

CRYOFLEX®-Flüssiggasleitungen
CRYOFLEX® Transfer Lines for Liquid Gases

Inhaltsverzeichnis

Table of Contents

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cryo-Systeme | 3 |
| Umrechnungstabelle für Gase | 4 |
| Lieferumfang | 5 |
| Allgemeine Informationen | 6 |
| CRYOFLEX®-Standard-Transferleitungen | 7 |
| Fertigung von Transferleitungen | 8 |
| Abmessungen und technische Daten | 9 |
| Enden und Verbindungen | 10 |
| Durchsatz und Druckverluste | 11 |
| Bögen und Abzweige | 12 |
| CRYOFLEX®-Flüssiggasleitungen | 13 |
| CRYOFLEX® für brennbare Gase | 13 |
| Verlustarme Spezialleitungen für flüssiges Helium und andere tiefsiedende Gase | 14 |
| Verpackung und Transport | 15 |
| Verlegung und Montage | 16 |
| Typische Anwendungen von CRYOFLEX®-Transferleitungen | 17 |
| Sonderanwendungen | 18 |
| Zubehör | 22 |
| Referenzliste | 23 |



| | |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Cryo Systems | 3 |
| Gases Conversion Table | 4 |
| Product Range | 5 |
| General Information | 6 |
| Standard CRYOFLEX® Transfer Lines | 7 |
| Fabrication of Transfer Lines | 8 |
| Dimensions and Technical Data | 9 |
| Terminations and Couplings | 10 |
| Gas Flow and Pressure Losses | 11 |
| Bends and Joints | 12 |
| CRYOFLEX® Transfer Lines for Liquid Gases | 13 |
| CRYOFLEX® for Flammable Gases | 13 |
| Special Design for Liquid Helium and other Gases with Low Boiling Point | 14 |
| Packing and Transport | 15 |
| Installation Instructions | 16 |
| Typical Applications of CRYOFLEX® Transfer Lines | 17 |
| Special Applications | 18 |
| Accessories | 22 |
| Reference List | 23 |

CRYO-Systeme

CRYO Systems

Kälte wird in den verschiedensten Bereichen benötigt. Es kann sich dabei um einfachste Systeme für flüssigen Stickstoff oder weitaus kompliziertere für flüssiges Helium handeln. In jedem Falle spielen Transferleitungen eine ganz entscheidende Rolle. Je nach Anwendungsfall sind die Anforderungen an Rohrleitungen hinsichtlich z. B. Druck, Isolierung gegen Wärmeeinfall und Druckverlust unterschiedlich. Es gilt also, je nach Anwendungsfall, das geeignete System auszuwählen oder zu konzipieren.

Im Rahmen unserer Beratungstätigkeit sind wir bereit, unseren Kunden eine geeignete Lösung vorzuschlagen oder sie mit ihnen zusammen zu entwickeln. Hierbei kommt uns unsere mehr als 30jährige Erfahrung zugute.

Neben Transferleitungen verfügen wir über eine Reihe von Systemkomponenten. Fremde Komponenten integrieren wir fallweise in unsere Systeme.

Basis für eine mehr als 30jährige erfolgreiche Arbeit ist eine konsequent angewandte Qualitätspolitik. Natürlich ist unser Unternehmen auch nach ISO 9001 zertifiziert.

In vielen Fällen werden Endprüfungen in Anwesenheit der Kunden oder zusammen mit einer neutralen Prüfstelle z. B. TÜV durchgeführt.

Cooling is essential for many processes. Simple systems for liquid nitrogen or far more complicated methods using liquid helium are in use. In any case, transfer lines play a decisive role. Depending on the individual application, the tubing must meet different criteria in terms of pressure, heat insulation or acceptable pressure drops. Consequently, choosing or designing systems that best suit the requirements for each application, is a key factor.

Within the framework of our engineering and consulting activities, we will recommend appropriate standard solutions, or develop special solutions in collaboration with our customers.

Besides transfer lines, we can provide a wide range of system components or integrate customer components into our systems.

In more than 30 years of successful operations, our consistent quality policy has been a sound basis. Of course, our corporation is also certified according to ISO 9001.

Very often, the final inspection is carried out in the presence of customers or together with neutral testing institutes such as the TÜV (German Technical Control Board).

Umrechnungstabelle für Gase

Gases Conversion Table

| Gas Gaszustand | Dichte gasförmig kg/Nm ³ | Volumen gasförmig m ³ ²⁾ | Volumen flüssig l ³⁾ | Gewicht kg |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Sauerstoff O ₂ | 1,42895 -183 ¹⁾ | 1,000 0,854 0,748 | 1,171 1,000 0,876 | 1,337 1,142 1,000 |
| Stickstoff N ₂ | 1,2505 -195,8 ¹⁾ | 1,000 0,691 0,855 | 1,448 1,000 1,238 | 1,170 0,808 1,000 |
| Argon Ar | 1,7839 -185,9 ¹⁾ | 1,000 0,836 0,599 | 1,196 1,000 0,717 | 1,669 1,395 1,000 |
| Helium He | 0,1785 -268,9 ¹⁾ | 1,000 0,749 5,988 | 1,336 1,000 8,000 | 0,167 0,125 1,000 |
| Wasserstoff H ₂ | 0,08987 -252,8 ¹⁾ | 1,000 0,842 11,894 | 1,187 1,000 14,100 | 0,0841 0,0708 1,000 |
| Methan (LNG) CH ₄ | 0,72 -162 ¹⁾ | 1,000 1,490 | 1,584 2,360 | 0,67 1,000 |
| Propan C ₂ H ₈ | 2,0037 -42,6 ¹⁾ | 1,000 0,535 | | 1,869 1,000 |
| Kohlensäure CO ₂ | 1,9768 -78,5 ¹⁾ | 1,000 0,541 | | 1,849 1,000 |

¹⁾ Siedetemperatur in °C bei 760 Torr

²⁾ „m³“ bezieht sich auf einen Gaszustand bei 1 bar und 15 °C

³⁾ „l“ ist berechnet für normalen Siedepunkt bei 1 bar

Tabelle 1

| Gas | Consistency in gaseous conditions kg/Nm ³ | Volume gaseous m ³ ²⁾ | Volume liquid l ³⁾ | Weight kg |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Oxygen O ₂ | 1.42895 -183 ¹⁾ | 1.000 0.854 0.748 | 1.171 1.000 0.876 | 1.337 1.142 1.000 |
| Nitrogen N ₂ | 1.2505 -195.8 ¹⁾ | 1.000 0.691 0.855 | 1.448 1.000 1.238 | 1.170 0.808 1.000 |
| Argon Ar | 1.7839 -185.9 ¹⁾ | 1.000 0.836 0.599 | 1.196 1.000 0.717 | 1.669 1.395 1.000 |
| Helium He | 0.1785 -268.9 ¹⁾ | 1.000 0.749 5.988 | 1.336 1.000 8.000 | 0.167 0.125 1.000 |
| Hydrogen H ₂ | 0.08987 -252.8 ¹⁾ | 1.000 0.842 11.894 | 1.187 1.000 14.100 | 0.0841 0.0708 1.000 |
| Methane (LNG) CH ₄ | 0.72 -162 ¹⁾ | 1.000 1.490 | 1.584 2.360 | 0.67 1.000 |
| Propane C ₂ H ₈ | 2.0037 -42.6 ¹⁾ | 1.000 0.535 | | 1.869 1.000 |
| Carbonic acid CO ₂ | 1.9768 -78.5 ¹⁾ | 1.000 0.541 | | 1.849 1.000 |

¹⁾ Boiling temperature in °C at 760 Torr

²⁾ „m³“ refers to a gaseous conditions at 1 bar and 15 °C

³⁾ „l“ is calculated for normal boiling point at 1 bar

Table 1

Lieferumfang Product Range



Folgende vakuumisolierte CRYOFLEX® Transferleitungen für flüssige Gase können geliefert werden:

Flexible Standardleitungen

- für flüssige, nicht brennbare Gase, wie LN2, CO2
- für flüssige, brennbare Gase, wie LOX

Flexible Sonderleitungen

- mit verringertem Wärmeeinfall, für Gase wie LHe, LH2
- für flüssige Gase, mit Gasrückführung
- für flüssige Gase, mit Schirmkühlung, Typ CERN (4-fach-Leitung)
- für flüssige Gase, mit Gasrückführung und Schirmkühlung, Typ JET (6-fach-Leitung)

Flexible und hochflexible Kurzleitungen mit Enden (bis 5 m Länge)

Starre Leitungen und Verteilsysteme.

Sonderausführungen nach Kundenspezifikation

Heber für flüssige Gase

CRYOFLEX®-Phasentrenner mit Niveauregelung

CRYOFLEX®-Entgasungssystem

Zubehör

- Verbindungen und Kupplungen sowie Gegenstücke für alle Leitungen
- T-Abzweige, Kreuzstücke, Winkel etc.
- Ventile (siehe Seite 22)
- Kleinzubehör

The following vacuum insulated CRYOFLEX® Transfer Lines for liquid gases can be supplied:

Standard flexible lines

- for liquid, nonflammable gases like LN2, CO2
- for liquid, flammable gases like LOX

Special flexible lines

- with reduced heat loss for gases like LHe, LH2
- for liquid gases with gas return
- for liquid gases with screen cooling CERN type (4 tube design)
- for liquid gases with gas return and screen cooling JET type (6 tube design)

Flexible and high flexible short lines with terminations (up to 5 m length)

Rigid lines and distribution systems

Special lines to customer's specifications

Syphons for liquid gases

CRYOFLEX® phase separator with level control

CRYOFLEX® degassing unit

Accessories

- Joints, connections, couplings and counterpieces for all lines
- T-pieces, elbows and cross connections
- Valves (see page 22)
- Small hardware and accessories

Allgemeine Informationen

General Information

CRYOFLEX®-Transferleitungen sind vakuumisolierte, biegbare Leitungssysteme mit zwei oder mehreren konzentrisch angeordneten Wellrohren.

Die Leitungen werden in der Fabrik mit Endstücken versehen, leckgeprüft und evakuiert. Die Montage auf der Baustelle ist einfach und kostengünstig.

CRYOFLEX® flexible, vacuum insulated Transfer Lines consist of two or more concentric, flexible, corrugated tubes.

The lines, together with their associated terminations and hardware, are assembled, leak-tested and evacuated at the factory. This permits simple and cost-saving installation at customer's site.

Typenreihe für Standardleitungen

FGL 14/34

FGL 21/44

FGL 30/58

FGL 39/66

FGL 60/110

andere Typen auf Anfrage

Types for Standard Lines

FGL 14/34

FGL 21/44

FGL 30/58

FGL 39/66

FGL 60/110

other types available on request



CRYOFLEX®-Standard-Transferleitungen

Standard CRYOFLEX® Transfer Lines



Aufbau

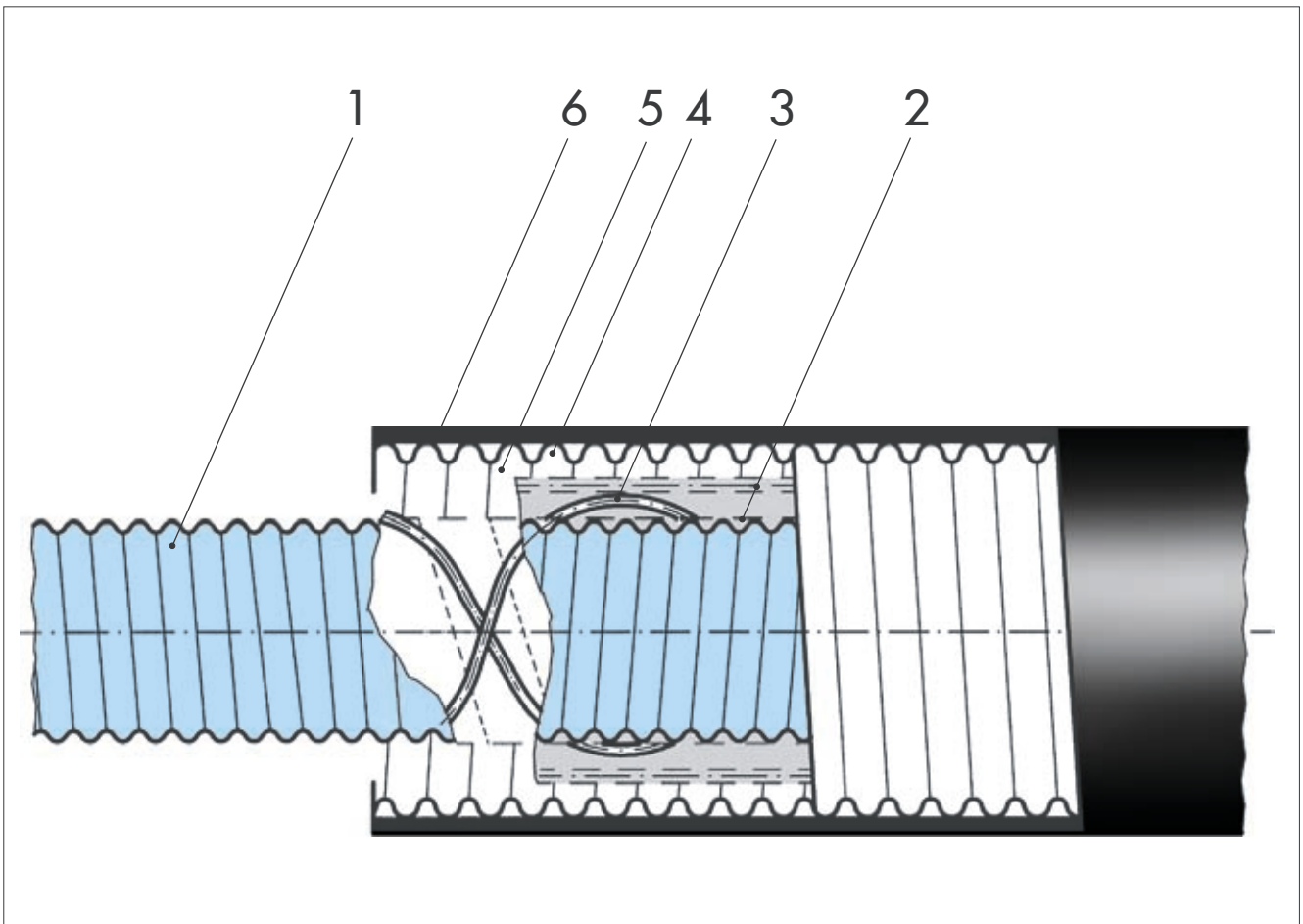
Aufbau einer 2-fach konzentrischen Standardleitung für flüssige Gase

1. spiralförmig gewelltes Edelstahl-Innenrohr, längsnahtgeschweißt
2. n Lagen Superisolierung (beidseitig Al-bedampfte PET-Folie) mit Abstandshaltervlies aus PP zwischen den einzelnen Lagen
3. verlustarmer Abstandshalter
4. spiralförmig gewelltes Edelstahl-Außenrohr
5. Vakuumraum
6. äußerer PE-Schutzmantel

Design

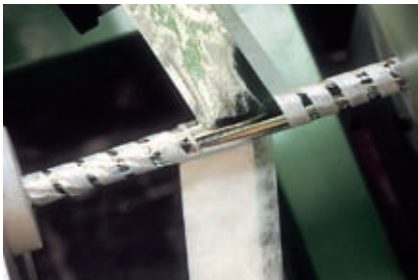
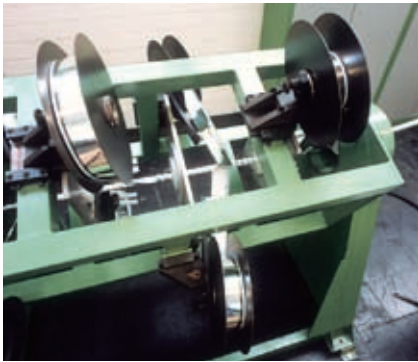
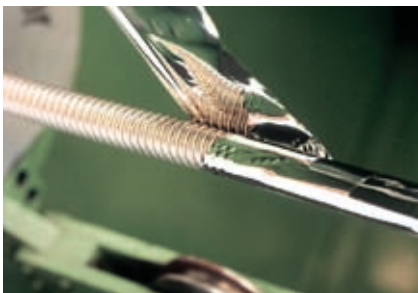
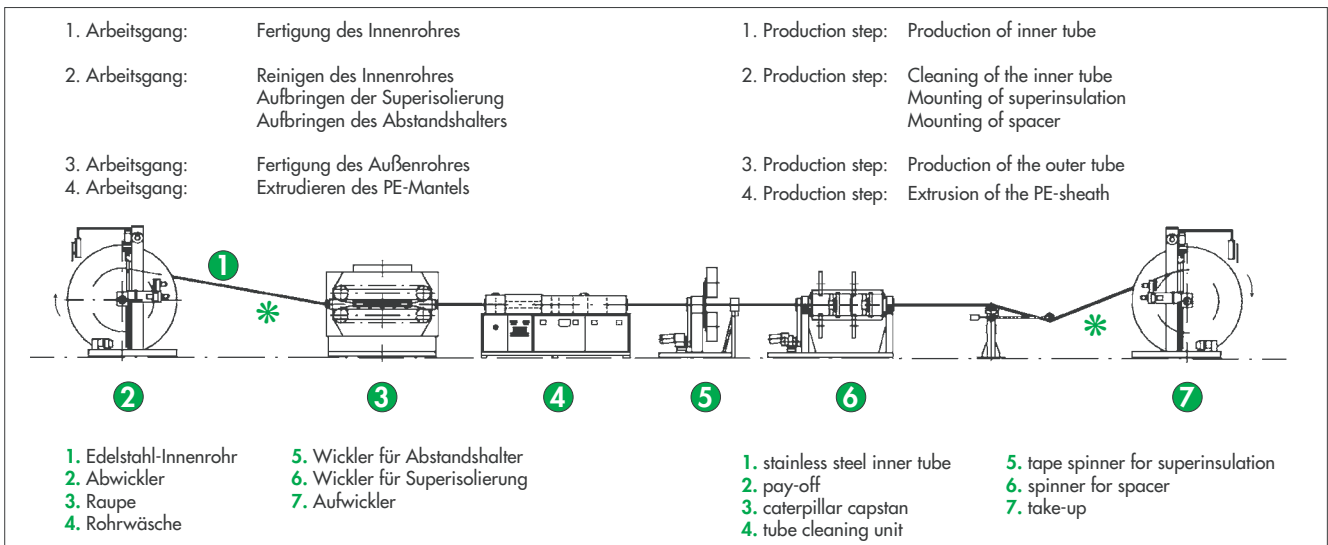
Design of a two-tube coaxial Transfer Line for liquid gases

1. helically corrugated and longitudinally welded stainless steel inner tube
2. n layers of superinsulation (both sides of the PET-foil are AL-coated) with PP spacer fleece between the layers
3. low loss spacer
4. helically corrugated, longitudinally welded stainless steel outer tube
5. vacuum space
6. protective outer PE-jacket



Fertigung von Transferleitungen

Fabrication of Transfer Lines



Fertigung von Transferleitungen

Die Innenrohre werden kontinuierlich nach dem Uniwema-Verfahren längsnahtgeschweißt (WIG). Nach einer kontinuierlichen Außenreinigung werden im gleichen Arbeitsgang die Superisolierung und der Abstandshalter aufgebracht. In einem dritten Arbeitsgang wird jetzt das Außenrohr um das Innenrohr geformt, verschweißt und gewellt (WIG-Verfahren).

Auf diese Weise können theoretisch in der Länge unbegrenzte Transferleitungen hergestellt werden. Von diesen Längen wird dann die für den jeweiligen Auftrag erforderliche Länge geschnitten. In der Praxis wird wegen der physikalischen Grenzen eine Fertigungslänge auf ca. 100 m begrenzt. Sie wird mit Endverbindungen versehen, die ebenfalls aus Edelstahl bestehen und komplett verschweißt sind (WIG).

Alle Rohre werden einer He-Leckprüfung mit einer Empfindlichkeit von 10^{-9} mbar l/sec unterworfen. Anschließend wird der Vakuumraum auf Betriebsvakuum gebracht und verschlossen.

Peinlichste Sauberkeit und ausgewählte Gettermaterialien, die an den Enden eingebracht werden, sorgen für ein Permanentvakuum, auf das wir zwei Jahre Gewährleistung geben.

Fabrication of Transfer Lines

The inner tubes are continuously welded and corrugated using the Uniwema (TIG welding) process. The outer surface of the inner tube is cleaned through a continuous process, while the superinsulation and the spacers are mounted around the tube. The outer tube is then formed, welded and corrugated around the inner tube in a subsequent continuous process.

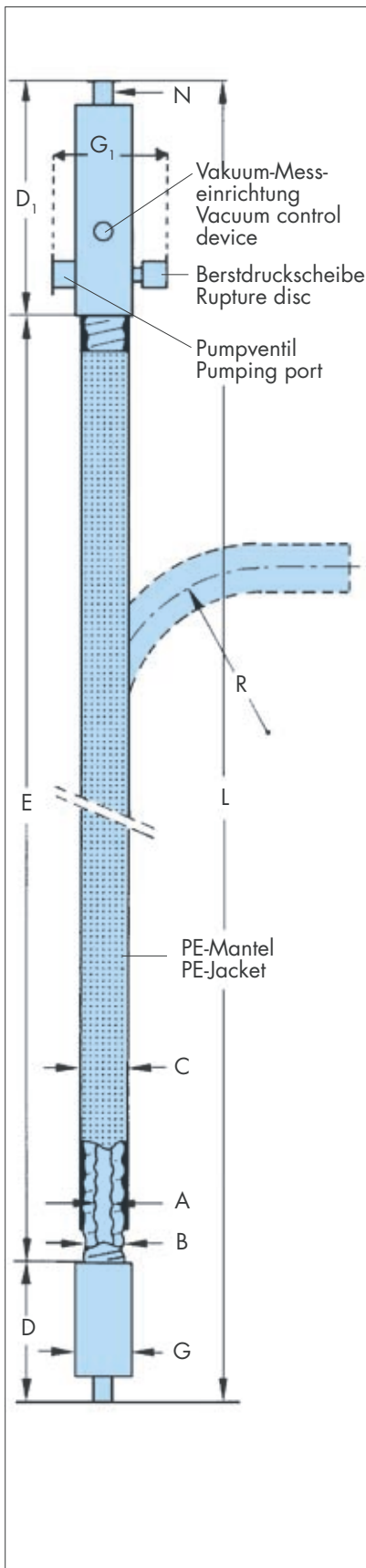
The length of the continuously produced tube is theoretically unlimited. Individual lengths are cut as required in the order. Because of evacuation restrictions lengths are limited to 100 m. In the next step, the stainless steel terminations are welded to the line ends. All welding operations are done through TIG welding.

All tubes are helium leak-tested with a sensitivity of 10^{-9} mbar l/sec. Following the leak test, the vacuum space is pumped down to the operation vacuum level and properly sealed.

The vacuum integrity is guaranteed for two years as a result of the high degree of cleanliness observed during production and from the use of a specially selected getter material inside the vacuum space.

Abmessungen und technische Daten

Dimensions and Technical Data



| Beschreibung Description | | Abmessungen in mm Dimensions (mm) | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|
| I.D. des Innenrohres I.D. of inner corrugated tube | A | 14 | 21 | 30 | 39 | 60 |
| A.D. des Außenrohres O.D. of outer corrugated tube | B | 34 | 44 | 58 | 66 | 110 |
| A.D. des PE-Mantels O.D. of PE-jacket | C | 38 | 48 | 62 | 70 | 115 |
| Länge des starren Rohrendes Length of rigid tube end | D | 175 | 190 | 205 | 210 | 250 |
| Länge des biegbaren Rohres Length of bendable tube | D ₁ | 335 | 340 | 355 | 360 | 470 |
| Länge des starren Rohrendes O.D. of rigid tube end | E | nach Kundenwunsch to be specified by customer | | | | |
| A.D. des starren Rohrendes O.D. of rigid tube end | G | 54 | 54 | 76 | 76 | 128 |
| Gesamtlänge Overall length | G ₁ | 170 | 170 | 190 | 190 | 240 |
| Gewünschte Verbindung Desired connection | L | praktisch unbegrenzt almost unlimited | | | | |
| Min. Biegeradius Min. bending radius mehrere Biegungen several bends einmalige Biegung one bend | N | Standardverschraubungen oder nach Kunden- spezifikation Standard couplings or to customer's specification | | | | |
| Wärmeverlust bei -196 °C (W/m) Heat loss at -196 °C (W/m) | R | 600 | 700 | 900 | 1100 | 2000 |
| Gewicht/Meter (kg) Weight/Meter (kg) | R | 300 | 350 | 450 | 550 | 1000 |
| Wärmeverlust bei -196 °C (W/m) Heat loss at -196 °C (W/m) | | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
| Gewicht/Meter (kg) Weight/Meter (kg) | | 0,5 | 0,8 | 1,3 | 1,7 | 4,0 |

Weitere Abmessungen auf Anfrage
Further dimensions on request

Tabelle 2/Table 2

Werkstoff:

Austenitische Edelstahl 1.4306/1.4541/1.4571/1.4429/1.4404
(304L/321/316Ti/F316LN/316L)

Andere Werkstoffe auf Anfrage

Zulässiger Betriebsdruck: 20 bar lt. TÜV

Material:

Austenitic stainless steel 1.4306/1.4541/1.4571/1.4429/1.4404
(304L/321/316Ti/F316LN/316L)

Other materials on request

Allowable operating pressure: 20 bar (TÜV certification)

Enden und Verbindungen

Terminations and Couplings

Enden und Verbindungen

Für die CRYOFLEX®-Standardleitungen sind zwei Typen von Standardenden üblich:

1. Standardende mit unisolierter Verschraubung (Arbeitsblatt Nr. L 001)
2. Steckkupplung vakuumisoliert (Johnston Typ) (Arbeitsblatt Nr. L 002)

Ein Ende ist bei jeder Leitung mit einem Pumpventil, einer Berstscheibe und einem Vakuumsensor versehen (1 zusätzliches Pumpventil für Längen über 30 m).

3. Verbindungen für Standardenden
 - a) Verschraubung (Arbeitsblatt Nr. L 003/004)
 - b) nach Kundenspezifikation

Terminations and Couplings

Standard CRYOFLEX® Lines can be terminated in two different ways:

1. Standard termination (see working sheet No. L 001) with screw type coupling non-insulated
2. Plug-in type couplings vacuum insulated (Johnston type) (see working sheet No. L 002)

One termination of each line is provided with a pumping port, a rupture disk and a vacuum sensor. A second pumping port is required for lines over 30 m length.

3. Couplings for standard terminations
 - a) Screw type coupling (working sheet No. L 003/004)
 - b) according to customer's designs



Standardende, unisoliert
Standard termination non-insulated



Steckkupplung
Plug-in coupling

Durchsatz und Druckverluste für LN2

Gas Flow and Pressure Losses for LN2

| Länge length m | Max. Durchsatz max. flow l/h | Max. Durchsatz max. flow l/h | Max. Durchsatz max. flow l/h | Max. Durchsatz max. flow l/h | Max. Durchsatz max. flow l/h | Max. Durchsatz max. flow l/h | Max. Durchsatz max. flow l/h | Max. Durchsatz max. flow l/h |
|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| | 14 mm dia | 21 mm dia | 30 mm dia | 39 mm dia | 14 mm dia | 21 mm dia | 30 mm dia | 39 mm dia |
| 20 | 442 | 1232 | 2824 | 6213 | 606 | 1643 | 3800 | 8318 |
| 40 | 308 | 852 | 2003 | 4467 | 421 | 1171 | 2670 | 5956 |
| 60 | 241 | 698 | 1643 | 3594 | 339 | 955 | 2208 | 4878 |
| 80 | 205 | 606 | 1386 | 3184 | 293 | 822 | 1900 | 4262 |
| 100 | 180 | 534 | 1273 | 2824 | 257 | 739 | 1746 | 3800 |
| | Druck = 3 barg pressure = 3 barg | | Druckverlust = 2 bar pressure drop = 2 bar | | Druck = 5 barg pressure = 5 barg | | Druckverlust = 4 bar pressure drop = 4 bar | |

Tabelle 3/Table 3

Druckverluste

Die Grundlage für das Strömungsverhalten in Wellrohren ist in der Dissertation von K. Kauder, TU Hannover, 1971, für die 1-phasige Strömung untersucht worden.

Wir sind gern bereit, Druckverlustberechnungen durchzuführen. Dazu werden folgende Daten benötigt:

- strömendes Medium
- Tankdruck
- Leitungslänge
- geforderter Durchsatz
- Höhendifferenz der Leitungsführung

Die etwas höheren Druckverluste in Wellrohren werden gegenüber Glattrohren durch einen etwas größeren Durchmesser kompensiert (ca. 20 %).

Pressure Loss

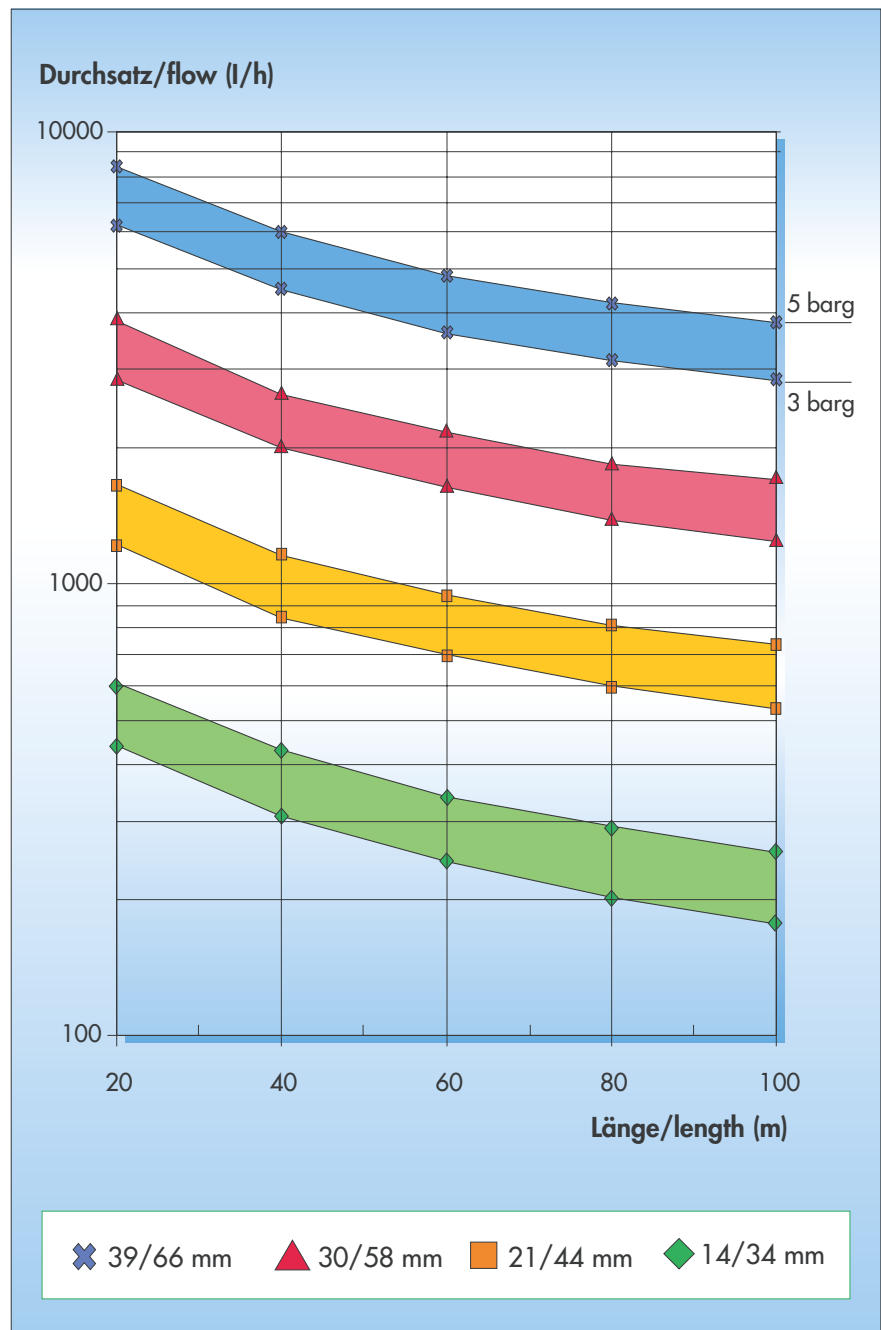
The basic principle of the flow characteristics for single-flow in corrugated tubes has been investigated and reported (ref.: K. Kauder, Ph.D.Th., Technical University Hannover, 1971).

Based on this work and other experimental data, we are able to carry out dynamic pressure drop calculations.

The following data are required:

- type of gas
- tank pressure
- line length
- required flow capacity
- hydrostatic height difference of the line run

As compared to smooth tubes of equivalent diameter, the slightly higher pressure drop of corrugated tubes is compensated by increasing the inner diameter (approx. 20 %)



Bögen und Abzweige

Bends and Branches

Bögen und Abzweige

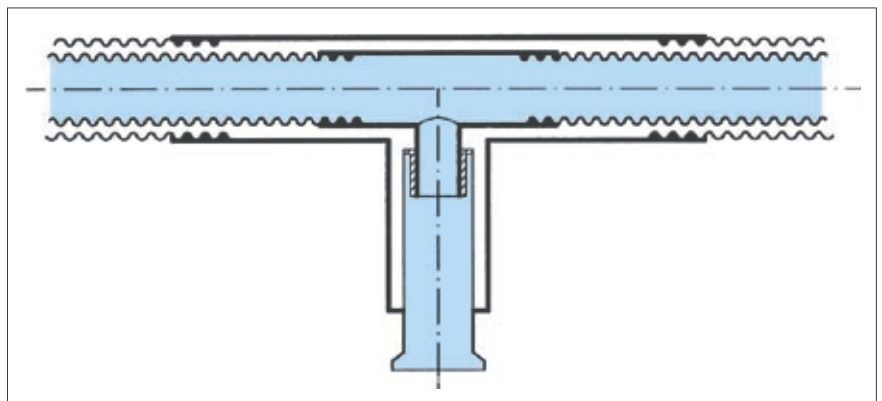
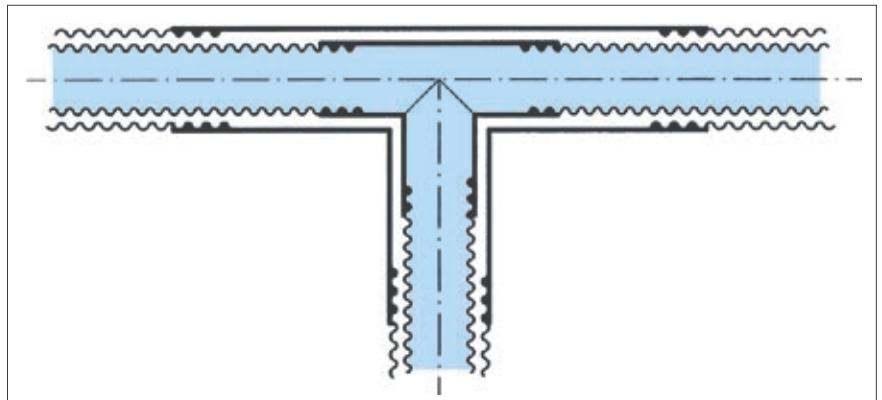
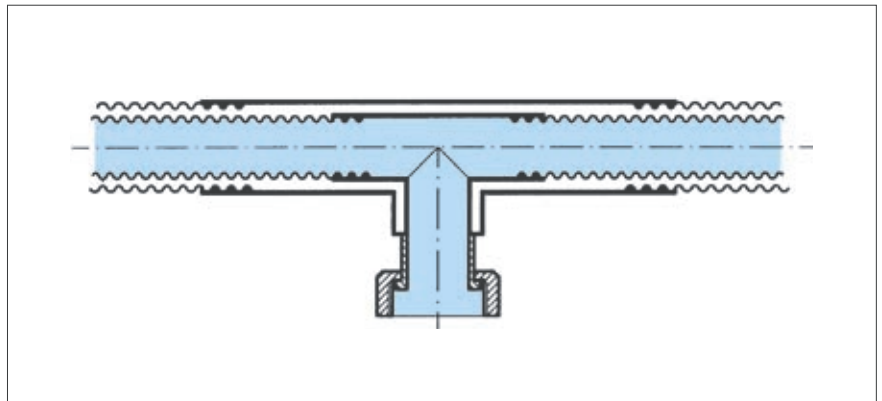
Separate Bögen sind im Regelfall nicht erforderlich, da die Leitungen selbst entsprechend gebogen werden können. Die empfohlenen und minimalen Biegeradien ergeben sich aus Tabelle 2 (Seite 9).

T-Stücke und Abzweige sind in verschiedenen Ausführungen möglich, je nach Installationsmöglichkeit und zulässigem Wärmeeinfall.

Bends and Branches

Under most conditions bends are not required for CRYOFLEX® because the line can be bent into shape. Table 2 (page 9) shows the minimum bending radii.

Different types of T-pieces and T-branches are available, depending on the acceptable heat inleak and possible space limitations during the installation of the line.

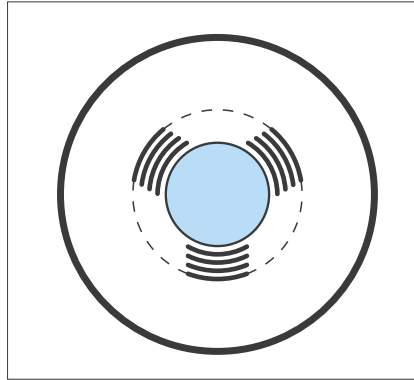


CRYOFLEX®-Flüssiggasleitungen

CRYOFLEX® Transfer Lines for Liquid Gases

1. Standardleitungen

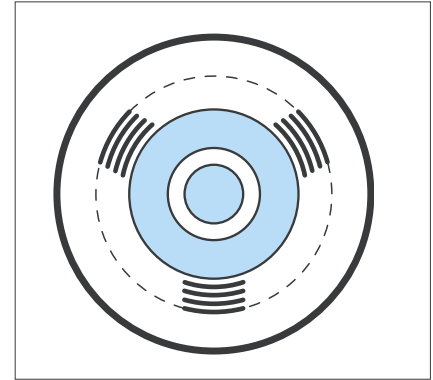
1. Standard Lines



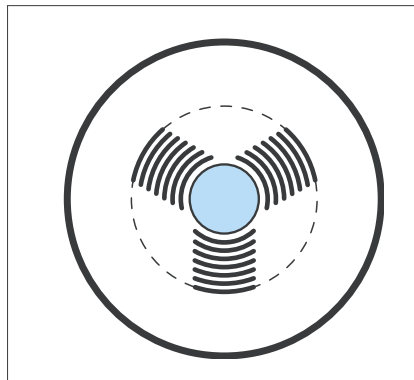
2-Rohr Leitung, vakuumisoliert,
ca. 0,4 - 1,2 W/m
Vacuum insulated 2-tube design,
about 0,4 - 1,2 W/m

2. Spezialleitungen

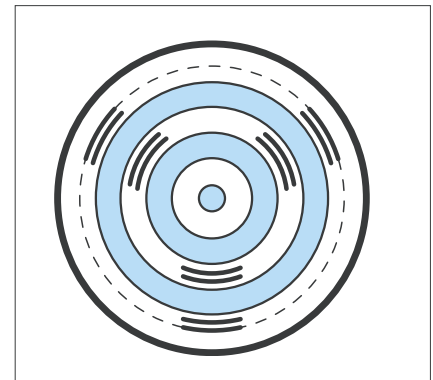
2. Special Lines



4-Rohr Leitung, vakuumisoliert mit
Schirmkühlung (CERN-Typ)
Vacuum insulated 4-tube design with
cooling screen (CERN type)



2-Rohr Leitung, vakuumisoliert,
ca. 0,3 W/m
Vacuum insulated 2-tube design,
about 0.3 W/m



6-Rohr Leitung, vakuumisoliert für
3 Stoffströme (JET-Typ)
Vacuum insulated 6 tube design for
carrying three gases

CRYOFLEX® für brennbare Gase

CRYOFLEX® for Flammable Gases

Diese Leitungen unterscheiden sich äußerlich nicht von den Stickstoffleitungen. Alle brennbaren Materialien im Vakuumraum werden durch nicht brennbare Materialien ersetzt. Alle medienführenden Teile, wie Innenrohr und Anschlüsse, werden zur Entfernung evtl. noch vorhandener fetthaltiger Rückstände einer Spezialbehandlung unterzogen.

The external appearance of these special application lines does not differ from the standard lines. However, in the vacuum space all flammable materials are replaced by non-flammable materials. Furthermore, all metal parts which come into contact with the flammable material pass through an additional special cleaning process.

Verlustarme Spezialleitungen Special Design



Verlustarme Spezialleitungen für flüssiges Helium und andere tief-siedende Gase

Für den Transport von flüssigem Helium oder anderen tiefsiedenden Gasen sind die Wärmeverluste der Standardleitungen und der Sonderleitungen, die im vorhergehenden Kapitel beschrieben sind, nicht akzeptabel. Hierfür lassen sich, je nach Kundenanforderung, Spezialleitungen, basierend auf dem Wellrohrprinzip, konzipieren. Es sind Verlustraten von wenigen mW/m erreichbar.

Folgende Standardwellrohre stehen zur Verfügung:

10/13; 14/18; 21/25; 30/34;
39/44; 46/52; 51/58; 60/66;
75/85; 84/92; 100/110; 127/143;
147/163; 198/220; 264/300

Die auf Seite 13 dargestellten Leitungskonstruktionen wurden bisher von uns ausgeführt. Sie sind weitgehend nach Kundenanforderungen entwickelt worden. Es sind grundsätzlich auch andere Lösungen denkbar. Für weitere Informationen verweisen wir auf die Arbeitsblätter Gruppe SL.

Special Design for Liquid Helium and other Gases with Low Boiling Point

For the flow of liquid helium and other gases with low boiling point, the heat loss of standard CRYOFLEX® lines and the lines covered under the former section is not acceptable. Special Transfer Lines with heat losses of only a few mW/m can be designed to customer's specifications.

The following standard tubes are available:

10/13; 14/18; 21/25; 30/34;
39/44; 46/52; 51/58; 60/66;
75/85; 84/92; 100/110; 127/143;
147/163; 198/220; 264/300

Lines delivered up to the present date are illustrated on page 13. Most of them were designed to special customer's requirements. Many other designs are possible. For further information please refer to working sheets group SL.



CRYOFLEX®-Transferleitungen für flüssigen Wasserstoff (-252,8 °C) und flüssigen Sauerstoff (-183 °C)

Leitungsstücke von ca. 100 m Länge überbrücken die 300 m Distanz zwischen Vorratstank und Prüfstand für den Vulcain Raketenmotor der Trägerrakete ARIANE 5.

CRYOFLEX® Transfer Lines for liquid hydrogen (-252,8 °C) and liquid oxygen (-183 °C)

Component lengths of 100 m combined to cover the 300 m between storage tanks and test stand for the Vulcain rocket motor destined for the ARIANE 5 launch vehicle.

Verpackung und Transport

Packing and Transport



Verpackung

Für Leitungen wird je nach Abmessung, Länge und Lieferentfernung eine der folgenden Verpackungsarten gewählt:

- Ring, zum Schutz der Enden mit Luftpolsterfolie umwickelt
- Palette
- Leichtbaukiste oder Karton
- Holzkiste/Verschlag
- Kabeltrommel

Packing

Various types of packing are available, depending on the dimensions of the line and distances to the delivery site, such as:

- coil, wrapped with bubble wrap for protection of the terminations
- pallet
- lightweight box or carton
- wooden case/crate
- cable drum



Verlegung und Montage Installation Instructions

Verlegung und Montage

Da die Transferleitung mit Enden versehen und bereits evakuiert ist, reduzieren sich die Arbeiten auf der Baustelle auf ein Minimum.

Wegen ihrer Flexibilität kann die Leitung wie ein Kabel abgerollt, durch Wanddurchbrüche geführt und einfach in die gewünschte Position gebracht werden.

Bei einmaliger Biegung während der Montage können die Biegeradien deutlich reduziert werden.

Durch die Leitungsführung und Ausformung der Bögen können evtl. vorhandene Längendifferenzen kompensiert werden.

Die Befestigung an Decke und Wand kann mit Kabelschellen oder Rohrhalterungen erfolgen.

Bei Bedarf kann ein Spezialist von uns zur Montageüberwachung bzw. Einweisung angefordert werden.

Installation Instructions

The on-site installation work is reduced to a minimum because the Transfer Lines are delivered from the factory completely assembled and evacuated.

The flexibility of the line permits to handle it like a cable: it can be uncoiled, passed through holes in the wall and easily positioned.

If the line is bent only once during installation, the bending radii may be reduced significantly.

Possible errors in measurement of line routing can be compensated for by proper positioning of the line and forming of the bends.

The lines can be attached to walls or ceilings through the use of standard pipe clamps.

On-site technical assistance is available.



Anwendungen von CRYOFLEX®-Transferleitungen

Applications of CRYOFLEX® Transfer Lines

Lebensmittel

Schockgefrieren von Lebensmitteln
 – Frischobst/-gemüse
 – Fisch
 – Bäckereiprodukte
 – Fleischverarbeitung
 – Fertiggerichte
 Kaltmahlen von Gewürzen
 Kutteln von Wurstmassen

Metallurgie

Stranggießen von Stahl
 Strangpressen von Aluminium
 Restaustenitumwandlung

Kunststoffverarbeitung

Entgraten von Gummiformteilen
 Hohlkörperblasen

Recycling

Zerkleinern von Autoreifen
 Zerkleinern von Startermotoren
 Entlacken
 Entgummieren
 Rohstoff-Rückgewinnung bei
 Verbundwerkstoffen

Medizin

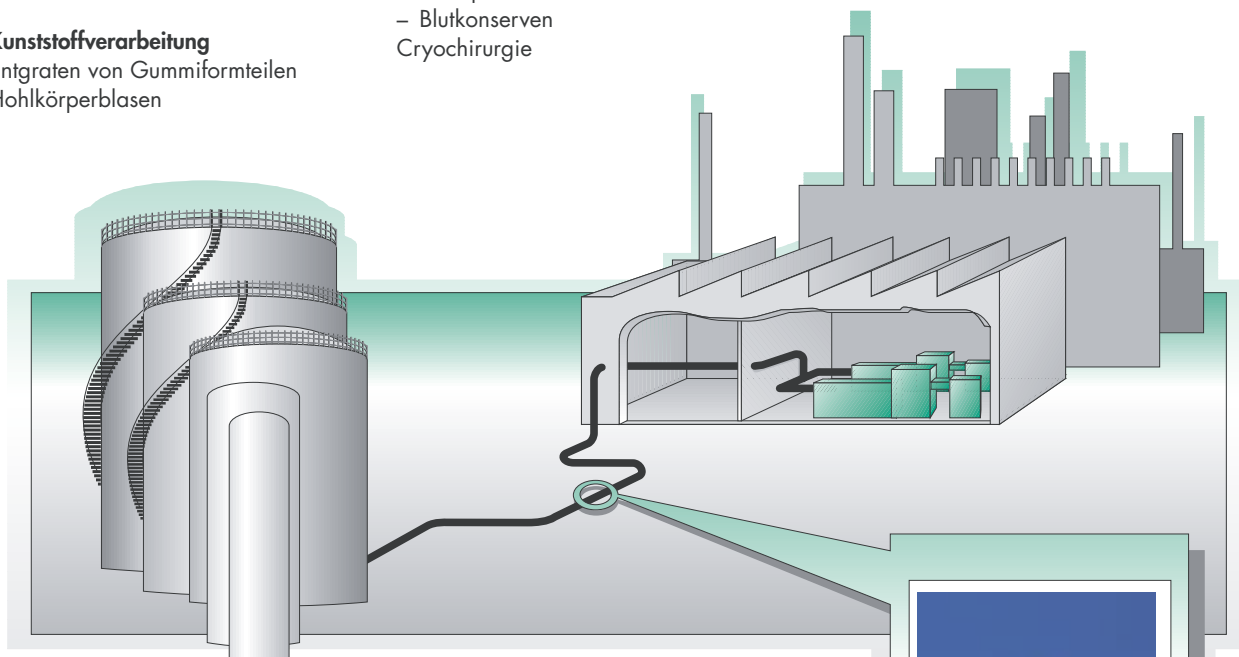
Rheumabehandlung
 Kernspintomographie
 Einfrieren von:
 – Samen, Bakterienkulturen
 – Transplantaten
 – Blutkonserven
 Cryochirurgie

Fertigungstechnik

Kaltdehntechnik
 Kühlfallen in Vakuumanlagen z. B.
 – Bedampfen von Teilen
 – Beschichten
 – Metallisieren von Glas und Kunststoffen
 – Lampenherstellung
 – Herstellung von Halbleitern und
 Microchips

Sondergebiete

Betonkühlen
 Einfrieren von Erdreich
 Rohrfrosten



Frozen Foods

– Fruit and Vegetables
 – Fish and Seafood
 – Bread and Pastry Products
 – Meat Processing
 – Ready-to-serve-Meals
 – Spice Cryogrinding
 – Sausage

Metallurgy

Continuous Steel Casting
 Aluminum Extrusion
 Austenite Decomposition

Processing of Plastics

Deburring of Rubber Articles
 Blow-forming of hollow Pieces

Recycling

Tire Re-milling
 Crushing of Starter Motors

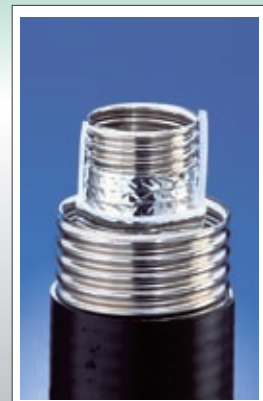
Cryo-cleaning of lacquered Parts
 Removal of Rubber Lining
 Recycling of composite Materials

Medicine

Rheumatism Therapies
 Nuclear Magnetic Resonance
 Freezing of
 – Sperm and bacterial Cultures
 – Transplants
 – Blood Conserves
 Cryosurgery

Production Technology

Cold Expansion
 Cold Traps in Vacuum Equipment, such as
 – Part Vapor-depositing
 – Coating
 – Glass and Plastics Metallizing
 – Bulb Production
 – Semiconductor and microchip



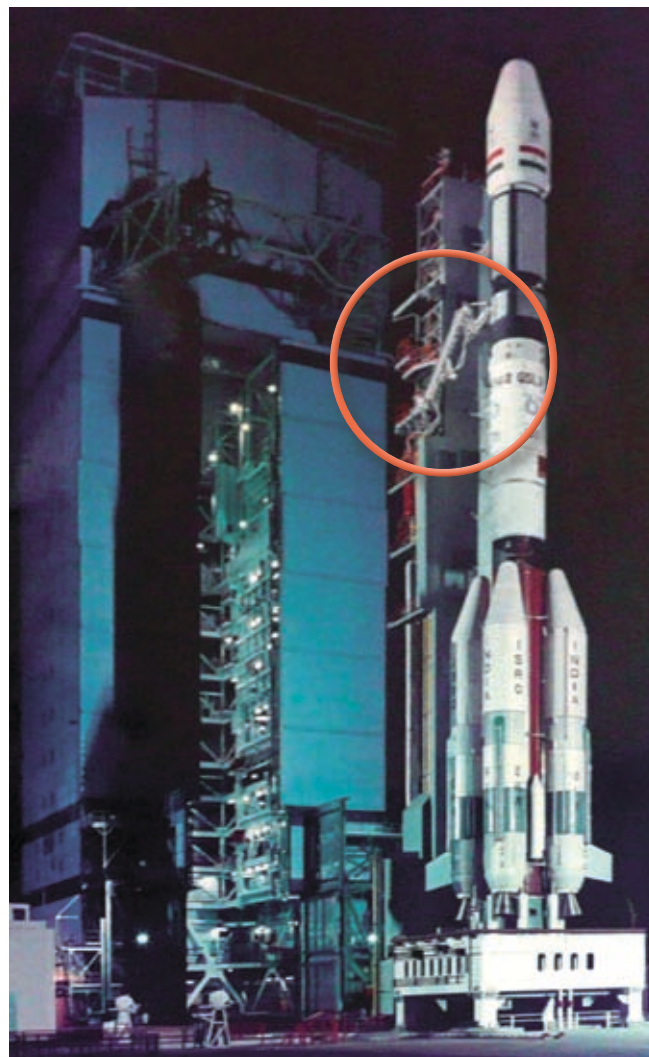
Special Applications

Concrete Cooling
 Ground Freezing
 Pipe Freezing

Sonderanwendungen Special Space Flight Applications



ARIANE Rakete
ARIANE rocket



Nexans LH2 und LOX Transferleitungen für die
indische Trägerrakete
Nexans LH2 and LOX Transfer Lines for the Indian Launch
Vehicle Rocket



Lange Transferleitungen für LH2
Long Transfer Lines for LH2

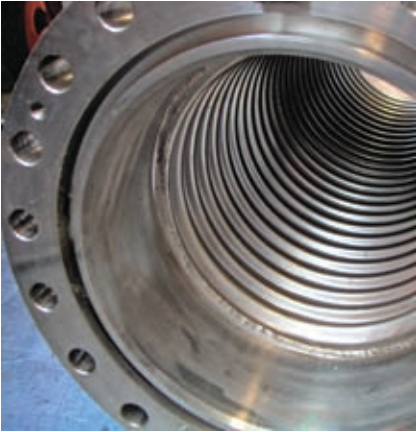


Kupplung einer CRYOFLEX®-Leitung im Schacht
Coupling of a CRYOFLEX® Line in a ditch



Verlegung einer langen Transferleitung (LOX)
Laying of a long Transfer Line (LOX)

Sonderanwendungen LNG Applications



Montage einer vakuumisolierten
LNG CRYOFLEX®-Transferleitung
Länge: 150 m
Innendurchmesser: 84 mm

Installation of a vacuum insulated
LNG CRYOFLEX® Transfer Line
Length: 150 m
Inner diameter: 84 mm

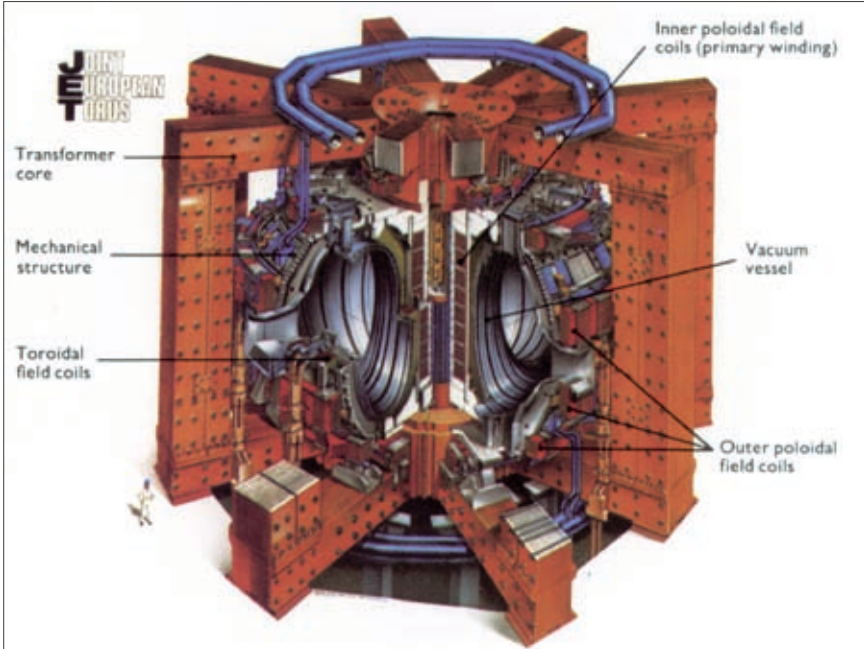


Transfer von LNG in einer dynamischen Anwendung als Schiff-zu-Schiff-Tandem entsprechend des OCT (Offshore Cryogenic Transfer) Systems. Dieses Konzept ist in der Entwicklung mit den unten genannten Firmen.

Transfer of LNG in a dynamic application as ship-to-ship tandem according the OCT (Offshore Cryogenic Transfer) system. This concept is under development with



Sonderanwendungen Special Fusion Applications



Torus für Fusionsexperimente bei JET
Torus for fusion experiments at JET



Schildgekühlte He-Leitung
Screen cooled He-line



Supraleitendes LTS-Kabel
LHe Kühlung
3-Kanal Strömungssystem
Superconducting LTS cable
LHe cooling
3-channel flow system



Supraleitendes LTS-Kabel für die Fusionsforschung in Japan (NIFS)

Superconducting LTS cable for Fusion Science in Japan (NIFS)

Sonderanwendungen Special HTS Applications



Fertigung von vakuumisolierten CRYOFLEX®-Leitungen für HTS-Kabel

Production of vacuum insulated CRYOFLEX® Cryogenic Envelopes for HTS Cables

Kryostate für Systeme mit supraleitenden Elementen

In den letzten Jahren gewinnt neben der eigentlichen Entwicklung der Hochtemperatur-Supraleiter-Materialien die Systementwicklung immer mehr an Bedeutung. Zu einem solchen System gehört neben dem eigentlichen Aggregat immer auch die thermische und elektrische Isolierung sowie die Kühlung.

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung in der Kryotechnik kombiniert mit dem Know-How der Entwicklung und Produktion von Hochspannungskabeln können wir komplette Systeme für solche Anwendungen anbieten.

In Zusammenarbeit mit American Superconductor, Air Liquide, LIPA (Long

Island Power Authority) und Nexans wurde das weltweit erste Supraleiterkabel (600 m) gefertigt, das in ein bestehendes Netz integriert ist.

In diesem Projekt konnten wir auf unser langjähriges Know-How sowohl der Fertigung als auch der Integration des Kryostaten in das System zurückgreifen.

Bereits in der Vergangenheit hat Nexans mehrfach Kryostate für Supraleiterkabel geliefert: NKT 1999, National Institute for Fusion Science - Japan 1998, supraleitendes HF-Kabel 1998, verschiedene supraleitende Energiekabel mit einem warmen oder kalten Dielektrikum seit 2003.



Cryostats for superconducting systems

Besides the development of superconducting materials the development of superconducting systems becomes more and more important. Such systems include thermal and electrical insulation and the cooling system.

Due to our experience in cryogenic technologies combined with the know how of the development and production of high voltage cables we are in the position to offer complete systems for superconducting devices.

In close collaboration with American Superconductor, Air Liquide, LIPA (Long

the world wide first superconducting cable (600 m) has been produced and installed in an existing grid.

In this project we were able to bring in the know-how of many years of production and integration of the cryogenic envelope.

In the past Nexans delivered several cryogenic envelopes for superconducting cables: NKT 1999, National Institute for Fusion Science - Japan 1998, Superconducting RF-Cable 1998, different superconducting energy cable with warm or cold dielectricum since 2003.



LIPA Supraleiterkabel 3 x 600 m
LIPA Superconducting Cable 3 x 600 m

Zubehör Accessories



Kugel-Handventil
Manual ball valve



Handventil unisoliert
Manual valve non-insulated



Handventil vakuum-
isoliert
Manual valve vacuum
insulated



Sicherheitsventil
unisoliert
Safety valve non-
insulated



T-Stück am Rohr
T-connection at a tube



Motorventil vakuum-isoliert
Motor driven valve vacuum insulated

Zu den Leitungen ist diverses Zubehör lieferbar.

Für folgendes Zubehör liegen separate Arbeitsblätter vor:

- Phasentrenner mit elektronischer Niveauregelung (Nr. Z 001)
- Entgasungssystem mechanisch (Nr. Z 003/1)
- Heber für flüssige Gase (Nr. SL 040)
- Kugelventil für Tieftemperaturanwendung (Nr. Z 009/010)
- Sicherheitsventil (Nr. Z 011)
- Pneumatisches Ventil (Nr. Z 007)
- Motor-Kugel-Absperr-Kaltventil (Nr. Z 006)

Various accessories are available.

Working sheets are available for the following accessories:



Pneumatisches Ventil
Pneumatically actuated valve



Pneumatisches Ventil mit Steckkupplung
Pneumatically actuated valve with Johnston couplings



Entgasungssystem mechanisch
Degassing system mechanical design



Phasentrenner 150 l
Phase separator 150 l

Referenzen

References

Neben vereinzelten Endkunden sind im Wesentlichen die Lieferanten von flüssigem Stickstoff die Hauptabnehmer unserer Standardleitungen. Hier sind zu nennen:

In addition to some end users, major liquid nitrogen suppliers are our most important customers for standard lines (see reference list on the right):

Spezialleitungen für flüssiges Helium, Wasserstoff und andere Gase werden in den großen Forschungsinstituten weltweit eingesetzt:

Special Transfer Lines for liquid Helium, Hydrogen, and other gases are used at major research institutes around the world:

Kryostate für HTS-Kabel
Cryostats for HTS Cables

Linde

Messer Industriegase
AGA
Air Products
Air Liquide
Westfalen AG
Sauerstoffwerk Friedrichshafen
Riessner Werke
PanGas
Carbagas
Hede Nielsen
Hydrogas
INA Schaeffler
Statoil

Deutschland/Germany

FZK
DESY
KFA
DLR
GSI
MPI
BESSY

Schweiz / Switzerland

CERN
PSI
Université de Genève

England / England

JET
CLRC
SERC

Frankreich / France

CEA
LURE
SEP

Italien / Italy

INFN

USA

SLAC
GA
CEBAF
ORNL
Fermilab

Japan

KEK
NIFS
TNSC

Indien / India

ISRO

Taiwan

NSSRC

China

Dänemark / Denmark
Mexiko / Mexico
Russland / Russia

Deutschland, Österreich, Griechenland, Polen, Ungarn, Schweiz / Germany, Austria, Greece, Poland, Hungary, Switzerland
Deutschland / Germany
Deutschland, Schweden / Germany, Sweden
Deutschland, Frankreich / Germany, France
Deutschland, Frankreich, Österreich / Germany, France, Austria
Deutschland / Germany
Deutschland / Germany
Deutschland / Germany
Schweiz / Switzerland
Schweiz/Switzerland
Dänemark / Denmark
Dänemark / Denmark
Deutschland, China / Germany, China
Norwegen / Norway

Forschungszentrum Karlsruhe
Deutsches Elektronen-Synchrotron
Kernforschungsanlage Jülich
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Gesellschaft für Schwerionenforschung
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik
Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft

European Organization for Nuclear Research
Paul Scherrer Institut, Villigen

Joint European Torus
Rutherford Appleton Laboratories
Daresbury Laboratories

Centre de Recherches Nucleaires, Cadarache
Laboratoire pour L'Utilisation du Rayonnement Electromagn.
Société Européenne de Propulsion

Instituto Nazionale Di Fisica Nucleare

Stanford Linear Accelerator Center
General Atomics
Continuous Electron Beam Accelerator
Oak Ridge National Laboratory
Fermi National Accelerator Laboratory

National Laboratory For High Energy Physics
National Institute for Fusion Science
Taiyo Nippon Sanso

Indian Space Research Organisations

National Synchrotron Radiation Research Center

Innopower
Ultera
Condux
VNIIEP



Global expert in cables and cabling systems

Nexans Deutschland GmbH – Cryogenic Systems
P.O. Box 260 · 30002 Hannover · Kabelkamp 20 · 30179 Hannover
Tel.: +49 511 676-2041, -3250, -3769, -2079 · Fax +49 511 676-2134
eMail: cryoflex.transferlines@nexans.com · www.nexans.de