



Rohre frieren mit flüssigem Stickstoff nach dem Cryostop[©]-Verfahren



Wichtige Projekthinweise

Verfahrenstechnische
Erläuterungen für den
bevorstehenden Einsatz
des Verfahrens
Cryostop[©]

**Industrie Engineering Service
GmbH**

Weeserweg 21

47804 Krefeld

02151/41711-0

info@ies-gmbh.com

www.ies-gmbh.com

Rohrleitungen einfrieren nach dem **Cryostop[®]- Verfahren**

Unter bestimmten Bedingungen kann man einem Rohrabschnitt und damit dem Medium die Wärme mit einem Kältemittel entziehen. Das Medium erstarrt und bildet so einen druckfesten Verschluss.

Wir frieren nach den Regeln und Kriterien, der eingetragenen Marke des

Cryostop[®]- Verfahrens

das vom TÜV Rheinland testiert wurde.



Obwohl die Anwendung vielleicht einen einfachen Eindruck macht, war eine langjährige Entwicklung notwendig, um das Verfahren auch sicher anwenden zu können. Inzwischen schauen wir auf eine mehr als 30-jährige praktische Erfahrung, mit vielen Untersuchungen und tausenden Rohrefrierungen zurück.

Unser **Anspruch an Sicherheit** für Mensch und Material und damit an der sichern Ausführung des Projektes ist sehr hoch. Wir sind uns bewusst das wir mit der Anwendung des Verfahrens eine besondere sicherheitstechnische Verantwortung ihnen gegenüber als Auftraggeber haben. Diesem Anspruch können wir aber nur gerecht werden, wenn Sie uns alle Parameter nennen, die wir verfahrenstechnisch beachten müssen.

Wir bitten das Datenblatt vollständig auszufüllen und nachstehende Hinweise zu beachten. Bei einer Beauftragung sind diese ein rechtlicher Bestandteil des Vertrages.

Stellen wir bei der Ausführung andere als die genannten Parameter fest (Strömung, höhere Temperaturen, Platzverhältnisse) wodurch eine Bildung des Verschlusses nicht möglich ist, müssen wir den Einsatz abbrechen. Die Kosten gehen dann vollständig zu

Lasten des Auftraggebers.

Das Verfahren

Damit der flüssige Stickstoff (-196°C) dem Rohr und dem Medium die Wärme entziehen kann, montieren wir um die Rohrleitung eine Manschette. Über rollbare Behälter oder von einem Tankwagen aus wird die Manschette mit dem flüssigen Stickstoff befüllt. Je nach Nennweite, Medium, Situation und Temperatur und Vorhaltezeit, muss eine gewisse Menge/Energie vorgehalten werden.

Die Länge der Rohrleitung, die wir zur Montage der Manschette benötigen sollte, etwa 3-4 x D (Durchmessers der Leitung) betragen. (Für kleinere Abschnitte ist eine gesonderte Prüfung nötig).

Der Verschluss kann über Stunden oder Tage vorgehalten werden.

Jedoch sollte auch die Vorhaltezeit der Verschlüsse genau festgelegt werden, da der zu bestimmende Vorrat an Kältemittel auch Einfluss auf die Projektkosten nimmt.



Wir können mit diesen Hinweisen auch nur ansatzweise die vielen Rahmenbedingungen erläutern, die für die Anwendung des Verfahrens wichtig sind. Sie können aber sicher sein, dass wir alles beachten werden, was für die sichere Anwendung des Verfahrens notwendig ist.

Die Örtlichkeit:

Für die Versorgung mit dem flüssigen Stickstoff müssten wir wissen, ob wir mit rollbaren 300 kg schweren Behältern oder mit einem Tankfahrzeug bis auf 10 m an die Frierstelle kommen.

Wo liegt die Rohrleitung und ist ausreichend Platz zur Montage?

Wird ein Gerüst oder eine Bühne gestellt?

Gibt es Belüftungsmöglichkeiten?

Liegen die Leitungen in Kellerräumen, Gruben oder engen Räumen müssen wir mit Ventilatoren eine Be- und Entlüftung einrichten sowie die Überwachung des Sauerstoffgehaltes sicherstellen.

Bitte beschreiben Sie uns die Örtlichkeit, das Umfeld, die Lage der Leitungen, im Vorfeld, so genau wie möglich. Gerne mit Bildern oder Videos.



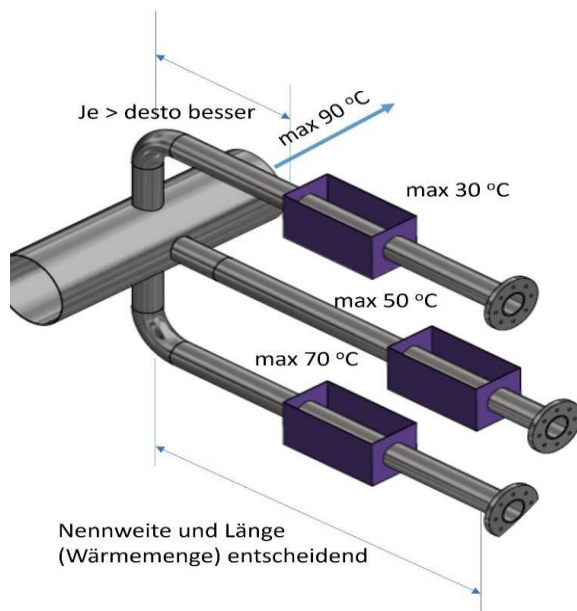
Anzahl der Leitungen und Projektablauf:

Besonders wenn mehrere Leitungen nacheinander gefroren werden, sollte ein Ablaufplan erstellt werden, mit dem der Zeitrahmen der jeweiligen Montage (besonders bei Schweißarbeiten) festgelegt wird. Bitte hierbei auch notwendige Entleerungszeiten beachten.

Lage der Leitungen und Temperatur

Das Bilden eines Rohrverschlusses, durch einen geregelten Wärmeentzug, unterliegt einigen thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten. Neben dem Medium mit seinen Eigenschaften Viskosität, Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Gefrierpunkt, hat die Temperatur eine besondere Bedeutung.

Obwohl sich auch viele andere flüssige Medien wie Öle, Laugen, Säuren frieren lassen, die dann natürlich anders zu bewerten sind, besteht der Hauptanteil unserer Projekte aus dem Gefrieren von Wasser. Leider hat auch Wasser die Eigenschaft seine Dichte bei Abkühlung zu verändern.



D.h. es entsteht eine Konvektion bei der die abgekühlten Anteile etwa bei 4°C aus der Gefrierzone herauszufließen, bevor die 0°C Grenze erreicht, können, um die notwendigen Eiskristalle zu bilden.

Im oberen Frierbereich entsteht damit Platz, den die äußeren wärmeren Moleküle einnehmen und so den Prozess weiterführen.

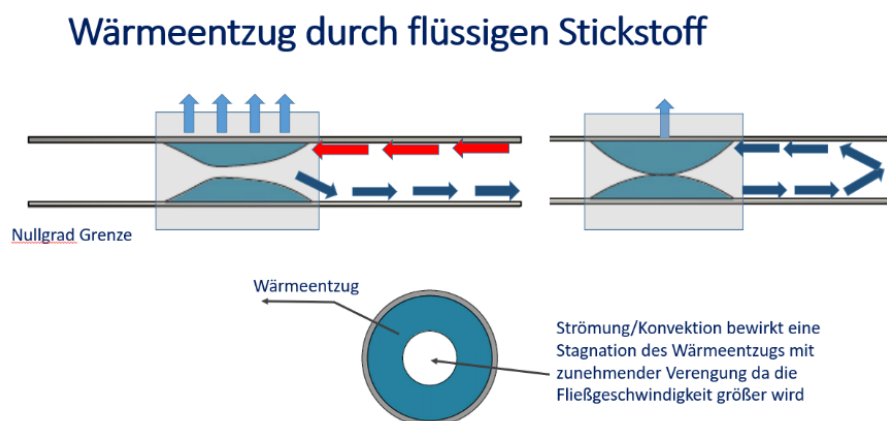
Besonders deutlich wird dieser Vorgang, wenn eine angrenzende Leitung in Betrieb bleibt, die den Vorgang unterstützt. Gleiches gilt auch bei höheren Temperaturen und großen Nennweiten. So kann man bei Leitungen > DN 200 mit Medientemperaturen > 30 °C in der Regel keinen Rohrverschluss erreichen. Grundsätzlich sollte man für im Frierbereich eine möglichst niedrige Temperatur durch das Abschiebern des Stranges anstreben. Gelingt das nicht, deutet es auf ein undichtes Absperrorgan hin.

Strömung in der Rohrleitung

Wenn die Rohrleitung im Bereich der Frierzone durchströmt wird, werden die abgekühlten Medienanteile noch sehr viel stärker aus dem Frierbereich gespült als das mit der Wirkung der bereits beschriebenen auftretenden Dichte, in Folge der Abkühlung, geschieht.

Selbst ein sehr geringer Fluss wird einen Rohrverschluss verhindern. Zwar wird zunächst ein Teil des Mediums gefrieren und damit sich ein reduzierter Rohrquerschnitt ergeben. Hierdurch steigt dann die Fließgeschwindigkeit und trägt die Medienanteile, die sich kurz vor dem Phasenwechsel (4-0°C-Grenze) an der Gefriergrenze befinden noch schneller aus dem Frierbereich heraus.

Mittels Temperaturmessungen und einem deutlich erkennbaren Energiebedarf ist eine Strömung meistens bereits nach 1/3 der Frierzeit wahrnehmbar.



Abgesehen von angrenzenden Leitungen oder höheren Medientemperaturen verursachen undichte Schieber natürlich immer eine Strömung. Es ist daher unbedingt sicherzustellen das alle angrenzenden Schieber oder Klappen geschlossen bzw. absolut dicht sind.

Druckfestigkeit der Verschlüsse

Die Festigkeiten der Verschlüsse (bei Wasser) wurde mit Rohren bis DN 400 untersucht. Hierbei wurde nachgewiesen das die Druckfestigkeit eines Verschlusses min 160 bar betrug.



Die tatsächliche Festigkeit liegt meist höher was durch viele Versuche belegt wurde. Die Rohroberfläche, also die Adhäsion hat dabei einen großen Einfluss. Radiale Kräfte, die man oft für das Platzen eines Rohres im Winter verantwortlich macht, spielen jedoch nachgewiesen eine untergeordnete Rolle.

Vom TÜV Rheinland wurde für das Cryostop Verfahren eine Freigabe zum Öffnen von Rohren bis zu Leitungsdrücken von 40 bar festgelegt.

Material und Festigkeiten

Im Gegensatz zu austenitischen Rohrleitungsstählen sind die ferritischen Stähle nicht für den Einsatz bei solchen tiefen Temperaturen geeignet. Dennoch ist es möglich diese Stähle entsprechend zu behandeln, ohne dass sie beschädigt werden, wenn bestimmte Rahmenbedingungen beachtet werden

Ablauf des Projektes

Jedes Projekt wird anhand der übermittelten Daten auf Machbarkeit und sichere Durchführung im Vorfeld geprüft.

Bevor wir vor Ort mit der Umsetzung und dem Frieren der Leitungen beginnen überprüfen wir noch einmal alle Fakten anhand der festgelegten Projektdaten.

Der Frierbereich sollte sauber und trocken sein,-. nicht isoliert und hat keine radiale Scheißnaht.

Werden die Parameter bestätigt und die angedachte Stickstoffversorgung ist sichergestellt, wird der zeitliche Ablauf (Aufbau und die Frierzeit mit allen beteiligten Personen noch einmal abgestimmt.

Für den Aufbau benötigen wir meistens 1-2 h und das Frieren dauert je 100 mm Rohrdurchmesser (bei kaltem Wasser) ca. 1 h.

Maßnahmen zur Arbeitssicherheit wie Be- und Entlüftung, Sauerstoffüberwachung, Absperrungen werden durch uns festgelegt.

Für Arbeiten an Leitungen die höher als 2 m verlegt sind, sollte seitens des Auftraggebers ein geeignetes Gerüst bzw. eine Hebebühne gestellt werden.

Einsätze in Gruben, engen Räumen oder Schächten erfordern ggf. einen Sicherheitsposten, wobei das Anlegen von Rettungsgeschirr abzuwägen ist. Sauerstoffmessungen sind immer vorzunehmen.

Schweißer, die in Gruben die Rohrleitungen bearbeiten, sind mit einem

Sauerstoffwarngerät

auszustatten.

Der Bereich, insbesondere unmittelbar unterhalb der Frierstellen ist gegen unbefugten Zutritt abzugrenzen.

Im unmittelbaren Bereich der Maßnahmen sollten sich grundsätzlich nur Mitarbeiter aufhalten, die unbedingt zur Ausführung der Arbeiten erforderlich sind.

Weitere Abstimmungen

Unsere Techniker kommen in der Regel mit einem oder zwei Fahrzeugen (3,5 t). Ein geeigneter Abstellplatz für Fahrzeug und Material ist notwendig.

Unsere Techniker benötigen während der Durchführung immer Kontakt zu Personen/Leitstelle welche Einfluss auf das System nehmen können.

Stellen wir eine Unregelmäßigkeit fest, z.B. ein zu hoher Verbrauch an Kältemittel, was auf eine Strömung schließen lässt, muss die Ursache (z.B. undichte Schieber) kurzfristig gefunden und abgestellt werden. Ist das kurzfristig nicht möglich und wurde ggf. hierdurch zu viel Kältemittel durch den erhöhten Energieentzug verbraucht, muss, nachdem die Ursache behoben wurde, geprüft werden ob noch genügend Kältemittel vorhanden ist. Sollte nicht genügend Kältemittel vorhanden sein und kann kein neues Kältemittel geordert werden, ist der Einsatz abubrechen.

Bitte beachten Sie das die Kosten in diesem Fall vollständig zu Lasten des Auftraggebers weitergeben müssen.

Besonders bei Fernwärmesystemen ist sicher zu stellen, dass der Nebenstrang tatsächlich abgesperrt ist und keine Entnahme,- die einen Fluss in der zu gefrierende Leitung bewirkt,- u.a. auch durch eine mögliche Entnahme seitens eines Endverbrauchers !

Bis zur Beendigung der Arbeiten halten wir die Kühlung aufrecht. Danach wird die Friermanschette demontiert und der Auftauvorgang kann je nach Temperaturzufuhr mehrere Stunden dauern. Wenn sichergestellt ist das der sich lösende Eisfropfen keinen Druckstoß verursachen kann, muss der Auftauvorgang nicht überwacht werden. Bei einseitigem hohem Druck sollte die entleerte Seite wieder aufgefüllt werden und so ein beidseitig gleicher Systemdruck eingestellt werden.