf den Flaschen werden Gas Art, Füll- und Prüfdruck (ggf. Kontrolle des eingepprägten Füllgewichts in Abhängigkeit zum Prüfdruck), Flaschennummer, Baujahr, Bauartzulassung, Hersteller, Werkstoffkennzeichen und Gewicht aufgeführt. Achten sie bitte darauf das Ablaufdatum einer Flasche nicht zu überschreiten. Flaschen rechtzeitig umtauschen oder zurückgeben. Da Abgelaufene Flaschen nicht mehr transportiert werden dürfen, werden die Entsorgungskosten sehr hoch.</p>	
	
<b>2</b>	<b>Transport</b>
<p>Zum Transport von Einzelflaschen sollen z.B. Flaschenkarren oder Transportgestelle verwendet werden. Für die Universität gilt der Transport von Druckgasflaschen auf öffentlichen Straßen als Gefahrguttransport und muss als solcher deklariert werden. Die Gefahrgutverordnung (GGVSE) und die Vorschriften des ADR (Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße) werden beachtet. Wenden Sie sich rechtzeitig vor dem Transport bei der Stabsstelle Sicherheit, Umwelt und Nachhaltigkeit (SUN). Hier werden Ihnen die nötigen Informationen und Bescheinigungen ausgestellt.</p> <p><a href="mailto:kontakt@umweltschutz.uni-freiburg.de">kontakt@umweltschutz.uni-freiburg.de</a></p>	
<p>Beim Transport von Druckgasflaschen müssen Sicherheitsvorkehrungen beachtet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckgasflaschen gegen Stöße schützen.</li> <li>• Druckgasflaschen nicht werfen oder fallen lassen und nicht über den Boden rollen.</li> <li>• Druckgasflaschen möglichst einzeln in Karren oder Transportgestellen transportieren.</li> <li>• Druckgasflaschen nur mit geschlossenen Ventilen und aufgeschraubten Schutzkappen transportieren.</li> </ul>	

- Druckgasflaschen nicht gemeinsam mit leicht entzündlichem Ladegut transportieren.

In Fahrzeugen gilt

- Gasflaschen müssen sorgfältig transportiert werden und gegen Stoßen, Werfen und liegendes Rollen gesichert sein.
- Kleinmengengrenzen der Gefahrstoffverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE) beachten. Die Bruttomasse darf nicht überschritten werden. Bei der Zusammenladung unterschiedlicher Gefahrgüter auf einem Fahrzeug oder Anhänger sind die Bruttomassen mit den stoffspezifischen Faktoren zu ermitteln
- Für einen Krantransport der Flaschen müssen besondere, hierfür bestimmte Anschlagmittel eingesetzt werden.
- Der Transport von Druckgasflaschen mit Magnetkränen ist verboten.
- Gefüllte Gasflaschen müssen bei Transport, Lagerung und Einsatz vor übermäßiger Wärmeeinwirkung geschützt werden, da es sonst zu Drucksteigerungen in den Flaschen kommen könnte.
- Bei der Fahrt ist ein Feuerlöscher (Brandklasse A, B, C) mitzuführen. Das Fassungsvermögen des Löschers ist abhängig von der Masse des Fahrzeugs:
- Fahrzeuge mit gefüllten Druckgasflaschen nicht unbeaufsichtigt auf öffentlichen Straßen und Plätzen abstellen.
- Flaschen gegen Umkippen und Anstoßen beim Bremsen oder bei Kurvenfahrt sichern, z. B. durch fest an die Wagenwände angebrachte Gestelle mit lösbaren Bügeln oder Ketten.

Gasflaschen müssen vor großer Wärmeeinwirkung gesichert sein. Auf Grund der Hitze erhöht sich der Druck in der Flasche, was dazu führen kann, dass das Sicherheitsventil den Druck kontrolliert durch Ausstoß einer geringen Menge Gas ausgleicht.

Beim Transport in Aufzügen dürfen keine Personen mitfahren! Dies ist durch Schilder deutlich zu kennzeichnen. Darüber hinaus müssen die Mitarbeitenden im Haus von dieser Regel Kenntnis haben.

Sinkt der Sauerstoffgehalt der Atemluft um nur wenige Prozent, drohen Bewusstlosigkeit und Erstickten binnen Minuten. Würde z.B. flüssiger Stickstoff in einem Aufzug austreten, würde bereits aus 1Liter LN2 ca. 700 Liter Gas entstehen.



### 3 Lagerung

Druckgasflaschen sind dünnwandige mit Druck beanspruchbare Stahlbehälter. Durch unsachgemäßen Umgang mit Druckgasflaschen besteht eine erhöhte Brand-, Explosions- und Unfallgefahr. Daher ist das Betreten des Gasflaschenlagers durch Unbefugte untersagt. Rauchen und offenes Licht sind verboten, beides ist mit einem Hinweisschild neben dem Eingang zum Lager anzubringen.

Die Flaschen sind im Lager

- Nach Gasart getrennt
- Leere Flaschen übersichtlich von vollen Flaschen getrennt
- Immer mit geschlossenem Ventil und Schutzkappe versehen
- Gegen Umfallen gesichert



Information zur Gefährdungsbeurteilung	<b>Druckgase, tiefkalte Gase und Vakuum</b>	universität freiburg
--	---	----------------------

- Gegen Erwärmung geschützt

Die wichtigsten Vorschriften zum Lagern von Druckgasen finden sie auch in der TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“.

#### **4 Angeschlossene Gasflaschen am Arbeitsplatz**

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

Gasflaschenschränke stellen bei Aufstellung von Druckgasflaschen in Laboratorien die einzige Möglichkeit dar, diese gegen höhere Temperaturen im Brandfall sowie gegen Temperaturen über 50 °C im Normalfall (Sonneneinstrahlung) zu schützen und somit ein Bersten zu verhindern (besondere Schutzmaßnahme). Daher empfehlen wir einen Gasflaschenschrank zu installieren, wenn eine Lagerung außerhalb des Laboratoriums und das Verlegen von festen Rohrleitungen nicht möglich sind.

Die Anzahl an Druckgasflaschen ist zur Vermeidung von Gefahren zu minimieren. Sie sind möglichst außerhalb der Arbeitsräume aufzubewahren. Druckgasflaschen müssen nach Beendigung der Arbeiten aus dem Arbeitsbereich entfernt und - ebenso wie nicht benötigte - an einen sicheren Ort (z. B. Druckgasflaschenlager oder Sicherheitsschrank für Druckgasflaschen) gebracht werden. Auch das Verwenden von „kleinen“ Flaschen ( $\leq 10$  l Inhalt) sogenannten Lecture Bottles direkt im Abzug, ist eine gute Lösung um Gefahren zu minimieren.

In chemischen Laboratorien müssen dauerhaft genutzte Druckgasflaschen durch besondere Schutzmaßnahmen (z.B. Aufstellen im Gasflaschenschrank) im Brandfall vor zu starker Erwärmung geschützt werden. Eine dauerhafte Nutzung liegt z.B. bei der Gasversorgung von Messgeräten wie Gaschromatographen usw. vor.

Es kann zur Gesundheits- und Lebensgefährdung kommen, wenn durch Leckagen, Fehlbedienung, Unfälle usw. Gase in die Umgebungsluft ungewollt freigesetzt werden. Eine Überwachung und frühzeitige Warnung vor unerwünschten Gaskonzentrationen ist daher in vielen Arbeitsbereichen unverzichtbar. (DGUV Regel 109-002

<https://www.arbeitssicherheit.de/schriften/dokument/0%3A4989001%2C1.html>

Bei Störungen an lufttechnischen Anlagen müssen, sofern mit Luftverunreinigungen in gesundheitsgefährlichen Konzentrationen zu rechnen ist, die Arbeitsprozesse unterbrochen und Gefahrenbereiche sofort verlassen werden. Um die Gaszufuhr im Gefahrenfall schnell abstellen zu können, dürfen die Absperrrichtungen nicht zugestellt sein.

Armaturen, Manometer, Dichtungen und andere Teile für stark oxidierende Druckgase müssen frei von Fetten, Ölen und Glycerin gehalten werden. Sie dürfen auch nicht mit ölhaltigen Putzlappen oder fettigen Händen berührt werden, um ein reagieren des Gases zu vermeiden.

Gasflaschen im Labor sind gegen Umfallen zu sichern. Druckgasflaschen können z.B. durch Ketten, Rohrschellen oder Einstellvorrichtungen (auch fahrbare) gegen Umstürzen gesichert werden.

Die BetriebSichV fordert, dass für Arbeitsmittel vom Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen zu ermitteln sind.

<b>5 Tiefkalte Gase</b>
<p>5.1 Tätigkeiten mit tiefkalten Gasen sind arbeitsplatzbezogene und stoffspezifische Betriebsanweisungen vorhanden. Sämtliche Teile von Anlagen, Arbeitsmitteln und Werkzeugen, die mit tiefkalten flüssigen Gasen in Berührung kommen können, dürfen infolge der Temperatur der tiefkalten flüssigen Gase nicht verspröden. Kupfer, austenitische Stähle und manche Aluminiumlegierungen sind geeignete Werkstoffe. Bei den Kunststoffen ist PTFE unter bestimmten Bedingungen geeignet. Bei tiefkalten Oberflächen an Anlagen müssen Sie ähnlich wie bei heißen Oberflächen für einen Berührungsschutz sorgen.</p> <p>Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen müssen Betriebsanweisungen (stoffspezifische und/oder arbeitsplatzbezogene) durch die/den Vorgesetzten erstellt und den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden. ➔ Einzel- und Gruppenbetriebsanweisungen finden Sie auf der Webseite des AAU unter dem Punkt „Gefahrstoffe“.</p>
<p>5.2 Die/der Vorgesetzte muss geeignete persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung stellen (hier: u.a. Kälteschutzhandschuhe, Schutzbrille, Kälteschutzschürze, etc.).</p>
<p>5.3 Bei der Verwendung von erstickenden Gasen wie Stickstoff oder Helium kann es durch Sauerstoffmangel (Sauerstoffkonzentration &lt; 17 %) zu Ohnmacht und Erstickungstod kommen. Durch technische (Zwangsbelüftung, technische Lüftung, etc.) und organisatorische Maßnahmen (Reduzierung der verwendeten Gasmenge) muss eine ausreichend hohe Sauerstoffkonzentration gewährleistet werden.</p>
<p>5.4 In geschlossenen Behältern kann es durch verdampfendes Gas zu einem Druckaufbau kommen, der zu einem Bersten führen kann. Deshalb dürfen die Behälter nur mit lose aufliegendem Stopfen oder Deckel verschlossen werden, sodass ein Druckausgleich mit der Umgebung möglich ist.</p>
<p>5.5 Kryo-Behälter sind mit einem Sicherheitsventil ausgestattet. Lagerbehälter für tiefkalte verflüssigte Gase (Kryo-Behälter) benötigen zur Absicherung gegen Drucküberschreitung eine Sicherheitseinrichtung nach EN 13648 „Kryo-Behälter – Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung“.</p>
<p>5.6 Versprödete Gummidichtungen an Dewargefäßen (zwischen Isolierbehälter und Umhüllung) müssen sofort ausgetauscht werden. Sie können zu einem Zerspringen des Dewargefäßes und somit einem unkontrollierten Austreten des tiefkalt-verflüssigten Gases führen.</p>
<p>5.7 Flüssiger Stickstoff siedet bei -196 °C, während flüssiger Sauerstoff bei -183 °C siedet. Kommt Luft mit flüssigem Stickstoff in Berührung, kann Luftsauerstoff in den Stickstoff ein kondensieren und sich somit flüssiger Sauerstoff im Stickstoff anreichern. Dieser flüssige Sauerstoff setzt sich beim Kontakt mit brennbaren Stoffen explosionsartig um. Flüssigstickstoff sollte deshalb nicht längere Zeit in offenen Gefäßen gelagert werden, in denen ein Kontakt des flüssigen Stickstoffs mit Luft möglich ist. Nicht mehr benötigte Dewargefäße sollten entleert werden. Dabei keinesfalls den flüssigen Stickstoff zurück in den Vorratsbehälter füllen.</p>
<p>5.8 Es werden nur geeignete Gefäße eingefroren, um ein bersten zu verhindern.</p>
<p>5.9 Der gleichzeitige Transport von tiefkalt-verflüssigten Gasen und Personen in Fahrstühlen ist verboten, da es im Fall eines Gasaustritts im Aufzug zu einem Sauerstoffmangel kommen kann.</p>

Information zur Gefährdungsbeurteilung	<b>Druckgase, tiefkalte Gase und Vakuum</b>	universität freiburg
--	---	----------------------

<b>6</b>	<b>Vakuum</b>
6.1	Dünnwandige Glasgefäße dürfen nur evakuiert werden, wenn sie von der Form her dafür geeignet sind. Zum Evakuieren geeignete dünnwandige Glasgefäße sind beispielsweise Rundkolben, Spitzkolben und Kühler. Nicht geeignet sind beispielsweise Erlenmeyer- und Stehkolben.
6.2	Zum Schutz gegen umherfliegende Glassplitter infolge Implosion sind geeignete Maßnahmen zu treffen, z. B. die Verwendung von Schutzscheiben, Netzen, Lochblechen, Schutzvorhängen – gegebenenfalls auch auf der Rückseite der Apparatur – sowie Schutzhauben oder das Arbeiten im Abzug. Das Beschichten mit Kunststoff oder das Bekleben mit Folien hat sich beispielsweise bei Exsikkatoren und Saugflaschen bewährt.
6.3	Bei Vakuumdestillationen muss dafür gesorgt werden, dass kein Siedeverzug auftritt. Nicht kondensierte Dämpfe müssen auskondensiert oder auf sonstige Weise gefahrlos abgeführt werden. Die Apparaturen sind vor Beginn des Aufheizens zu evakuieren und erst nach dem Abkühlen zu belüften. Dies muss ohne Entfernen von Sicherheitseinrichtungen möglich sein. Besteht die Gefahr, dass sich der Destillationsrückstand in Gegenwart von Sauerstoff zersetzt, darf nur Inertgas zum Entspannen eingelassen werden. Bewährt haben sich zur Verhinderung von Siedeverzügen bei Vakuumdestillationen Rührer oder Kapillaren zum Durchsaugen von Luft oder inerten Gasen. Es können auch Vakuum-Siedesteine oder Siedeperlen verwendet werden.
6.4	Eine Sichtkontrolle vor jedem Evakuieren zeigt visuell erkennbare festigkeitsgefährdende Beschädigungen, beispielsweise sogenannte „Sternchen“, Kratzer, Abplatzungen („chips“), Knoten, Steinchen und Blasen sowie verbrannte Stellen.
6.5	Zur Verhinderung von Implosionen müssen außer Betrieb genommene Anlagen belüftet werden. Bei Vakuumdestillationen sind die Apparaturen vor Beginn des Aufheizens zu evakuieren und erst nach dem Abkühlen zu belüften. Dies muss ohne Entfernen von Sicherheitseinrichtungen möglich sein. Besteht die Gefahr, dass sich der Destillationsrückstand in Gegenwart von Sauerstoff zersetzt, darf nur Inertgas zum Entspannen eingelassen werden.

TRGS 526 516 arbeiten in Vakuum