Sicherheitshinweis #18

Umgang mit tiefkalt verflüssigtem Stickstoff in ortsbeweglichen Kryobehältern





1. Vorbemerkung

Tiefkalt verflüssigter Stickstoff (LIN = liquid nitrogen) wird häufig in ortsbeweglichen Kryobehältern transportiert und gelagert. Das sind sowohl verschließbare, für inneren Überdruck geeignete Druckgasbehälter wie auch offene, drucklos betriebene Dewargefäße.

Zur Vermeidung von Unfällen beim Umgang mit ortsbeweglichen LIN-Kryobehältern müssen bestimmte Eigenschaften des tiefkalt verflüssigten Stickstoffs beachtet und entsprechende Schutzmaßnahmen realisiert werden.

2. Mustergefährdungsbeurteilung

Tätigkeit: Umgang mit tiefkalt verflüssigtem Stickstoff (LIN)

Gefahren



Sauerstoffmangel
Beim Verdampfen entstehen aus 1 Liter LIN ca. 700 Liter gasförmiger Stickstoff.

Durch Anreicherung von Stickstoff in der Luft vermindert sich die Sauerstoffkonzentration, d.h. Sauerstoffmangel kann entstehen, der mit den menschlichen Sinnesorganen nicht feststellbar ist. Personen, die sich in sauerstoffarmer Atmosphäre (weniger als 17 Vol.-% O_2) aufhalten, können ohne Vorwarnung und sehr schnell bewusstlos werden und ersticken. Dieses Risiko tritt im Freien nur selten auf. In Räumen mit LIN-Anlagen, insbesondere mit offenen Kryobehältern, muss diese Gefahr jedoch beachtet werden.



Überdruck
LIN nimmt unvermeidlich Wärme aus der Umgebung auf und geht dabei in den gasförmigen Zustand über.

Die Verdampfung von LIN unter Einschluss führt zu einem Druck anstieg. Wenn der Druck nicht entspannt wird, kann das betroffene Anlagenteil bersten.

Schutzmaßnahmen

Lüftung
Räume mit LIN-Kryobehältern müssen ausreichend be- und entlüftet sein. Technische Lüftung mit definierten Zu- und Abluftströmen ist zu bevorzugen. Die Abluftöffnungen müssen im unteren Raumteil angeordnet werden, da verdampfender Stickstoff kalt und schwerer als Luft ist und sich deshalb vorrangig am Fußboden ausbreitet. Zu- und Abluftöffnungen dürfen nicht verschlossen werden.

Warneinrichtung
Die Räume sollen mit einer automatischen Warneinrichtung für Sauerstoffmangel ausgerüstet werden, deren Sensoren im unteren Raumteil anzuordnen sind. Alternativ kann man die Mitarbeiter mit tragbaren Sauerstoffmangel-Warngeräten ausstatten. Die Entscheidung für derartige Warneinrichtungen ist in Abhängigkeit von den örtlichen und betrieblichen Gegebenheiten zu treffen.

Unterweisung der Mitarbeiter
Mitarbeiter sind mit Hilfe einer erstellten Gefährdungsbeurteilung und Betriebsanweisung nachweislich zu unterweisen.

Bestimmungsgemäße Verwendung
Kryobehälter, auf denen keine Angabe des zulässigen inneren Überdrucks vorhanden ist, dürfen nur drucklos befüllt werden. Die Füllleitung (Schlauch, Rohr) muss lose in die Behälteröffnung eingeführt werden und der flüssige Stickstoff muss frei in den Behälter ausfließen. Die Einfüllöffnung oder eine zweite Öffnung muss beim Füllen teilweise offen bleiben, damit der verdampfende Stickstoff entweichen kann.

Drucklose Behälter, die LIN enthalten, dürfen nur mit einem lose aufliegenden Deckel oder Stopfen verschlossen werden, so dass der Druckausgleich mit der freien Atmosphäre möglich ist. Kryobehälter, die für inneren Überdruck geeignet sind, haben eine entsprechende Kennzeichnung. Sie werden in der Regel durch eine fest angeschraubte Leitung befüllt. Der Vordruck, mit dem die Flüssigkeit dem Kryobehälter zugeführt wird, darf den zulässigen inneren Überdruck nicht überschreiten.

In Kryobehälter mit LIN darf kein Wasser gelangen, damit kein Verschluss durch Eispfropfen entsteht.

Absperrbare Rohrleitungsabschnitte mit LIN müssen ein Sicherheitsventil haben.

Sichere Ableitung
LIN sollte nicht in größeren Mengen ins Erdreich gelangen. Der verdampfende Stickstoff kann durch Eisbildung im Erdboden eingeschlossen werden und sich möglicherweise explosionsartig entspannen.

Unterweisung der Mitarbeiter
(s. o.)

Tätigkeit: Umgang mit tiefkalt verflüssigtem Stickstoff (LIN)

Gefahren



Kälte
Tiefkalt verflüssigter Stickstoff hat eine Temperatur von ca. – 196°C (Siedepunkt bei einem Umgebungsdruck von 1 bar absolut).

Wenn die tiefkalte Flüssigkeit auf die menschliche Haut trifft, können Erfrierungen („Kaltverbrennungen“) entstehen. Großflächige Erfrierungen sind lebensbedrohend.

Einige Werkstoffe vermindern bei tiefen Temperaturen ihre Dehnbarkeit und Zähigkeit, d.h. sie verspröden und können brechen und sind damit für die Berührung mit LIN nicht geeignet. Werkstoffe, die durch LIN abgekühlt werden, schrumpfen. Die Schrumpfung wird behindert, wenn ein sich abkühlender Gegenstand fest eingespannt ist. In diesem Fall kann der Werkstoff zerreißen.

An Anlagenteilen, die LIN enthalten und nicht isoliert sind (z. B. Rohrleitungen an LINTanks), kondensiert Luft. Im abtropfenden Kondensat reichert sich – durch Wiederverdampfung des Stickstoffanteils – Sauerstoff an. Wenn dieses sauerstoffreiche Kondensat in einen brennbaren Feststoff (z. B. Holz oder organisches Isoliermaterial) eindringt, entsteht erhöhte Brandgefahr.



Überfüllung

Schutzmaßnahmen

Persönliche Schutzausrüstung
Beim direkten Umgang mit LIN (z. B. Abfüllen) ist persönliche Schutzausrüstung (körperbedeckende, trockene Kleidung, geschlossene Sicherheitsschuhe mind. S2, Kälteschutzhandschuhe, geschlossene Schutzbrille) zu benutzen. Sicherer Transport Kryobehälter mit LIN sind so zu transportieren, dass sie nicht umfallen oder herabfallen können. Ladungssicherung ist bei jedem Transport erforderlich.

Geeignete Materialien
Gerätschaften, die für den direkten Umgang mit LIN bestimmt sind, müssen aus kältebeständigem Material (z. B. nicht rostender, austenitischer Stahl = „Edelstahl“, Kupfer, Aluminium) bestehen. Organische Materialien, wie Holz, Plastik, Gummi sind ungeeignet.

Geeigneter Untergrund
LIN sollte nicht auf Betonfußboden auslaufen, weil Beton durch die Kälte zerstört wird. Im Bereich einer Füllstelle kann der Fußboden mit einer Wanne aus Edelstahl geschützt werden, in der abtropfender LIN aufgefangen wird und verdampft. Der Fußboden unter nicht isolierten LIN-Anlagenteilen muss aus unbrennbarem Material bestehen, um Brandgefahr in Folge Sauerstoffanreicherung auszuschließen.

Unterweisung der Mitarbeiter
(s. o.)

Überwachung
Das Abfüllen von LIN in Kryobehälter muss, soweit es nicht automatisch erfolgt, permanent überwacht und rechtzeitig beendet werden, so dass keine Flüssigkeit in den Raum oder ins Freie ausläuft. Das Abfüllen kann durch eine Sicherheitsschaltung, bestehend aus einem Totmannschalter und einem Magnetventil in der Füllleitung gesteuert werden. Stationär verwendete Kryobehälter können eine automatische Füllstandsregelung haben, die ein Überfüllen sicher verhindert.

Unterweisung der Mitarbeiter
Für das Abfüllen muss eine schriftliche Betriebsanweisung des Arbeitgebers vorhanden sein, die Hinweise über den sicheren Umgang mit LIN und das Vermeiden von Gefahren und Gesundheitsrisiken enthält. Beim Erstellen der Betriebsanweisung ist die Betriebsanleitung des Herstellers der Kryobehälter zu berücksichtigen. Diese enthält Hinweise über den bestimmungsgemäßen Einsatz und die ordnungsgemäße Instandhaltung der Kryobehälter. Mitarbeiter, die LIN abfüllen, müssen über die Inhalte der Betriebsanweisung und der Betriebsanleitung unterwiesen worden sein.

Tätigkeit: Transport von tiefkalt verflüssigtem Stickstoff in Kryobehältern

Gefahren	Schutzmaßnahmen
Transportunfälle	Mit LIN gefüllte Kryobehälter dürfen in Fahrzeugen nur befördert werden, wenn • sie für den Straßentransport zugelassen sind, • sie im Fahrzeug gegen Umfallen gesichert sind, • der Laderaum offen ist oder ausreichend be- und entlüftet wird.

3. Informationen

- Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 407 „Tätigkeiten mit Gasen – Gefährdungsbeurteilung“
- Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“
- Technische Regeln für Betriebssicherheit/Gefahrstoffe TRBS 3145/ TRGS 725, „Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren“

Diese Veröffentlichung entspricht dem Stand des technischen Wissens zum Zeitpunkt der Herausgabe. Der Betreiber muss die Anwendbarkeit der Sicherheitshinweise auf seine spezielle Situation im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung prüfen und die Aktualität der vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung sicher stellen.

Linde GmbH
Gases Division, Seitnerstraße 70, 82049 Pullach
Telefon +49 89 7446-0, linde-gas.de

Das Linde Logo und das Wort Linde sind Marken oder registrierte Marken der Linde plc oder der mit ihr verbundenen Unternehmen. Copyright © 2014–2026. Linde plc.

Making our world more productive

LBS503_1026