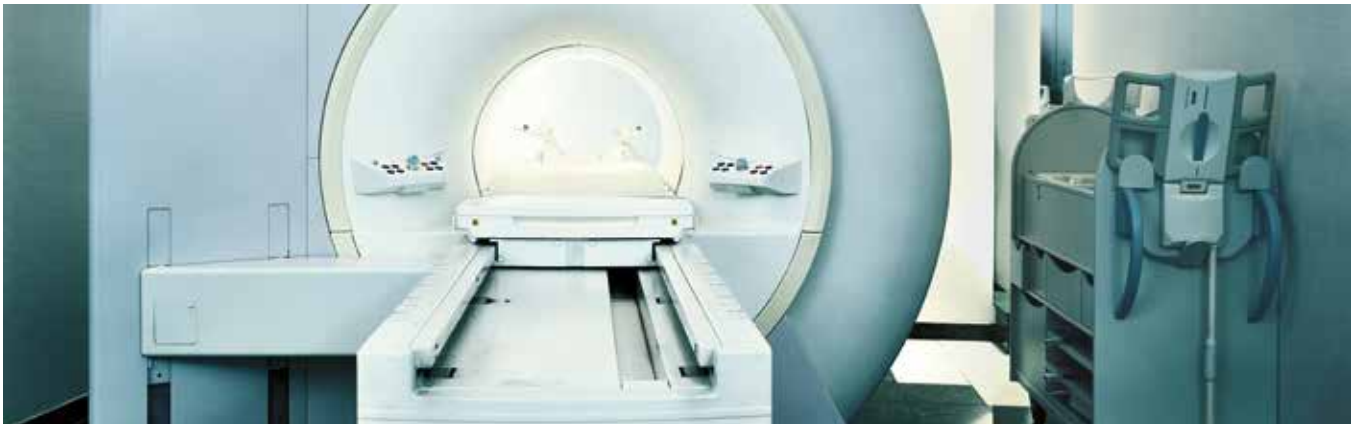
Sicherheitshinweise.
24 – Gase für supraleitende Magnete.



1. Einleitung

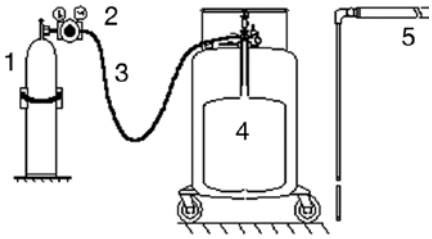
Supraleitende Magnete werden eingesetzt in Krankenhäuser für die Magnetresonanztomographie (MRT, engl. Magnetic Resonance Imaging MRI) und für die Strukturaufklärung chemischer Verbindungen durch Kernresonanzspektroskopie (NMR). Die Supraleitfähigkeit erfordert Temperaturen nahe bei –273° C, dem absoluten Nullpunkt. 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 Heliums 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 über die Gefahren und zu treffenden Vorbeugemaßnahmen für ein sicheres Umfüllen haben. Diese Sicherheitshinweise können beim Erstellen von Betriebsanweisungen helfen. Diese sollten auch eine Beschreibung der Anlagen und Verfahren zum Umfüllen enthalten. 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 das Einleiten von gasförmigem Helium ein leichter Druck erzeugt. Dadurch wird das verflüssigte Helium in das Kühlsystem des MR-Tomographen umgedrückt. 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 dem 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 einem nicht rostenden Innen- und Außenbehälter aus Stahl. Innen- und Außenbehälter sind voneinander durch eine Mehrschichtenisolierung und Vakuum getrennt. 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 sollten 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 Heliums 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 ein mobiles Gaswarngerät mitführen. Weitere Empfehlungen enthalten die Linde Sicherheitshinweise 3 – „Sauerstoffmangel“.

Warnung vor Kälte

4.2. Kaltverbrennungen

Verflüssigte Gase oder kalter Dampf können 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 Anlagenteilen 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 verdampfenden Gases vermieden wird. Die Öffnungen 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 – z.B. Flaschen oder Feuerlöscher – wie auch kleinere Gegenstände sind betroffen.
Die 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 Informationen verlieren.
- Gasflaschen aus Stahl dürfen nicht im Raum stehen, wenn die Magnete eingeschaltet sind.
- Magnetische Materialien wie Werkzeuge oder Stifte sollten sich nicht im MRT Raum befinden.
- 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 eine 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 wegen einer möglichen Bildung von Eispfropfen zu vermeiden.

7. Referenzen

- Sicherheitshinweise 1 – „Umgang mit tiefkalt verflüssigten Gasen“
- Sicherheitshinweise 3 – „Sauerstoffmangel“
- Sicherheitshinweise 7 – „Sicherer Umgang mit Gasflaschen und Bündeln“

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.linde-gas.at/sicherheit

Linde Gas GmbH
Carl-von-Linde-Platz 1, 4651 Stadl-Paura
Telefon 050.4273, Fax 050.4273-1900, www.linde-gas.at

Sicherheitshinweis AT-24 | V 1.20 | 22.01.2020 | SHEQ & Marketing