Sicherheitshinweise.
24 – Gase für supraleitende Magnete.

1. Einleitung

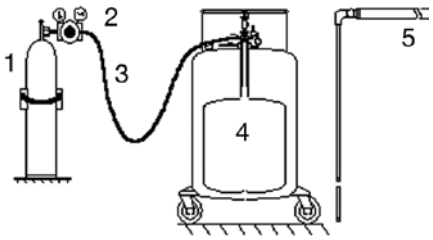
Supraleitende Magnete werden eingesetzt in Krankenhäuser für die Magnetresonanztomographie (MRT, engl. Magnetic Resonance Imaging MRI) und für die Strukturaufklärung chemischer Verbindungen durch Kernresonanzspektroskopie (NMR). Die Supraleitfähigkeit erfordert Temperaturen nahe bei -273 °C. Deshalb werden die Magnete mit verflüssigtem Helium gekühlt, wobei die Magnetspulen in das verflüssigte Helium eintauchen.
Zum Vorkühlen der Magnete beim Einschalten wird häufig verflüssigter Stickstoff verwendet. Darüber hinaus wird gasförmiges Helium benutzt zum Druckaufbau für das Umfüllen des tiefkalten verflüssigten Helium aus den Kryobehältern in das Kühlsystem des MR-Tomographen oder Spektrometers. Eine neuere Linde Entwicklung ermöglicht den Druckaufbau innerhalb der Kryobehälter.

2. Verantwortlichkeiten

Jeder mit der Belieferung von Gasen für solche Magnete Betraute sollte Kenntnisse haben über die Gefahren und zu treffenden Vorbeugemaßnahmen für ein sicheres Umfüllen. Diese Sicherheitshinweise können helfen beim Erstellen von Betriebsanweisungen, die darüber hinaus eine Beschreibung der Anlagen und Verfahren zum Umfüllen enthalten sollten. Insbesondere wenden sich diese Sicherheitshinweise an Einrichtungen mit MR-Tomographen.

3. Belieferung mit verflüssigtem Helium

Das Schema zeigt eine Anlage zum Umfüllen des verflüssigten Heliums. Hierzu wird ein Heber in die flüssige Phase des Heliums im Kryobehälter eingetaucht. Dann wird im Kryobehälter durch Einleiten von gasförmigen Helium ein leichter Druck erzeugt. Dadurch wird das verflüssigte Helium umgedrückt in das Kühlsystem des MR-Tomographen. Das Einsetzen des Hebers in den Kryobehälter erfordert eine ausreichende Raumhöhe. Auf das Einsetzen des Hebers kann bei den neueren Linde Systemen verzichtet werden. Diese Kryobehälter verfügen bereits über ein innen liegendes Tauchrohr mit entsprechendem Kupplungsstück. Eine ausreichende Raumhöhe ist dann nicht mehr nötig. Weiter ermöglicht dieses System einen internen Druckaufbau ohne das Anschließen einer Helium Gasflasche.



1, 2, 3: System für den Druckaufbau im Kryobehälter
4: Kryobehälter für verflüssigtes Helium
5: Vakuumisolierter Heber zum Eintauchen in die flüssige Phase des Kryobehälters

3.1. Kryobehälter für Stickstoff und Helium

Verflüssigtes Helium und verflüssigter Stickstoff werden meistens in Kryobehältern mit Gewichten zwischen 100 und 500 kg geliefert. Die Behälter bestehen aus nicht rostenden Innen- und Außenbehälter aus Stahl. Innen- und Außenbehälter sind voneinander getrennt durch eine Mehrschichtenisolierung und Vakuum. Der Innenbehälter ist meistens nur durch seinen Hals am Außenbehälter befestigt. Dadurch wird nur wenig Wärme von außen nach innen übertragen. Diese Kryobehälter sind nicht magnetisch. Sie können deshalb auch in der Nähe starker Magnetfelder genutzt werden.

3.2. Umgang mit den Kryobehältern

- Die Kryobehälter sind vorsichtig zu behandeln, da bei zu heftigen Stößen der Hals brechen könnte. Die Folge wäre eine beschädigte Isolierung, so daß der Behälter repariert werden müßte.
- Um Verletzungen zu vermeiden sind Kälteschutzhandschuhe und Augenschutz zu tragen. Ferner werden nicht magnetische Sicherheitsschuhe empfohlen.
- Räder an den Behältern erleichtern ihre Handhabung. Die Räder sollten in einem guten Zustand sein.
- Die Räder sollten festgestellt sein, wenn der Behälter abgestellt ist.
- Wird der Behälter in einem Aufzug befördert, so sollte keine Personen mitfahren. Auf dem Behälter sollte ein Schild „Kein Zutritt“ angebracht sein, damit keine anderen Personen den Fahrstuhl betreten.

3.2. Umgang mit Gasflaschen

- Für den Transport von Gasflaschen sind Sicherheitsschuhe zu tragen. Handschuhe werden empfohlen.
- Größere Gasflaschen ab 20 l oder mehr Volumen sollten in einem Flaschenwagen transportiert werden.
- Dabei sollten die Ventile geschlossen und mit einer Kappe gesichert sein.
- Gasflaschen sind gegen Umfallen zu sichern.

Weitere Empfehlungen enthalten die Sicherheitshinweise 7 „Sicherer Umgang mit Gasflaschen und Flaschenbündeln“.

4. Eigenschaften und Gefahren

Die Siedetemperatur des Helium beträgt –269 °C und die des Stickstoffs –196 °C. Im Wesentlichen können die folgenden drei Hauptgefahren auftreten.

4.1. Gefahren durch Ersticken

Helium und Stickstoff sind farblose, nicht brennbare, nicht giftige, geruchslose Gase. Sie können aber bei unkontrolliertem Austritt den Sauerstoffgehalt in der Luft senken. Sinkt der Sauerstoffgehalt unter 17 %, so wird die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit zunehmend vermindert. Bei 10 % können Betroffene bewußtlos werden. Unterhalb von 6-8 % kann bereits nach wenigen Minuten Tod durch Ersticken eintreten. Gerade tiefkalte Gase breiten sich sehr schnell in Räumen aus. Deshalb sollte eine Gaswarnanlage rechtzeitig vor Sauerstoffmangel warnen. Der Ausfall der Ventilation sollte durch eine Alarmeinrichtung gemeldet werden.
Führt nur eine Person das Umfüllen aus, so sollte diese Person eine tragbare Totmannanlage mitführen. Weitere Empfehlungen enthalten die Linde Sicherheitshinweise 3 „Sauerstoffmangel".

Warnung vor Kälte

4.2. Kaltverbrennungen

Verflüssigte Gase oder kalter Dampf kann Verletzungen hervorrufen ähnlich zu denen normaler Verbrennungen. Diese Verbrennungen werden als Kaltverbrennungen bezeichnet. Der Grad der Verletzung hängt vom Gas, der Temperatur und der Zeit des Einwirkens ab. Nackte oder unzureichend geschützte Haut friert durch in ihr enthaltene Feuchtigkeit an nicht isolierten Leitungen oder Anlagenteile fest. Ein Wegziehen ist nicht möglich.
Deshalb sind Kälteschutzhandschuhe und Augenschutz bei dieser Arbeit zu tragen.
Die Sicherheitshinweise 1 „Umgang mit tiefkalt verflüssigten Gasen" enthalten insbesondere weitere Informationen über Gefahren und Erste Hilfe Maßnahmen.

4.3. Gefahr durch Bersten

Anlagen für tiefkalte Gase und Kryobehälter haben entweder eine Öffnung oder sind mit Sicherheitsventilen ausgerüstet, so dass ein Bersten der Behälter durch Druckaufbau infolge verdampfendes Gas vermieden wird. Die Öffnung dürfen nicht verschlossen sein bzw. die Sicherheitsventile müssen sich in einem einwandfreien Zustand befinden.

5. Gefahren durch das magnetische Feld

Die Magnete haben ein sehr starkes Magnetfeld, das alle magnetischen Gegenstände heftig anzieht. Personen könnten von umher fliegenden Gegenständen getroffen werden oder selbst angezogen werden. Sowohl große Gegenstände wie Flaschen oder Feuerlöscher wie auch kleinere Gegenstände sind betroffen. Magnetresonanztomographie wird seit vielen Jahren erfolgreich angewandt. Gesundheitliche Schäden durch die Nähe zu den Magnetfeldern sind nicht bekannt.

Nichtsdestoweniger ist zu beachten:

- Personen, die den starken Magnetfeldern ausgesetzt sind, sollten an einer medizinischen Vorsorgeuntersuchung teilgenommen haben.
- Personen mit einem Herzschrittmacher, Hörgeräten wie auch mit Schrauben oder Platten im Körper dürfen diesen Magnetfeldern nicht ausgesetzt werden.
- Sowohl Personen mit Herzrhythmusstörungen, Blutarmut und Spasmen wie auch schwangere Frauen sollten MRT Räume meiden.
- Karten mit Magnetstreifen können ihre Information verlieren.
- Gasflaschen aus Stahl dürfen nicht im Raum stehen, wenn die Magnete eingeschaltet sind. Ein Zwischenfall ereignete sich beispielsweise als während eines Notfalls eine Aluminiumflasche mit einem Druckminderer aus Stahl in den MRT Raum gebracht wurde.
- Magnetische Materialien wie Werkzeuge oder Stifte sollten nicht in den MRT Raum sein.
- Bestandteile einer Notfallausrüstung, dürfen nur in MRT Räume gebracht werden, wenn sie nicht magnetisch und entsprechend gekennzeichnet sind.

6. Gefahren beim Umfüllen

- Das Umfüllen des verflüssigten Heliums sollte nicht stattfinden, wenn die Magnete eingeschaltet sind.
- Beim Umfüllen sind die Vorgaben der Betriebsanleitung des Herstellers einzuhalten.
- Das Umfüllen mit Hilfe des warmen, gasförmigen Heliums zum Druckaufbau sollte so rechtzeitig beendet sein, dass kein warmes, gasförmiges Helium in das Kühlsystem des MR-Tomographen gelangt. Ansonsten könnten Undichtheiten auftreten und große Menge Helium austreten.
- Erreicht die äußere Oberfläche der Leitungen oder Ausrüstungsgegenstände die Siedetemperatur des Heliums von -269°C, so kondensiert die umgebende Luft mit der Gefahr der Sauerstoffanreicherung.
- Der Eintritt von Luft in die Leitung ist zu vermeiden wegen einer möglichen Bildung von Eispfropfen.

7. Referenzen

- Sicherheitshinweise 1 „Umgang mit tiefkalt verflüssigten Gasen"
- Sicherheitshinweise 3 „Sauerstoffmangel"
- Sicherheitshinweise 7 „Sicherer Umgang mit Gasflaschen und Bündeln"
- Flüssig Helium 8510/3 (Lager Leuna 00433 8510/3, englische Ausgabe 00434 8769/9)

Durch die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) wurden die Sicherheitsvorschriften – auch für die Betreiber von Gaseversorgungsanlagen – neu geregelt. Mit LIPROTECT® unterstützen wir unsere Kunden bei der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben. Ob Sicherheitsschulung, Wartung oder Gefährdungsbeurteilung, Linde hilft Ihnen gerne weiter. Rufen Sie uns unverbindlich an oder informieren Sie sich im Internet unter www.liprotect.de.

Linde AG
Geschäftsbereich Linde Gas, Linde Gas Deutschland, Seitnerstraße 70, 82049 Pullach
Telefon 018 03.85 000-0*, Telefax 018 03.85 000-1, www.linde-gas.de

4xxxxxxx 0210 3 sg