

LOGSTOR Projektierung TwinPipes



Einleitung

Dieses Handbuch beschreibt, wie man:

- TwinPipe-Rohrsysteme optimal auslegt
- Dehnungsprobleme löst
- TwinPipe-Rohrsysteme verlegt

Rohrdimensionierung, Druckverlust- und Wärmeverlustberechnungen sind gesondert in den Abschnitten "Wärmeverlust" und "Rohrdimensionierung" beschrieben.

Die Projektierungsrichtlinien sind ausgearbeitet worden, um anhand dieses Manuals die Projektierung eines TwinPipe-Rohrsystems auf Grund der technischen Forderungen in der europäischen Norm für Auslegung und Installation von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für die Fernwärme, EN 13941-1 zu erleichtern.

Dieser Norm enthält zur Zeit keine Sonderforderungen für die Projektierung von TwinPipes, da sie erst in der nächsten Fassung der Norm enthalten sein werden. Die angeführten Richtlinien in diesem Projektierungsmanual gründen deshalb auf die Forderungen, die heute für Einzelrohre gelten und mit den erwarteten künftigen Forderungen an TwinPipes in EN 13941-1 sowie die in der Rohrnorm DS/EN 15698-1 gestellten Forderungen.

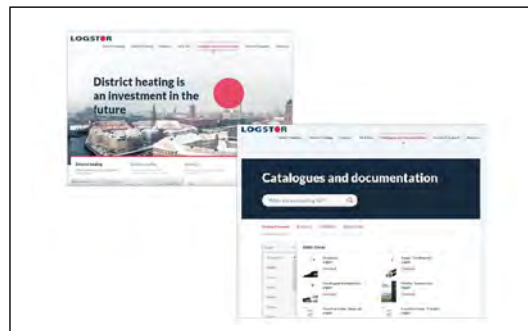
Inhalt

Das Manual
Einhaltung der Projektierungsforderungen
Projektierungshilfe
Voraussetzungen
Projektklassen
Einheiten und Symbole
Systemdefinitionen
Spannungsniveau und Dehnungsberechnung
Beispiele für Spannungsniveau und Dehnungsberechnung
Festlegung des zulässigen Spannungsniveaus
Vor-/Nachteile verschiedener Lösungen für das Spannungsniveau

Manuale

Dieses Manual ist Teil der Manualsammlung von LOGSTOR Denmark Holding ApS, die z.Z. aus folgenden Manualen besteht:

- Produktkatalog
- Projektierung
- Handhabung & Montage



Anwendung des Manuals

Das Manual oder Teile von ihm dürfen nicht ohne die ausdrückliche schriftliche Erlaubnis von LOGSTOR Denmark Holding ApS für externe Anwendung reproduziert werden.

Das Manual enthält LOGSTORs Eingaben zur Wahl und Optimierung unterschiedlicher Rohrsystem-Lösungen. LOGSTOR trägt jedoch keine Verantwortung weder für die Richtigkeit des Manuals noch für die Eignung der hierin vorgeschlagenen Lösungen für einen Zweck. Insofern dieses Manual angewandt wird, erfolgt eine solche Anwendung ausschliesslich auf eigene Verantwortung.

Die Informationen/Anweisungen sind allgemein und unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse anzuwenden und zu befolgen. Support og spezifische Informationen können bei unseren Technikern eingeholt werden.

Die Informationen in diesem Dokument können ohne besondere Ankündigung geändert werden.

LOGSTOR behält sich das Recht vor, ihre Produkte zu ändern oder verbessern und Änderungen des Inhalts vorzunehmen ohne dazu verpflichtet zu sein, Personen oder Organisationen von solchen Änderungen zu unterrichten.

Die englische Ausgabe des Manuals ist das Original, während die anderen Ausgaben Übersetzungen sind, die nach bestem Wissen und Gewissen der Übersetzer ausgefertigt worden sind.

LOGSTOR ist ein Warenzeichen von LOGSTOR Denmark Holding ApS und darf nicht ohne die ausdrückliche schriftliche Zulassung von LOGSTOR A/S verwendet werden.

Einhaltung der Projektierungsforderungen

Der Projektierungsansatz von LOGSTOR

Die Projektierung von LOGSTOR basiert auf der Optimierung technischer und wirtschaftlicher/finanzieller Aspekte.

Das heißt, LOGSTOR ist bestrebt, das Potenzial der Materialien auszunutzen und zugleich die Grenzen ihrer sicheren Anwendung einzuhalten und den Forderungen in europäischen Normen nachzukommen.

Gültigkeit

Durch das Befolgen dieses Projektierungsmanuals und die Beachtung der örtlichen Verhältnisse ist gewährleistet, dass das projektierte TwinPipe-System den statischen Forderungen, die die europäischen Norm EN 13941-1 stellt, nachkommt.

Allgemeine Dokumentation

Diese Befolgung bedeutet, dass Dimensionen bis zu und einschl. DN 250 mit diesem Projektierungsmanuals als Dokumentation projektiert werden können, vorausgesetzt die Daten des betreffenden Projektes liegen innerhalb der angegebenen Werte und die Projektierung wie spezifiziert ausgeführt wird.

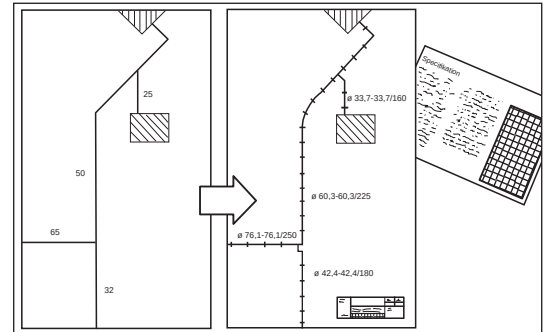
Wie?	Projektierungshilfe wird von LOGSTORs örtlichen Händlern oder unseren Produktionsgesellschaften geleistet. Siehe auch unsere Berechnungsprogramme auf www.logstor.com.
Technischer Service	Unsere technischen Berater stehen Ihnen zur Beantwortung aller Fragen, die in Verbindung mit der Gestaltung eines Projekts und der Ausnutzung des Systems entstehen, zur Verfügung.
Projektbewertung	Um ein Projekt zu bewerten, ist von Vorteil, dass die folgenden allgemeinen Informationen vorliegen: - Berechnungstemperatur für Vor- bzw. Rücklauf - Betriebstemperatur für Vor- bzw. Rücklauf - Montagetemperatur - Berechnungsdruck - Dimension und Dämmserie - Bodenverhältnisse - Scheitelüberdeckung - Andere Leitungen oder Hindernisse im Boden Aufgrund obenstehender Informationen kann das System nach den untenstehenden Kriterien bewertet werden: Gerade Rohre: - Akzeptables axiales Spannungsniveau - Die einzelnen Teilstrecken lassen sich individuell bewerten Richtungsänderungen: - Bewegungen an Bogen - Bogen - besonders andere Winkel als 90° - Elastische Bogen und werkmäßig hergestellte Bogenrohre Abzweige: - Bewegung des Hauptrohres bei Abzweigen - Spannungsniveau des Hauptrohres bei Abzweigen - Länge des Abzweiges Reduzierungen: - 1 oder mehr Dimensionssprünge

Angebot

Unsere "Customer Service"-Abteilung bietet Ihnen die Ausarbeitung eines optimalen Lösungsvorschlages anhand eines Planes über die Rohrführung mit Angabe der gewünschten Trasse und der Rohrdimensionen an.

Aufgrund des Vorschlages lässt sich eine komplette Stückliste zur Anwendung bei der Angebotsabgabe erstellen.

Für Rohrsysteme mit Überwachung können ebenfalls komplette System- und Montagezeichnungen angefertigt werden.

**Wärmeverlust-
berechnung
und andere
Berechnungen**

LOGSTOR hat eingehende Kenntnisse über die Berechnung von Wärmeverlusten auf Grundlage spezifischer Verhältnisse und beteiligt sich gern an einem Dialog über spezifische Projekte.

Probieren Sie auch unser Programm zur Berechnung des Wärmeverlustes. Der Wärmeverlust von einem LOGSTOR vorgedämmten Rohrsystem lässt sich mit dem webbasierten Programm "LOGSTOR Calculator" berechnen.

Mit LOGSTOR Calculator kann die Energieeffizienz berechnet und bewertet werden, was die folgenden Punkte betrifft:

- Energieverlust
- Kosten des Energieverlustes, einschl. Lebensdauerkosten und Anlagenrendite
- Temperaturabnahme
- CO₂-Emission

Mit LOGSTOR Calculator können Sie auch:

- Das Mediumrohr dimensionieren
- Den Druckverlust berechnen

Das Berechnungsprogramm ist frei zugänglich auf <http://calc.logstor.com>.



Allgemein

Voraussetzungen

Anwendung

Dieser Abschnitt enthält die Voraussetzungen für TwinPipe-Verbundrohrsysteme gemäß EN 13941-1.

Bitte kontaktieren Sie LOGSTORs Techniker, wenn die faktischen Bedingungen mit den Voraussetzungen, die diesem Projektierungsmanual zugrunde liegen, nicht übereinstimmen.

Was andere Rohrsysteme betrifft, sehen Sie bitte die relevanten Abschnitte in diesem Manual.

Voraussetzungen für das Stahlmediumrohr

Das Rohrsystem kommt den Forderungen in EN 253 sowie EN 13941-1 an kontinuierlichen Betrieb mit Warmwasser bei unterschiedlichen Temperaturen bis zu 120°C und in unterschiedlichen Zeitabständen mit einer Spitzenlasttemperatur von bis zu 140°C. Die Summe der unterschiedlichen Zeitabständen dürfen im Durchschnitt nicht 300 Stunden pro Jahr übersteigen. Test und Dokumentation gemäß EN 253 sind verfügbar.

Stahlrohrqualität gemäß EN 13941-1.

Die Berechnung aller Dimensionen in diesem Manual gründet auf Durchmesser und Wanddicken gemäß EN 15698-1.

Eine Druckprobe des Rohrsystems kann mit kaltem Wasser von ca. 20°C bei max. 1,5 x Betriebsdruck ausgeführt werden.

Das Projektierungsmanual ist für Stahlrohrdimensionen bis zu und einschl. DN 250 gültig.

Empfohlene Wasserqualität

Um Korrosion im Stahlmediumrohr zu vermeiden, ist behandeltes Wasser anzuwenden. Die Wasserbehandlung hängt von den örtlichen Verhältnissen ab, aber muss folgenden Forderungen nachkommen:

Zirkulationswasser	
pH-Wert	9,5-10
Aussehen	rein und lehmfrei
Ölgehalt	ölfrei
Sauerstoffgehalt	< 0,02 mg/l
Wärmeleitfähigkeit	< 1500 µS/cm

Voraussetzungen für andere Mediumrohren (FlexPipes/ FlextraPipes)

Siehe den für den Rohrtyp relevanten Abschnitt in diesem Projektierungsmanual.

Mediumrohr	Max. kontinuierliche Betriebstemperatur °C	Max. Betriebsdruck bar
SteelFlex	120	25
CuFlex	120	16
AluFlextra	80	10
PexFlextra	80	6
PertFlextra	70	10

**Angewandte
Normen**

LOGSTOR Projektierungsregeln basieren auf folgenden relevanten und gültigen europäischen Normen.

- EN 13941-1 Auslegung und Installation von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für Fernwärme
- EN 253 Fernwärmerohre
- EN 14419 Überwachungssysteme

Andere europäische Normen, die für LOGSTOR Produkte gelten:

- EN 448 Verbundformstücke
 - EN 488 Vorgesdämmte Absperrarmaturen
 - EN 489 Rohrverbindungen
 - EN 15698-1 Verbund-Doppelrohrsysteme (TwinPipes)
 - EN 15698-2 TwinPipe-Verbundformstücke
 - EN 15632-1/2/4 Flexible Rohrsysteme
 - EN17878-1/2 Flexible Rohrsysteme mit einem niedrigeren Temperaturprofil
-

Definition von
Projektklassen

Die europäische Norm EN 13941-1 teilt Rohrsysteme hauptsächlich nach dem axialen Spannungsniveau des Mediumrohres und der Wanddicke des Rohres im Verhältnis zum Durchmesser in Projektklassen ein.

Projektklasse A: Rohre kleinen oder mittleren Durchmessers mit niedrigen Axialspannungen.

Projektklasse B: Große Axialspannungen, Rohre kleinen oder mittleren Durchmessers.

Projektklasse C: Rohre großen Durchmessers und/oder mit hohem Innenüberdruck.

Eine ausführlichere Beschreibung finden Sie in EN 13941-1.

Lastwechsel

Die Berechnungen werden mindestens mit folgenden Anzahl voller Lastwechsel, d.h. Anzahl Temperaturschwankungen, ausgeführt:

Beschreibung des Rohres	Anzahl voller Wechsel
Transportleitung	100
Verteilungsleitung	250
Hausanschluss*	1000

* In diesem Manual werden Hausanschlüsse als höchstens DN 32 (ø 42,4 mm) definiert.

Die angewandte Anzahl der Lastwechsel entspricht den normalen Betriebsverhältnissen.

Wenn die Anzahl der Lastwechsel höher ist, ist eine besondere statische Berechnung der Komponenten auszuführen.

Sicherheits-
beiwert

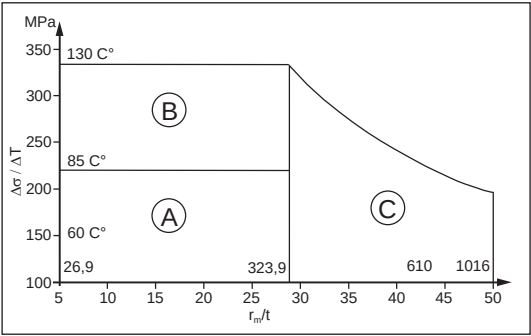
Jeder Projektklasse wird ein Sicherheitsbeiwert für Ermüdung zugeteilt.

Der Sicherheitsbeiwert ist in den Projektierungsanweisungen enthalten.

Da der Unterschied zwischen zulässigen Ermüdungsspannungen in den Projektklassen A und B nur ca. 7% ist, sind beide Klassen für den höchsten Sicherheitsbeiwert berechnet.

Das sichert, dass die Projektierung der Projektklasse A ganz sicher ist.

Alle statischen Berechnungen von TwinPipes basieren folglich auf Projektklasse B.



Allgemein

Einheiten und Symbole

Einleitung	Folgende Einheiten und ihre entsprechende Symbole basieren auf:	
	- EN 253 - EN 15698 - EN 13941-1 - LOGSTOR Symbole	
Einheiten	Länge	m (Meter) mm (Millimeter)
	Masse	kg (kilogram)
	Kraft	N (Newton)
	Spannung	MPa (Newton durch Quadratmillimeter)
	Druck	Bar (Pascal = Newton durch Quadratmeter) (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa = 0,1 N/mm ²)
	Temperatur	°C (Grad Celsius)
Symbole	A_s	Gesamte Querschnittsfläche des Mediumrohres
	D	Manteldurchmesser
	d	Durchmesser des Mediumrohres
	E	Elastizitätsmodul
	F	Reibungskraft
	G	Eigengewicht
	L_{190}	Montagelänge für ein spezifisches Spannungsniveau (hier 190 MPa)
	L_F	Reibungsbereich (für das aktuelle max. Spannungsniveau)
	L_L	Haftbereich
	σ_{all}	Zulässiges axiales Spannungsniveau
	L	Länge
	ΔL	Dehnung der Länge L
	H	Rohrüberdeckung vom Scheitel der Ummantelung zur Bodenoberfläche
	Z	Abstand von der Rohrmittellinie zur Bodenoberfläche ($Z=H+\frac{1}{2}D$)
	R_e	Streckspannung
	T	Temperatur in °C
	α	Längenausdehnungskoeffizient
	γ	Spezifisches Gewicht der Erde
	ρ	Dichte der Erde
	φ	Reibungswinkel des Füllmaterials (Reibungsmaterials).
Indizes	ins	Installation
	min	Minimum
	max	Maximum
	pre	Vorspannung
	f	Vorlauf
	r	Rücklauf

**Charakteris-
tische Werte**

Charakteristische Werte für das Stahl-
mediumrohr gemäß EN 13941-1.

In diesem Manual sind untenstehende
allgemeine Werte angewandt worden:

$E = 210,000 \text{ MPa}$

$\alpha = 1,2\text{E-}05$

Das bedeutet, dass

$E \cdot \alpha = 2,52 \text{ MPa/}^\circ\text{C}$

Ist eine ausführlichere Analyse gefragt,
können die Tabellenwerte im Verhältnis
zu Temperaturen angewandt werden.

Tempera- tur T	E-Modul E^T MPa	Längenausd- koeffizient α^T	Streck- spannung R_e MPa
20 °C	212,857	1,16E-05	235
50 °C	211,143	1,18E-05	221
70 °C	210,000	1,19E-05	212
90 °C	208,857	1,21E-05	203
100 °C	208,286	1,22E-05	198
110 °C	207,714	1,23E-05	196
120 °C	207,143	1,23E-05	194
130 °C	206,571	1,24E-05	191
140 °C	206,000	1,25E-05	189

**Verbundrohr-
system**

Das TwinPipe-System ist wie das Einzelrohrsystem ein Verbundrohrsystem, in dem das Mediumrohr, die Dämmschicht und die Ummantelung in einer Sandwich-Konstruktion fest miteinander verbunden sind.

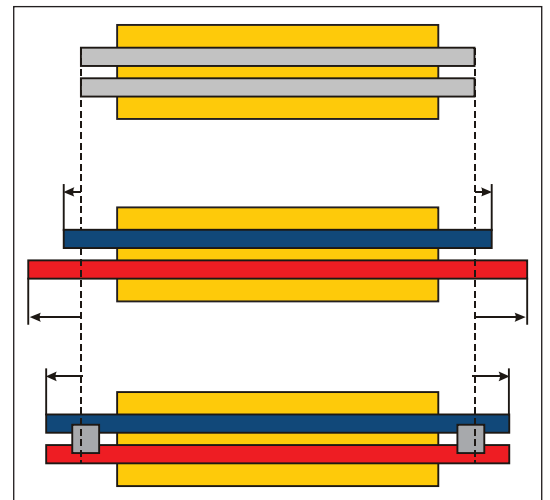
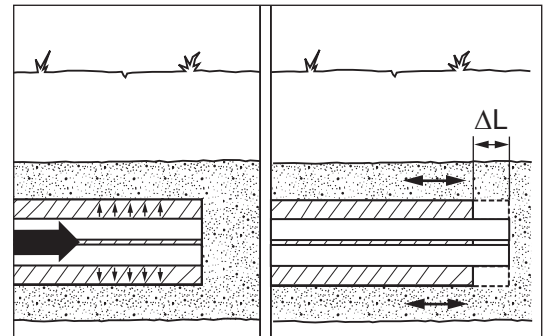
Im TwinPipe-System ist das Mediumrohr vom Vor- und Rücklauf der gleichen Dimension und in der Ummantelung eingebettet. Das bedeutet, dass Dehnungen und Kontraktionen in den Stahlrohren infolge Temperaturschwankungen durch die Dämmung auf die Ummantelung übertragen werden, so dass die Bewegung zwischen dem Mantel und dem Reibungsmaterial erfolgt.

Die Reibung zwischen Ummantelung und Reibungsmaterial hemmt die Bewegungen. Folglich sind die Bewegungen in einem erdverlegten Verbundrohrsystem kleiner als die Bewegungen in einem sich frei ausdehnenden Rohrsystem.

Die Bewegungen im TwinPipe-System sind kleiner als die Bewegungen in einem entsprechenden Einzelrohrsystem, da Vor- und Rücklauf mit Fixierlaschen verbunden sind. Die Rohre bewegen sich somit gleich in einer Bewegung, die der Mitteltemperatur zwischen Vor- und Rücklauf entspricht.

Bitte beachten! Fixierlaschen werden nicht in geraden Röhren, sondern nur an Bogen montiert.

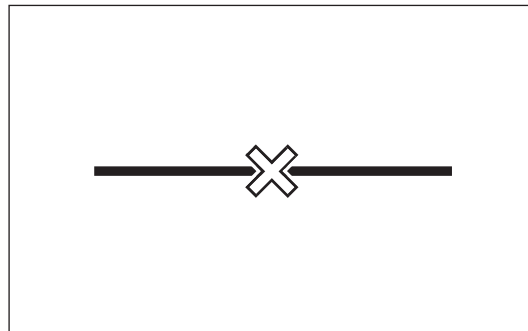
In einem TwinPipe-System werden die beiden Rohre über einander mit dem Rücklauf oben montiert. Das heisst, dass Abzweigrohre auf der selben Ebene wie das Hauptrohr und senkrecht zu ihm montiert werden, so die gesamte Verlegetiefe entsprechend reduziert werden kann.



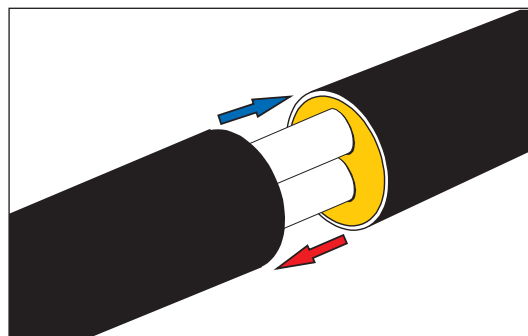
Festpunkte

Ein Festpunkt in einem TwinPipe-System wird als ein natürlicher Festpunkt definiert, wo die Bewegungen des Rohres von der Reibung zwischen der Ummantelung und dem umliegenden Reibungsmaterial bestimmt werden.

In diesem Projektierungsmanual illustriert ein natürlicher Festpunkt das Zentrum zwischen zwei freien Dehnungsenden. Betonierte Festpunkte werden nicht im TwinPipe-System verwendet, da die Bewegungen im Vergleich zu denen im Einzelrohrsystem erheblich reduziert sind.

**Längendehnung**

Die beiden Stahlrohre sind unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt, was normalerweise zu einer unterschiedlichen Längendehnung der beiden Rohre führt.

**Verwendung von Fixierlaschen**

Um das Rohrsystem vor gegenseitigen Bewegungen zwischen den Stahlrohren zu schützen, sind diese mit angeschweißten Fixierlaschen verbunden:

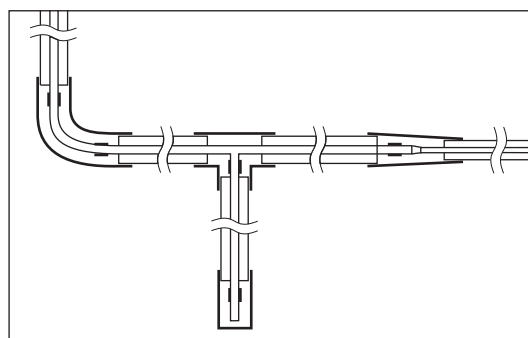
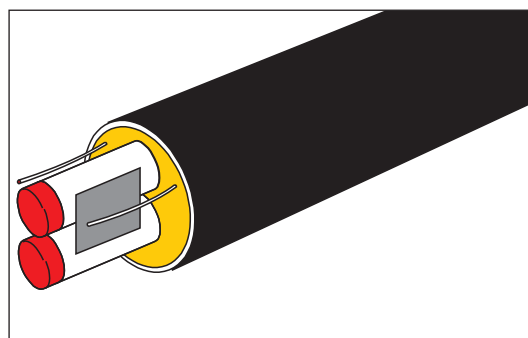
- Bei allen Richtungsänderungen
- An Reduzierungen (an der grössten Dimension)
- An Enden gerader Rohrstrecken
- Bei Hausanschlüssen

Fixierlaschen sind für eine Höchsttemperaturdifferenz von 60°C zwischen Vor- und Rücklauf projektiert.

Fixierlaschen sind bei kurzen Abständen nicht erforderlich:

- Abzweige kürzer als 6 m
- Bogen deren Abstand kleiner als 12 m sind
- An flexiblen Rohren: FlexPipe und Flex-traPipe

Montage von Fixierlaschen, siehe Handhabung & Montage Abschnitt "TwinPipe".



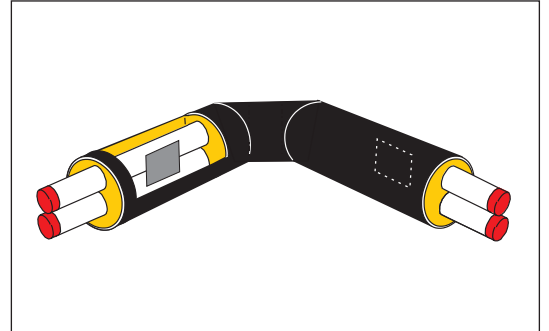
**Vorgedämmte
Komponenten**

Im TwinPipe-Systemet sind Fixierlaschen in allen vorgedämmten Formteilkomponenten mit Ausnahme von Entlüftungsventilen eingebettet.

In vorgedämmten Abzweige sind Fixierlaschen nur an den Abzweigrohren.

Gerade Rohre unde Bogenrohre sind nicht mit Fixierlaschen versehen.

Wird eine gerade TwinPipe-Strecke ohne Verbindung zu vorgedämmten Komponenten abgeschlossen, sind Fixierlaschen immer anzuschweißen (an beiden Seiten des Rohrpaares). Siehe Handhabung & Montage Abschnitt "TwinPipe".



Spannungsniveau und Dehnungsberechnung

Einleitung

Dieser Abschnitt enthält die Grundformeln zur Berechnung von Spannungen und Bewegungen in erdverlegten TwinPipe-Verbundrohrsystemen.

Die Formeln bilden die Grundlage für die Ausführung der notwendigen Berechnungen für ein System, das gemäß EN 13941-1 in Projektklasse A und B mit allgemeiner Dokumentation aus einem Lieferantenhandbuch projektiert werden kann.

Ein Teil der Formeln im Projektierungsmanual sind in Tabellen eingearbeitet, die unter den angegebenen Voraussetzungen statt der Formeln verwendet werden können, um ein Rohrsystem einfacher projektieren zu können.

Inhalt

Axiales Spannungsniveau
Dehnung an Bogen
Dehnung an Abzweigen
Reibungskraft

Axiales Spannungsniveau

Max. Axialspannung $L > 2 \cdot L_F$

Die maximale Axialspannung in einem gegebenen Rohrabschnitt hängt von folgenden Parametern ab:

- Die Reibungskraft
- Der Temperaturunterschied
- Die Länge

Für eine gerade Rohrstrecke, die länger als $2 \cdot L_F$ ist, lässt das maximale axiale Spannungsniveau sich nach folgender Formel berechnen:

$$\sigma_{\max} = \Delta T \cdot E \cdot \alpha \text{ [MPa]}$$

Der Temperaturunterschied ΔT beruht auf dem Unterschied zwischen der Temperatur, bei der die Rohre zugedeckt werden und der Höchsttemperatur des Vorlaufes.

Die vereinfachte Formel bei der Anwendung der Werte für α und E aus dem Abschnitt "Allgemein: Einheiten und Symbole" ist somit:

$$\sigma_{\max} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

Die Formel umfasst nicht den Einfluss des Innenüberdruckes. Der Innenüberdruck hat nur begrenzten Einfluss auf das axiale Spannungsniveau für Dimensionen, die zu Projektklasse A und B gehören.

Mitteltemperatur

Auf Grund der Fixierung zwischen Vor- und Rücklauf unterscheiden die Bewegungen und Reibungslängen sich von denen des Einzelrohres.

Bei der Berechnung von Reibungslänge und Dehnungsbewegung ist eine Durchschnittstemperatur des Vor- und Rücklaufes anzuwenden:

$$T_{\text{Mittel}} = \frac{T_f + T_r}{2}$$

Dabei ist:

T_f = Berechnungstemperatur des Vorlaufes

T_r = Berechnungstemperatur des Rücklaufes

Diese Vereinfachung ist möglich, da die beiden Stahlmediumrohre die gleiche Dimension und Querschnittsfläche haben.

Als Berechnungstemperatur ist die Höchsttemperatur, die bei der Berechnung einer Komponente oder eines Rohrabschnittes verwendet werden, anzuwenden.

Mitteltemperaturdifferenz

Die Mitteltemperaturdifferenz ΔT_{Mittel} wird als der Unterschied zwischen der Mitteltemperatur und der Temperatur, bei der die Rohre installiert werden, T_{ins} definiert:

$$\Delta T_{\text{Mittel}} = T_{\text{Mittel}} - T_{\text{ins}} = \frac{T_f + T_r}{2} - T_{\text{ins}}$$

Axiales Spannungsniveau

Gleitbereich

Der Gleitbereich L_F , der der Abstand vom freien Ende einer Rohrsektion (Bogen) zum Punkt, wo das TwinPipe-Rohr durch die Erdreibung fixiert wird, wird wie folgt berechnet:

$$L_F = \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot E \cdot \alpha \cdot \frac{A_s}{F}$$

Dabei ist:

ΔT_{Mittel} = Der Unterschied zwischen der Mitteltemperatur und der Temperatur, bei der die Rohre zugedeckt werden

A_s = Die gesamte Querschnittsfläche der beiden Stahlrohre wie aus den Tabellen im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft" ersichtlich.

F = Reibungskraft im Boden, d.h. der Widerstand gegen Bewegungen, die der Boden auf das vorgedämmte Rohr überträgt. Ist aus den Tabellen im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft" ersichtlich oder kann gemäß dem Abschnitt "Spannungsniveau und Dehnungsberechnung: Reibungskraft" berechnet werden.

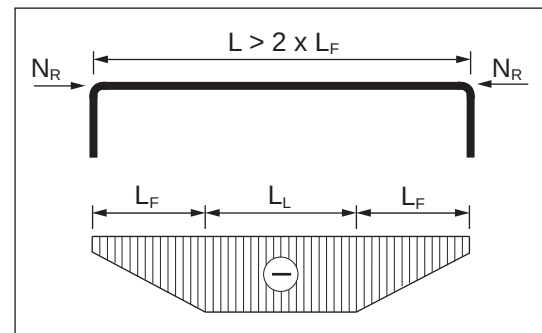
Der Abstand vom freien Ende (Bogen) zur maximalen Axialspannung wird auch teilweiser Gleitbereich benannt.

N_R = Kraft der lateralen Bodenreaktion gegen Dehnung.

Bei der üblichen LOGSTOR Projektierung, bei der die Dehnung in einem Bogen mit Dehnungspolster erfolgt, kann N_R zu 0 angesetzt werden.

L_F = Teilweiser Gleitbereich

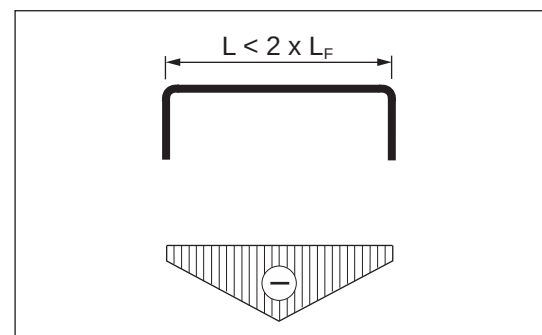
L_L = Haftbereich



Max. Axialspannung $L < 2 \cdot L_F$

Ist der Abstand zwischen 2 Dehnungsbogen kürzer als $2 \cdot L_F$ ist die Reibungskraft für das Spannungsniveau entscheidend. Das axiale Spannungsniveau lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{1}{2} \cdot \left(E \cdot \alpha \cdot (T_f - T_r) + L \cdot \frac{F}{A_s} \right)$$



Allgemein

Axiales Spannungsniveau

Axialspannung an einem willkürlichen Punkt

Die Axialspannung an einem willkürlichen Punkt in einer Rohrstrecke kann nach folgenden 2 Formeln berechnet werden:

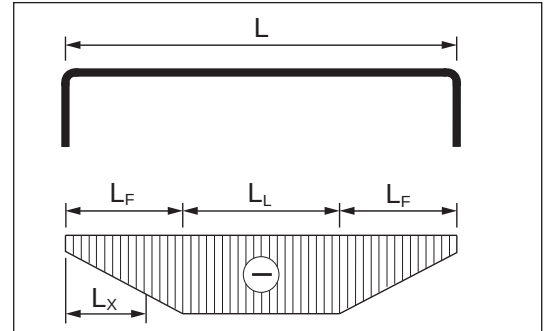
$$L_x < L_F \\ \sigma_x = \frac{1}{2} \cdot E \cdot \alpha \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A_s}$$

$$L_x > L_F$$

$$\sigma_x = \Delta T_{f,max} \cdot E \cdot \alpha$$

Dabei ist:

$\Delta T_{f,max}$ = Der Unterschied zwischen der Berechnungstemperatur des Vorlaufes und der Temperatur, bei der das Rohr zugedeckt wird.



Allgemein

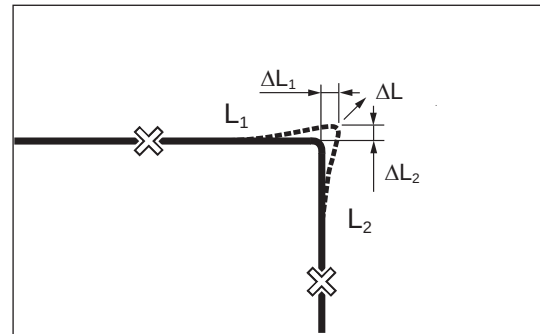
Dehnung an Bogen

Dehnung bei freiem Rohrende

Die Dehnung an einem Bogen lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

L_x in der Formel ist der Abstand vom freien Ende zum natürlichen Festpunkt und ist maximal gleich des Gleitbereiches L_F .



Radialbewegung

An einem Bogen kommt die axiale Dehnung von beiden Seiten, was zu Radialbewegung am Bogen führt. Die Radialbewegung eines 90° Bogen lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

Um den Bogen vor zu hohen Spannungen von horizontalen Bodenreaktionen zu schützen ist es wichtig den Bogen durch Dehnungspolster zu schützen. Näheres, siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen".

Allgemein

Dehnung an Abzweigen

Dehnung bei Abzweigen

Ein Abzweigrohr folgt den Bewegungen des Hauptrohres an der Abzweigstelle.

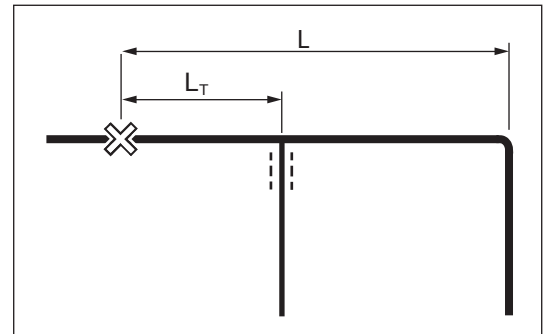
Es ist wichtig die axiale Dehnung im Hauptrohr zu beachten. Sie wird am Abzweigrohr zu horizontalen Bewegungen der gleichen Größenordnung führen.

Die Dehnung im Hauptrohr beim Abzweig lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot L_T - \frac{F (2 \cdot L - L_T) \cdot L_T}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

L ist der Abstand vom Bogen zum natürlichen Festpunkt, aber wird maximal der Gleitbereich L_F sein.

Um den T-Abzweig gegen zu hohe Spannungen von horizontalen Bodenreaktionen zu schützen, ist es wichtig das Abzweigrohr mit Dehnungspolster zu sichern. Näheres, siehe den Abschnitt "Abzweige".



Reibungskraft

Die Reibungskraft lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$F = \mu \cdot \left(\frac{1 + K_0}{2} \cdot \sigma_v \cdot \pi \cdot D + G - \gamma_s \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right)$$

Dabei ist:

- μ Reibungskoeffizient zwischen Sand und Ummantelung (0,4 ist anwendbar)
- K_0 Koeffizient des Bodenruhedrucks (0,46 kann angewandt werden)
- σ_v Die effektive Spannung im Boden an der Rohrmittellinie = $\gamma_s \cdot Z$
- γ_s Das spezifische Gewicht des Bodens (kN/m³)
- Z Abstand von der Rohrmittellinie zur Oberfläche des Bodens ($Z = H + \frac{1}{2}D$)
- H Überdeckung (gemessen vom Scheitel der Ummantelungsoberfläche des Bodens)
- D Manteldurchmesser
- G Gewicht des mit Wasser gefüllten Rohres

Statt obenstehender Formel ist die Reibungskraft für alle Dimensionen aus den Tabellen im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft" als Funktion der Überdeckung und Dämmserie ersichtlich.

Liegt die Rohrleitung in oder unter dem Grundwasserspiegel, ist das in der Berechnung zu berücksichtigen. Aus EN 13941-1 geht hervor, wie diese Berechnung zu tätigen ist.

Beispiele für Spannungsniveau und Dehnungsberechnung

Einleitung

Die Beispiele in diesem Abschnitt sind all für folgende Temperaturen berechnet:

$$T_f = 90^{\circ}\text{C}$$

$$T_r = 50^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$$

Auf diesem Hintergrund werden folgende Parameter ermittelt:

- Spannungsniveau
- Reibungslänge
- Dehnungsbewegung

Das wird zur Beurteilung von Untenstehendem verwendet:

- Der Bedarf an Spannungsreduzierung
- Das Spannungsreduzierungsverfahren

Inhalt

Axiales Spannungsniveau

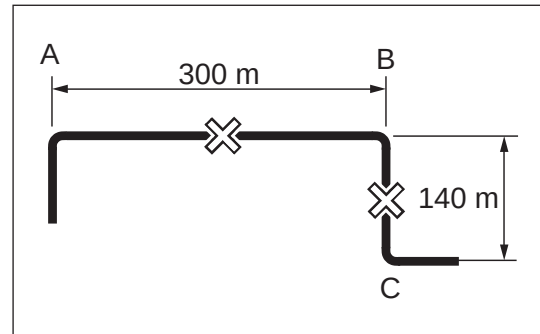
Dehnung bei Bogen

Dehnung bei Abzweigen

1, Axiales Spannungsniveau

**Voraussetzungen
für Beispiel 1**

$\varnothing$ 114,3 mm, TwinPipe Serie 2
 Überdeckung $H = 0,6$ m
 Berechnungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Berechnungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 Tabellenwerte im Abschnitt "Gerade
 Rohre: Spannungsreduzierung mit
 Bogen - Tabellen: Reibungskraft":
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= Gesamte
 Querschnittsfläche der Mediumrohre)

**Max.
Axialspannung**

Berechnung des max. thermischen axialen Spannungsniveaus in einem Rohrsystem:

$$\sigma_{\max} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202 \text{ MPa}$$

Bereich A-B

Berechnung der Reibungslänge:

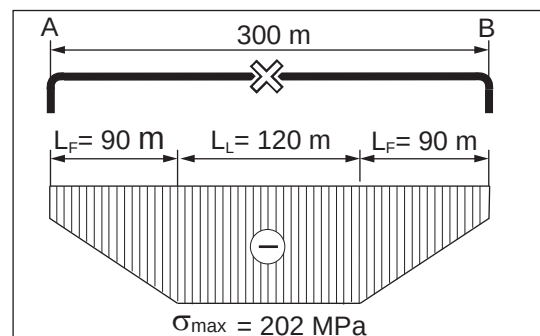
$$L_F = \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_F = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 2,52 \cdot \frac{2504}{4,22 \cdot 1000} = 90 \text{ m}$$

Der Bereich A-B ist mehr als doppelt so lang als die Reibungslänge. Das bedeutet, dass es 2 teilweise Gleitbereiche von je 103,5 m gibt.

In der Mitte ist ein Haftbereich. Die Länge dieses Bereiches beträgt:

$$L_L = L - (2 \cdot L_F) = 300 - (2 \cdot 90) = 120 \text{ m}$$

**Bereich B-C**

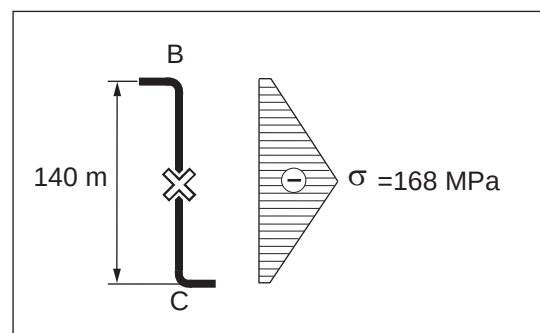
Der Bereich B-C ist $< 2 \cdot L_F$, was bedeutet, dass die Axialspannung $< \sigma_{\max}$ ist.

Das maximale Spannungsniveau ist:

$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot \left((E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) + L \cdot \frac{F}{A_s} \right)$$

$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot \left(2,52 \cdot (90 - 50) + 140 \cdot \frac{4,22 \cdot 1000}{2504} \right)$$

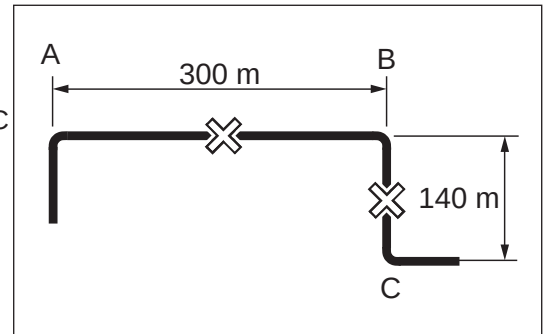
$$= 168 \text{ MPa}$$



2, Dehnung am Bogen

**Voraussetzungen
für Beispiel 2**

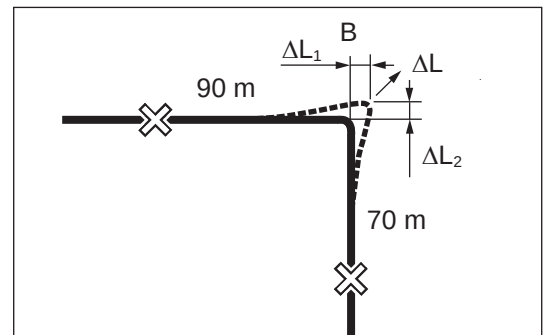
$\varnothing$ 114,3 mm, TwinPipe Serie 2
 Überdeckung $H = 0,6$ m
 Berechnungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Berechnungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$
 Tabellenwerte im Abschnitt "Gerade
 Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen -
 Tabellen: Reibungskraft":
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= Gesamte Querschnitts-
 fläche der Mediumrohre)

**Berechnung der
Bewegung im
Punkt B**

Die Berechnung der Dehnung am Ende eines Rohrabschnittes im Punkt B wird in 3 Teile aufgeteilt:

1. Berechnung der Dehnung vom Rohrabschnitt A-B, ΔL_1
2. Berechnung der Dehnung vom Rohrabschnitt B-C, ΔL_2
3. Die gesamte Radialbewegung des Dehnungsbogens B, ΔL

Der Abstand L ist der Abstand vom natürlichen Festpunkt zum Bogen und kann maximal die Reibungslänge L_F sein.

**Von A-B:**

Der Abstand vom Bogen zum natürlichen Festpunkt ist $\frac{1}{2} \cdot 300 = 150$ m.

L_F ist 90 m (im Beispiel 1 berechnet).

$L = 90$ m (< 150 m) wird im Beispiel für L_1 angewandt.

$$\Delta L_1 = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} - \frac{F \cdot L_1^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

$$\Delta L = 90000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{4,22 \cdot 90000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 32 \text{ mm}$$

Von B-C:

Der Abstand vom Bogen zum natürlichen Festpunkt ist $\frac{1}{2} \cdot 140 = 70$ m.

L_F ist 90 m (im Beispiel 1 berechnet).

$L = 70$ m (< 90 m) wird im Beispiel für L_2 angewandt.

Berechnung von ΔL_2 :

$$\Delta L = 70000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{4,22 \cdot 70000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 31 \text{ mm}$$

Radialbewegung im Punkt B:

Radialverschiebungen bei B sind:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

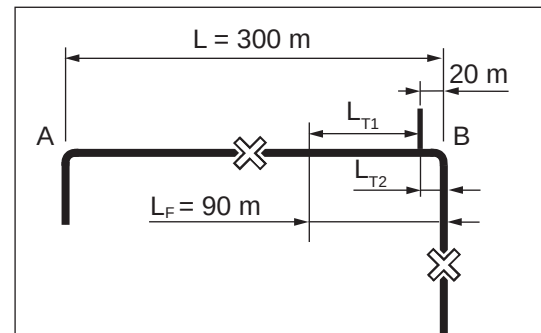
$$\Delta L = \sqrt{32^2 + 31^2} = 45 \text{ mm}$$

Wie diese Dehnung zu handhaben ist, siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen".

3, Dehnung an Abzweigen

**Voraussetzungen
für Beispiel 3**

$\varnothing$ 114,3 mm, TwinPipe Serie 2
 Überdeckung $H = 0,6$ m
 Berechnungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Berechnungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 Tabellenwerte im Abschnitt "Gerade
 Rohre: Spannungsreduzierung mit
 Bogen - Tabellen: Reibungskraft" :
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= Gesamte
 Querschnittsfläche der Mediumrohre)

**Berechnung der
Bewegung im
Abzweigpunkt**

Um die Bewegung im Hauptrohr beim Abzweig zu finden, sind folgende Werte zuerst zu ermitteln:

Der Abstand vom Bogen zum natürlichen Festpunkt für Bereich A-B ist $\frac{1}{2} \cdot 300 = 150$ m.

L_F ist 90 m (im Beispiel 1 berechnet).

$L = 90$ m (< 150 m) ist im Beispiel angewandt worden.

$L_{T1} = L - L_{T2} = 90 - 20 = 70$ m

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot L_{T1} - \frac{F (2 \cdot L - L_{T1}) \cdot L_{T1}}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

$$\Delta L_1 = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 70000 - \frac{4,22 \cdot (2 \cdot 90000 - 70000) \cdot 70000}{2 \cdot 210000 \cdot 2504} = 20 \text{ mm}$$

Wie diese Bewegung zu handhaben ist, siehe den Abschnitt "Abzweige".

Verweis

LOGSTOR Design Tool:

<https://designtool.logstor.com/Tool/Form.aspx?ApplicationId=efd6607d-4f93-408e-a324-dc5f0feb5c>

Festlegung des zulässigen Spannungsniveaus

Einleitung

Dieser Abschnitt beschreibt die Verhältnisse, die vor der Festlegung des zulässigen Spannungsniveaus zu untersuchen sind.

Er beschreibt auch, wie das zulässige Spannungsniveau festzulegen ist und wie es eventuell reduziert werden kann.

Er enthält auch typische Spannungsdiagramme für verschiedene Systeme mit und ohne Spannungsreduzierung.

Inhalt

Festlegung des zulässigen Spannungsniveaus
Spannungsniveau ohne Spannungsreduzierung
Spannungsreduzierung mit Bogen
Spannungsreduzierung mit thermischer Vorspannung
Spannungsreduzierung mit E-Comp

Festlegung des zulässigen Spannungsniveaus

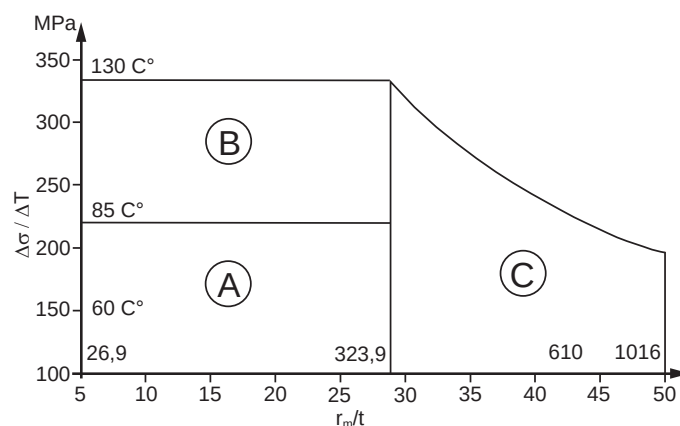
Zulässiges axiales Spannungsniveau

Die Festlegung des maximalen axialen Spannungsniveaus für gerade Rohrstrecken ist mit angemessener Rücksichtnahme auf die Stabilität des Rohres selbst (örtliche Stabilität) sowie die Stabilität der Rohrstrecke im Verhältnis zur Umgebung (globale Stabilität) vorzunehmen.

Örtliche Stabilität

Unter der Stabilität des Rohres selbst ist der Schutz gegen lokales Ausknicken oder Beulen zu verstehen.

Im Verhältnis zu lokalem Ausknicken kann TwinPipe ohne Gefahr bei Temperaturen bis zu 140°C verwendet werden, da das maximale, axiale Spannungsniveau in untenstehender Abbildung unter der Grenzkurve (Grenz Zustand C1 gemäß EN 13941) liegt.



Siehe ausführliche Werte für die Grenzkurve unter Abschnitt 3.2 "Gerade Rohrstrecken ohne Spannungsreduzierung".

Globale Stabilität

Zur Sicherung der Stabilität der geraden Rohrstrecken, sind mehrere Parameter zu beurteilen, die das maximale Spannungsniveau beeinflussen. Das kann durch Bedingungen bestimmt sein, die bei der Projektierung vorliegen oder Bedingungen, die im Zusammenhang mit künftigen Maßnahmen die Rohre beeinflussen.

- Aushub entlang oder quer über die Rohrleitung
- Abstand zu existierenden und künftigen Rohrsystemen
- Parallelaushub existierender und künftiger Rohrsystemen
- Stabilität von Bogenrohren bei kleiner Überdeckung
- Ausknickgefahr für Rohre mit hohen Axialspannungen
- Ausknickgefahr an Gehrungsschnitten
- Komplexität der Rohrleitung und des Rohrgrabens
- Mögliche Hindernisse im Rohrgraben im Zusammenhang mit der Bauarbeit
- Reduzierungen in geraden Rohrstrecken
- Platzierung der Kugelhähne
- Umfang der Dehnung an Bogen

Festlegung des zulässigen Spannungsniveaus

Zulässiges axiales Spannungsniveau, fortgesetzt

EN 13941-1 ermöglicht die Anwendung eines axialen Spannungsniveaus mit einer Grenze gemäß der Kurve auf der vorherigen Seite.

Jeder Leitungsbetreiber muss dann auf Grund des Obenstehenden das faktische Spannungsniveau festlegen.

Das Spannungsniveau muss nicht in allen Teilen eines Rohrsystems gleich beurteilt werden, sondern kann aufgrund örtlicher Verhältnisse festgelegt werden.

LOGSTOR's Projektierungsmanual gibt die Möglichkeit, den ganzen Spannungsbereich in der Projektklasse-Kurve für Stabilität anzuwenden. Die einzelnen Verhältnisse sind jedoch zu überprüfen und im Vergleich zu den angeführten Begrenzungen für das Nachkommen der in der Norm angeführten Forderungen abzusichern.

Das bedeutet, dass gewisse Teilbereiche in einem Rohrsystem ohne spannungsreduzierende Maßnahmen etabliert werden können, und wieder andere Bereiche den Forderungen nach globaler Stabilität durch spannungsreduzierende Maßnahmen nachkommen müssen.

Näheres über Systeme ohne spannungsreduzierende Maßnahmen, siehe den Abschnitt "Gerade Rohre: Ohne Spannungsreduzierungen".

Falls erwünscht oder erforderlich kann das axiale Spannungsniveau durch folgende Maßnahmen reduziert werden:

- Bogen
- Thermische Vorspannung im offenen Rohrgraben

Diese Maßnahmen sind auf den nachfolgenden Seiten und ausführlich in den Abschnitten: "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen" und "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung durch Vorspannung im offenen Rohrgraben" beschrieben.

Für ein optimal projektiertes System bedeutet das, dass lokale Verhältnisse berücksichtigt werden können, und falls Spannungsreduzierung in den geraden Rohrstrecken erforderlich ist, dann werden die Vorteile der einzelnen Methoden ausgenutzt und kombiniert, und so ein sowohl technisch als auch wirtschaftlich optimales System erzielt wird.

Axiales Spannungsniveau ohne Spannungsreduzierung

Definition von niedrigen und hohen Axialspannungen

In einer geraden Rohrstrecke ohne Spannungsreduzierung - mit Ausnahme von natürlichen Richtungsänderungen - werden Belastungen infolge Temperaturschwankungen im Haftbereich als Spannungen und im teilweisen Gleitbereich als Dehnungen bei Bogen aufgenommen.

Niedrige Axialspannung

Niedrige Berechnungstemperaturen - unter 95°C für den Vorlauf (einen Temperaturunterschied von 85°C von Montage bei 10°C) - führen zu niedrigen Axialspannungen und sind in Projektklasse A für kleine und mittlere Rohre definiert.

Hohe Axialspannung

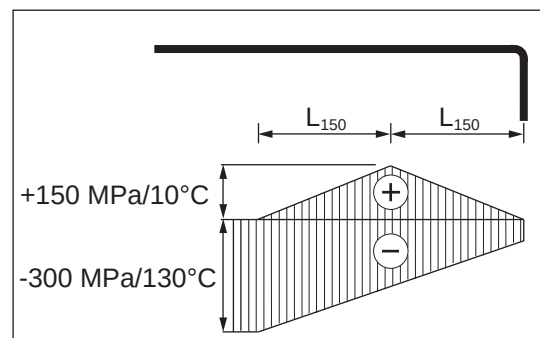
Bei hohen Berechnungstemperaturen wird die Streckspannung des Stahles (R_e) überschritten. Das wird als hohe Axialspannung bezeichnet und ist in Projektklasse B für kleine und mittlere Rohre definiert.

Alle TwinPipe-Systeme können bei angemessener Rücksichtnahme auf die globale Stabilität des Rohrsystems mit hohen Axialspannungen verwendet werden.

Gerade Rohr- strecke ohne Reduzierung

Thermisches axiales Spannungsniveau in einer Rohrstrecke ohne Reduzierung der Axialspannung im Mediumrohr.

In einem Rohrsystem mit hohen Axialspannungen werden die Axialspannungen beim Erwärmen von 10° C auf 130° C nach der Überdeckung höchstens -300 MPa sein.



Spannungsreduzierung mit Bogen

Dehnungsbogen

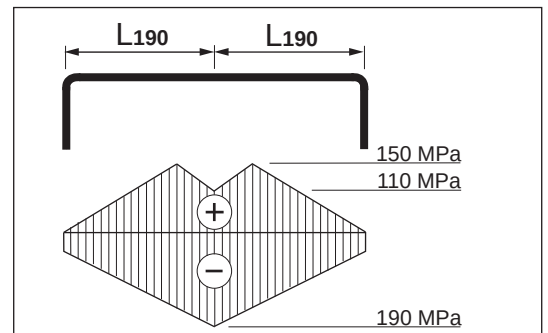
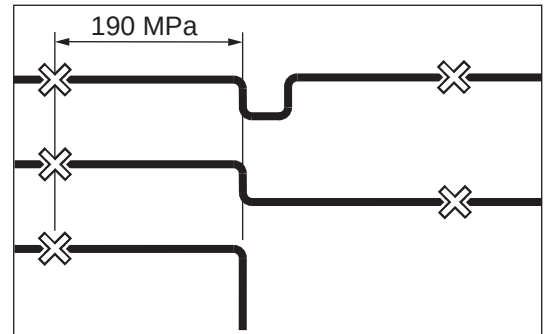
Axialspannungen in geraden Rohrstrecken können durch den Einbau von Dehnungsbogen in Abständen reduziert werden, die sichern, dass die Axialspannungen nicht das faktisch zulässige Spannungsniveau übersteigen.

Jede natürliche Richtungsänderung kann Dehnung aufnehmen, vorausgesetzt der Bogen ist dazu geeignet. Da Dehnungsbogen viel Platz erfordern und verhältnismäßig teuer sind, werden zusätzliche Dehnungsbogen in der Regel nur vorgesehen, wenn keine andere Lösung möglich ist.

Axialspannungen in einer Leitung werden durch Aufteilung des Rohrsystems in Abschnitte zwischen den Dehnungsbogen reduziert. Diese Abschnitte werden als Montagelängen bezeichnet, und der Index gibt das maximale Spannungsniveau an.

In einem Rohrsystem mit einer max. Betriebstemperatur für Vorlauf von 130°C und einer min. Temperatur von 10°C, wird die Höchstspannung wie aus der Abbildung ersichtlich sein.

Näheres, siehe den Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen".



Spannungsreduzierung durch thermische Vorspannung

Thermische Vorspannung

Das Erwärmen (Vorspannen) der Leitung im offenen Graben führt dazu, dass die Leitung bei Vorspannungstemperatur spannungslos ist.

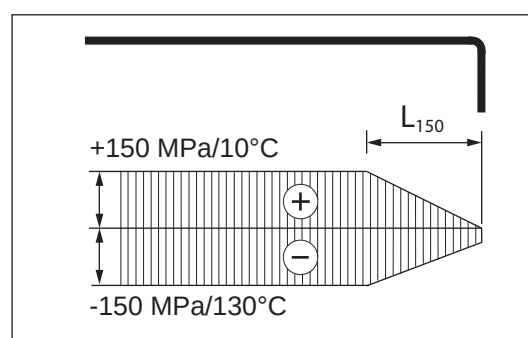
Nach vollständigem Einsanden bei Vorspanntemperatur wird die Leitung gestreckt liegen. Temperaturänderungen gegenüber der Vorspannungstemperatur führen zu kleineren maximalen Spannungen, da in Zug- und Druckspannungen aufgeteilt. Die Dehnung am Leitungsende ist ebenfalls entsprechend reduziert.

Thermische Vorspannung wird mit Wasser ausgeführt.

Bitte beachten, dass während des Aufwärmens auf die Vorwärmtemperatur die Temperatur im Vor- bzw. Rücklauf unterschiedlich sein kann. Damit besteht die Gefahr einer kleinen Drehung der Rohre im offenen Rohrgraben.

In einem Rohrsystem mit einer max. Betriebstemperatur im Vorlauf von 130°C und einer min. Temperatur nach Überdeckung von 10°C wird die maximale Axialspannung im Vorlauf $\pm 150 \text{ MPa}$ betragen, wenn die thermische Vorspannung bei 70°C - einen Temperaturunterschied von 60°C - ausgeführt worden ist.

Näheres, siehe den Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung durch Vorspannung im offenen Rohrgraben".



Spannungsreduzierung mit E-Comp

E-Comp

Das E-System wird im Zusammenhang mit dem TwinPipe-System nicht verwendet.

Vor- und Nachteile

System	Vorteile	Nachteile
Ohne Spannungsreduzierung Typische Anwendung: - Transportleitungen - Verteilerleitungen - Hausanschlüsse	Einfache Montage Der Rohrgraben kann laufend verfüllt werden Keine Kosten für Vorwärmen oder zusätzliche Kompensationskomponenten Lange Haftbereiche, in denen die Rohre sich nicht bewegen können	Niedrige Axialspannungen Keine Hohe Axialspannungen Hohe Axialspannungen Die erste Dehnung ist groß Besondere Sorgfalt bei Frei- oder Parallelgrabung Begrenzte Verwendung von Gehrungsschnitten
Spannungsreduzierung mit Bogen Typische Anwendung: - Verteilerleitungen - Hausanschlüsse	Reduzierte Axialspannungen Der Rohrgraben kann laufend verfüllt werden Weniger Begrenzungen bei späterer Frei- und Parallelgrabung	Zusätzliche Kosten für Bogen Das ganze Rohrsystem bewegt sich im Boden Erhöhter Druckverlust
Spannungsreduzierung mit thermischer Vorspannung	Reduzierte Axialspannungen Keine zusätzlichen Kosten für Kompensationskomponenten Lange Haftbereiche, in denen die Rohre sich nicht bewegen können Weniger Begrenzungen bei späterer Frei- und Parallelgrabung	Der ganze Rohrgraben muss während des Vorwärmens offen sein Zusätzliche Kosten für Wärmequelle Wasser Wärmequelle muss zur Verfügung stehen, ehe der Rohrgraben verfüllt wird

Es kann vorteilhaft sein, die verschiedenen Methoden zu kombinieren, um die beste technische und wirtschaftliche Lösung für das System zu erreichen.

Verweise

Handhabung & Montage TwinPipe

Der Rohrgraben
Übersicht

Einleitung	Dieser Abschnitt enthält die Projektierungsregeln für den Rohrgraben sowie Angaben zum Bettungsmaterial und Heben von TwinPipes.
Inhalt	Dimensionierung des Rohrgrabens und Heben von TwinPipes Bettungsmaterial Überdeckung Freilegung von Rohren

Dimensionierung des Rohrgrabens und Heben von TwinPipes

Grundlage

Um eine ausreichende Reibung zwischen Boden und Mantel zu erreichen, ist der Rohrgraben so zu gestalten, dass mindestens 100 mm steinfreier Sand die Rohre als sogenanntes Bettungsmaterial umgibt. Das Bettungsmaterial schützt die Ummantelung vor scharfen Steinen und ermöglicht eine gleichmäßige Reibung zwischen Ummantelung und Bettungsmaterial.

Querschnitt

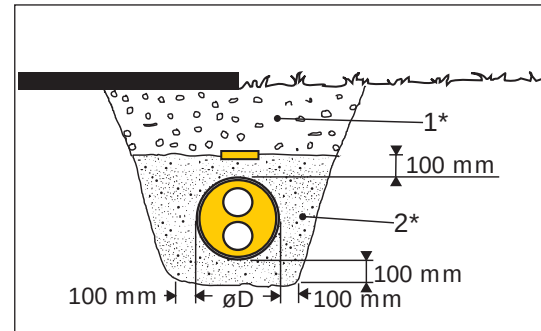
Der Querschnitt des Rohrgrabens ist im Ausgangspunkt gemäß den Forderungen in EN 13941-1 sowie örtlichen Richtlinien für die Sicherheit und die Arbeitsumwelt zu gestalten.

Um ausreichendes Reibmaterial um die Rohre zu sichern, sind die Maße des abgebildeten Querschnittes einzuhalten, siehe bitte Handhabung & Montage "Das TwinPipe-System".

Ein Trassenwarnband oder -netz min. 100 mm über die Rohre platzieren.

Schon existierende Kabel und Rohre im Boden und die eventuelle Notwendigkeit, den Rohrgraben zu drainieren, sind zu berücksichtigen.

In Bereichen mit schlechter Bodenqualität kann es notwendig sein, eine größere Menge der Erde zu ersetzen, um Setzungen/ Verschiebungen vorzubeugen.



1*) Verfüllzone

2*) Rohrleitungszone

Heben von TwinPipes

Jegliches Heben von TwinPipes sind mit Vorsicht auszuführen. Im Vergleich zu Einzelrohren sind die Mediumrohre im TwinPipe Überbelastung mehr ausgesetzt, weil sie einen verhältnismässig kleineren Teil des Rohres ausmachen.

Das ist besonders wichtig bei Verlegung im Rohrgraben, bei der das Rohr um die "starke" Achse (horizontale Achse) biegt. Beulen der Rohrwand kann dadurch vermieden werden, dass die Rohre nicht mehr als der zulässige Mindestbiegeradius ($500 \times d$ oder $500 \times H$) gebogen werden. Definition von "d" und "H", siehe bitte den Abschnitt "Richtungsänderungen: Elastische Bogen".

Der Abschnitt "Richtungsänderungen: Elastische Bogen". gibt den Mindestbiegeradius als Funktion der Mediumrohrdimension in horizontaler bzw. vertikaler Richtung an.

Der Rohrgraben Verfüllmaterial

Reimaterial

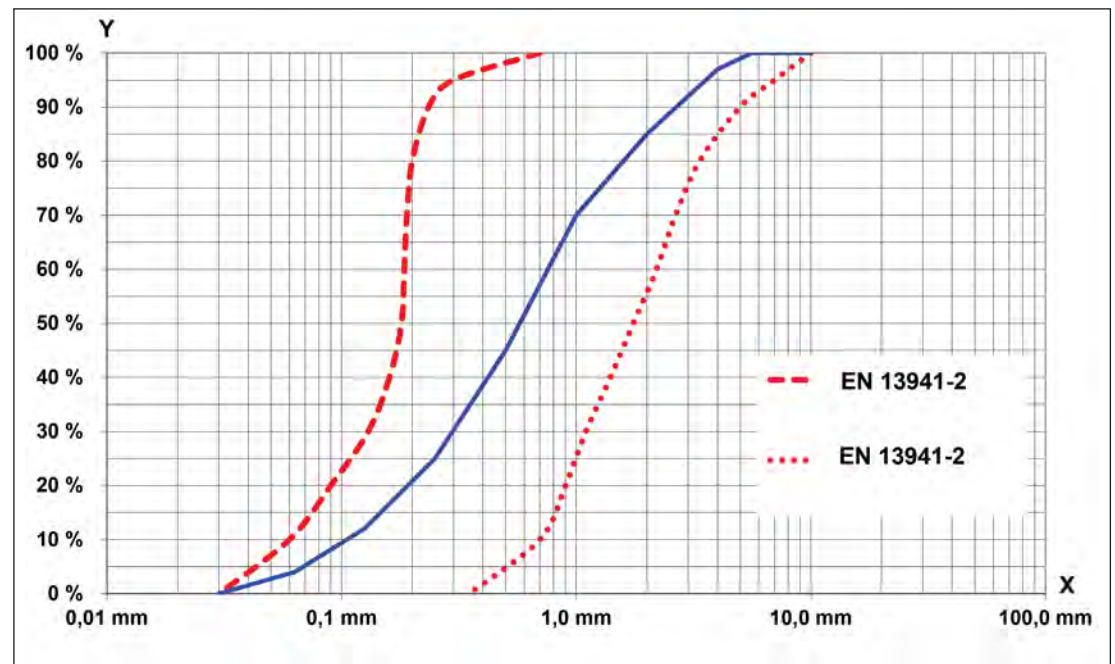
Das Verfüllmaterial in der Rohrleitungszone (Zone 2) muss untenstehenden Forderungen nachkommen, und eine Siebanalyse wie z.B. die blaue Kurve muss nach EN 13941-2 zwischen den 2 roten Grenzkurven liegen:

- Max. Korngröße $\leq 10 \text{ mm}$
- Regelmäßigkeitskoeffizient $\frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 1,8$

Die Regelmäßigkeitskoeffizient wird bei einem Siebttest ermittelt.

d_{60} ist die Korngröße, bei der 60% durch das Sieb fallen.

d_{10} ist die Korngröße, bei der 10% durch das Sieb fallen.



x-Achse: Körnung in mm

y-Achse: Durchgang in Gewichtsprozent

Das Material sollte keine schädlichen Mengen an Pflanzenresten, Humus, Lehm- oder Schlammklumpen enthalten.

Besonders bei größeren Rohren ist es wichtig auf die Menge von feinkörnigem Material im Verfüllmaterial aufmerksam zu sein, um die Gefahr einer Tunnelwirkung bei Abkühlung der Rohre zu vermeiden.

Verdichtung

Sicherstellen, dass das Verfüllmaterial den ganzen Weg rund um die Rohre liegt und, dass die Verfüllung gleichmäßig und gut verdichtet wird.

Den Sand an den Seiten und zwischen den Mantelrohren verdichten.

Die Reibung basiert auf einer mittleren Verdichtung von 97% Standardproctor ohne Werte unter 94% Standardproctor.

Bitte beachten, dass Sonderforderungen infolge von z.B. Wegebauarbeit zu berücksichtigen sind.

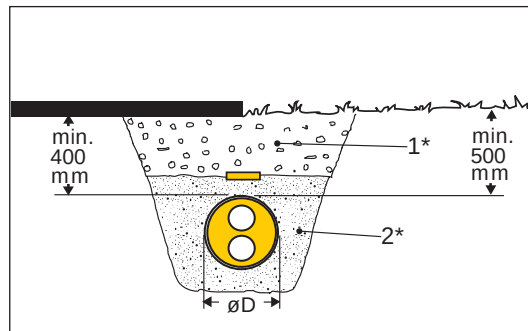
Bitte Sonderforderungen an Dehnungsbereiche beachten, siehe Abschnitt "Dehnungsaufnahme: Überblick".

Der Rohrgraben Überdeckung

Min. Überdeckung

Unter Asphalt oder Beton wird eine Mindestüberdeckung von 400 mm von der Unterkante der Asphalt/Beton zur Scheitel des Mantelrohres empfohlen.

Die Mindestüberdeckung unter unbefestigten Oberflächen sollte 500 mm von der Oberkante der unbefestigten Oberfläche zur Mantelrohrscheitel betragen.



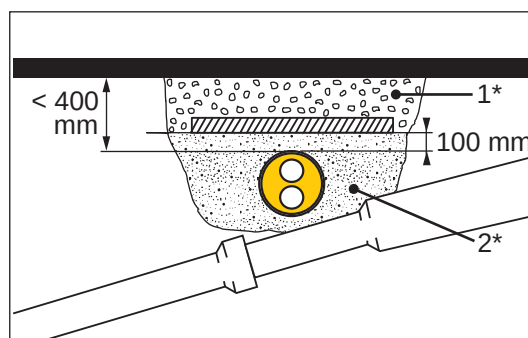
Wenn die min. Überdeckung nicht erreichbar ist, sind die Rohre z.B. mittels einer armierten Beton- oder Stahlplatte vor Überbelastung zu schützen.

Wenn der Grundwasserspiegel über die Rohre liegt, ist es notwendig, die globale Stabilität bezüglich des angewandten axialen Spannungsniveaus zu überprüfen.

Um weitere Auskünfte zu erhalten, kontaktieren Sie bitte LOGSTOR.

1*) Verfüllzone

2*) Rohrleitungszone



Verkehrslast

Kommt die min. Überdeckung den voranstehenden Empfehlungen nach, sind die Rohre vor schweren Verkehrslasten (100 kN Raddruck) gesichert.

Ist die Überdeckung geringer, ist es notwendig z.B. eine Stahlplatte oder eine armierte Betonplatte zu verwenden.

Der Rohrgraben Überdeckung

Max. Überdeckung

Um die Haftung zwischen dem Stahlmediumrohr und dem PUR-Schaum zu sichern, sollen die Rohre nicht zu tief im Boden verlegt werden.

Wenn die folgenden Höchstwerte beachtet werden, wird die Reibungskraft innerhalb der Grenze für Scherspannungen im Rohr nach EN 13941-1 liegen.

In den Haftbereichen können die Rohre tiefer verlegt werden.

Um weitere Auskünfte zu erhalten, kontaktieren Sie bitte LOGSTOR.

Stahlrohr Ø mm	Max Überdeckung über Rohre		
	Serie 1 m	Serie 2 m	Serie 3 m
26,9	2,90	2,60	2,30
33,7	3,30	2,90	2,50
42,4	3,60	3,20	2,90
48,3	3,70	3,70	3,30
60,3	4,20	3,70	3,30
76,1	4,70	4,20	3,70
88,9	4,70	4,40	3,70
114,3	4,80	4,30	3,80
139,7	4,70	4,20	3,70
168,3	4,90	4,50	3,90
219,1	5,30	4,70	4,40
273	5,00	4,40	3,90

Wiederverwend- ung von Aushubmaterial als Bettungsmaterial

In den Haftbereichen, L_L , kann das Aushubmaterial als Bettungsmaterial wiederverwendet werden, wenn es sandhaltig ist und nach Entfernung aller Partikel > 60 mm.

Wiederverwendetes Aushubmaterial als Bettungsmaterial darf nicht mehr als 2% organischen Materials enthalten.

Die Verfüllung und Verdichtung sind in so einer Weise auszuführen, dass sie den Forderungen örtlicher Behörden nachkommen.

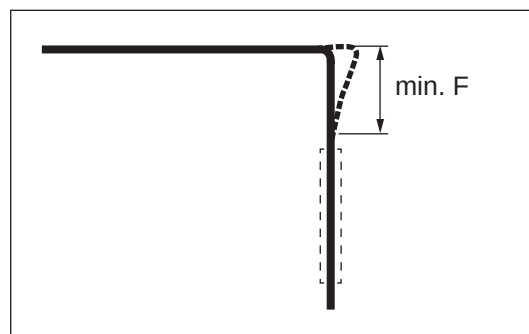
Abzweigverbindungen in Haftungsbereichen sind mit Bettungsmaterial zu verfüllen, siehe den Abschnitt "Dimensionierung des Rohrgrabens und Heben von TwinPipes."

Querung im Schutzrohr

Bei Querungen ist auf folgendes zu achten:

- Verwenden Sie Gleitkurven zur Sicherung von Rohren und Verbindungen
- Der Abstand zwischen den Gleitkurven ist unter Berücksichtigung des axialen Spannungsniveaus im Stahlrohr (globale Stabilität) festzulegen.
- Weniger Reibung im Schutzrohr führt zu größeren Dehnungen an Bogen, besonders wenn das Schutzrohr nahe am Bogen platziert ist.

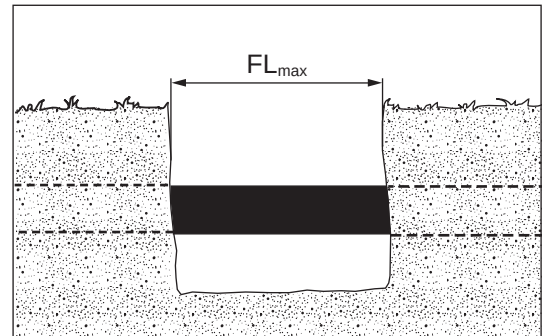
- Wenn das Rohr laterale Bewegungen, z.B. nahe an Bogen und Abzweigen ausgesetzt ist, soll ausreichender Platz vorhanden sein oder es ist zu sichern, dass das Schutzrohr endet, wo die laterale Bewegung gleich null ist.
F-Länge, siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolstern".



Der Rohrgraben Freilegung von Rohren

Max. Freilegungslänge

Die zulässige Freilegungslänge für ein Rohr in Betrieb hängt vom aktuellen Spannungsniveau im Mediumrohr an dieser Stelle ab.



Aus der Tabelle gehen die max. Freilegungslängen, FL_{190} , bei einem axialen Spannungsniveau von 190 MPa hervor.

Übersteigen die Axialspannungen die Streckspannung, ist FL_{max} in der dritten Spalte anzuwenden.

Das ist der Fall, wenn die Axialspannung höher als ca. 210 MPa ist oder bei einem Temperaturunterschied von 85°C.

Weicht das tatsächliche Spannungsniveau von 190 MPa ab, kann folgende Formel zur Berechnung der Länge FL_{max} verwendet werden:

$$FL_{max} = FL_{190} \cdot \sqrt{\frac{190}{\sigma}}$$

Beispiel

Das tatsächliche Spannungsniveau ist 120 MPa

Rohr: $\varnothing 219,1$; $FL_{190} = 6,5$ m

$$FL_{120} = 6,5 \cdot \sqrt{\frac{190}{120}} = 8,1 \text{ m}$$

Stahlrohr $\varnothing$ mm	FL_{190} m	FL_{max} $\sigma_{axial} > ReT$ ($\Delta T > 85^\circ C$) m
26,9	0,7	0,5
33,7	0,9	0,7
42,4	1,2	0,8
48,3	1,4	1,0
60,3	1,7	1,2
76,1	2,2	1,5
88,9	2,6	1,8
114,3	3,3	2,3
139,7	4,1	2,8
168,3	4,9	3,4
219,1	6,5	4,4
273	8,1	5,5

Abstand zu anderen Versorgungs- leitungen

Vorgedämmte Rohre sind mit angemessenem Abstand zu anderen Versorgungsleitungen zu verlegen.

Oft gibt es örtliche Vorschriften in verschiedenen Ländern und Regionen, die bitte zu beachten sind.

Wenn besondere Forderungen an die Temperatur der Ummantelung gestellt werden, lässt sich diese mittels LOGSTOR Calculator, das auf <http://calc.logstor.com> kostenlos zur Verfügung steht, berechnen.

Henvisninger

Handhabung & Montage Das TwinPipe-System

Gerade Rohre

Übersicht

Einleitung	Dieser Abschnitt gibt eine detaillierte Beschreibung der Verfahren zur Reduzierung von Axialspannungen und vom max. Spannungsniveau für hohe Axialspannungen in geraden Rohrstrecken.
Inhalt	Gerade Rohrstrecken ohne Spannungsreduzierung Spannungsreduzierung mit Bogen Spannungsreduzierung durch Vorspannung im offenen Rohrgraben

Gerade Rohre Ohne Spannungsreduzierungen

Definition

Wenn eine gerade Rohrstrecke ohne Spannungsreduzierung - mit Ausnahme natürlicher Richtungsänderungen - etabliert wird, wird der Einfluss von Temperaturänderungen im Haftbereich als Spannungen und im teilweisen Gleitbereich an Bogen als Dehnungen aufgenommen.

Spannungs- diagramm

Die maximale Axialspannung im Haftbereich lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$\sigma_{\max} = (T_f - T_{\text{ins}}) \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

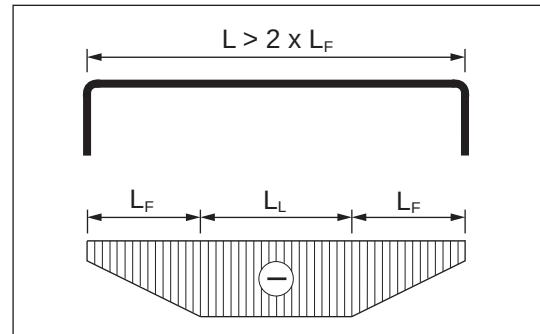
Von den Bogen steigt die Spannung auf $\sigma_{\max}$. Der Abstand wird L_F , Reibungslänge benannt.

Das Diagramm basiert auf einen Abstand zwischen Bogen, der länger als $2 \cdot L_F$ ist.

Für Einzelheiten siehe den Abschnitt: "Spannungsniveau und Dehnungsberechnung: Axiales Spannungsniveau".

L_L = Haftbereich

L_F = Reibungslänge



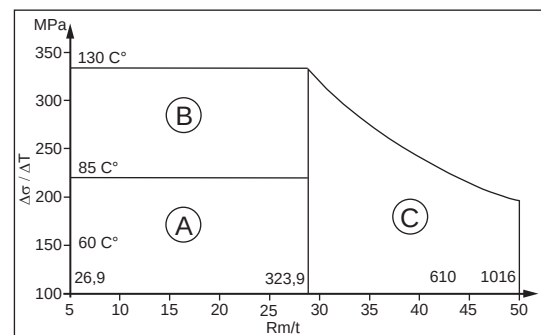
Max. zulässiges Temperatur-/ Axialspannungs- niveau

Aus der Abbildung geht der max. zulässige Spannungs- oder Temperaturunterschied für Systeme mit hohen Axialspannungen für Stahlqualitäten und Dimensionen nach EN 253 hervor.

Das Diagramm ist der EN 13941 entnommen.

Die horizontale Achse gibt das Verhältnis zwischen dem Mittelradius und der Wanddicke des Stahlrohres an.

Die senkrechte Achse ist die max. Axialspannungen, und der Temperaturunterschied zwischen der Montage- und der Auslegungstemperatur. Siehe auch EN 13941-1.



Für TwinPipe-Dimensionen ist der zulässige Temperaturunterschied $\Delta T = 130^\circ\text{C}$, was einem axialen Spannungsniveau von 334 MPa entspricht. TwinPipe-Systeme können somit ohne Spannungsreduzierung installiert werden, wenn die globale Stabilität gesichert ist.

Die globale Stabilität ist immer für alle Systeme zu kontrollieren, siehe detaillierte Bestimmung von Spannungen im Abschnitt "Axiales Spannungsniveau: Festlegung des zulässigen Spannungsniveaus".

Bitte beachten:

Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf muss immer kleiner als 60°C sein.

Gerade Rohre Ohne Spannungsreduzierungen

Konklusion

Montage ohne Spannungsreduzierung führt die niedrigsten Anlagekosten mit sich. Für Systeme mit niedrigen Betriebstemperaturen ist dieses Montageverfahren absolut vorzuziehen.

Für Systeme mit hohen Axialspannungen ist das Verfahren vorteilhaft - besonders für kleine TwinPipe-Dimensionen in Gebieten ohne oder mit wenigen erdverlegten Versorgungsleitungen.

Für Informationen über Verlegetiefen und Aushub, siehe den Abschnitt "Der Rohrgraben".

Spannungsreduzierung mit Bogen

Definition

Bei Spannungsreduzierung mit Bogen werden die Rohre vor dem Aufwärmen des Systems zugedeckt.

Der Abstand zwischen den Dehnungsbogen ist so anzupassen, dass der Abstand zwischen 2 Bogen nicht zu Axialspannungen führt, die das festgelegte Spannungsniveau überschreiten.

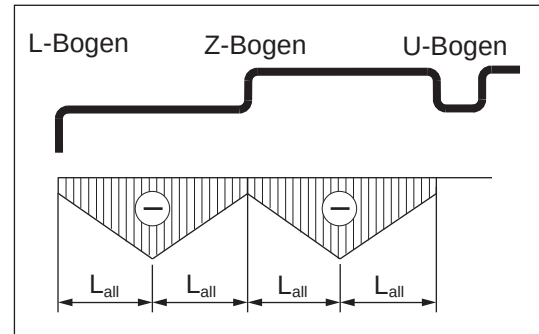
Der Abstand von einem Bogen zum Punkt mit dem erwünschten Spannungsniveau wird die Montagelänge benannt und hat Indizes mit dem faktischen Spannungsniveau.

Beispiel:

L_{190} ist der Abstand, der zu einem Spannungsniveau von 190 MPa führt.

Das heißt, dass die Länge zwischen 2 Bogen höchstens $2 \cdot L_{190}$ sein kann.

Ist sie länger, wird das angeführte Spannungsniveau überschritten.

**Montagelänge**
 L_{190}

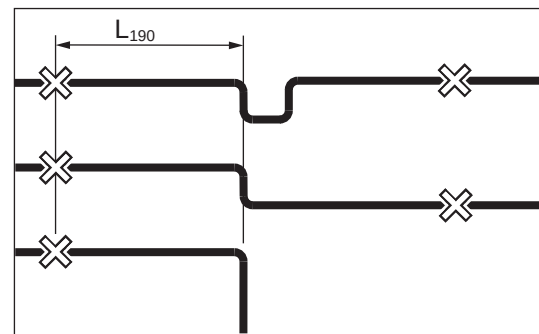
Im Prinzip kann die zulässige Spannung für TwinPipe-Systeme frei gewählt werden

Ein Bereich oder ein Abschnitt mit Spannungsreduzierung mit Bogen kann problemlos mit einem System mit hohen Axialspannungen kombiniert werden, wenn eine Spannungsreduzierung in gewissen Bereichen des Systems aufgrund globaler Stabilität erforderlich ist.

Anwendbare Bogen: L-, Z- oder U-Bogen. Der Winkel muss immer zwischen 80° und 90° sein. Bogen kleinerer Winkel dürfen nur eingesetzt werden, wenn sie die angeführten Richtlinien im Abschnitt "Richtungsänderungen" einhalten.

Berechnung des Bogens siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen".

Spannungsreduzierung - besonders mit U-Bogen - ist ein kostspieliges Verfahren und soll folglich nur angewandt werden, wenn andere Lösungen nicht verwendbar sind.



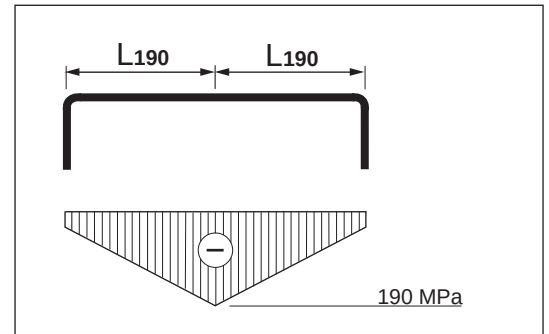
Spannungsreduzierung mit Bogen

**Montagelänge,
Berechnung**

Zur Berechnung der Montagelänge für andere Spannungsniveaus lässt folgende Formel sich anwenden:

$$L_{all} = \left(\sigma_{all} - \frac{1}{2} \cdot E \cdot \alpha \cdot (T_f - T_r) \right) \frac{A_s}{F}$$

Die Querschnittsfläche A_s und die Reibungskraft F sind den Tabellen im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft" für die aktuelle Dimension, Serie und Überdeckung entnommen.



Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft

**Voraussetzungen
für die Tabellen**

Aus den nachstehenden Tabellen geht die Reibungskraft des Bodens (Reibungsmaterial) als Funktion der Überdeckung hervor.

Folgende Voraussetzungen gelten:

Bodenreibungswinkel

$$\varphi = 32,5^\circ$$

Spezifisches Gewicht des Bodens

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

Reibungskoeffizient, zwischen Reibungsmaterial und PE-Mantel $\mu = 0,40$

Serie 1

d ø mm	D _c ø mm	A _s mm ²	Reibungskraft, F		
			H = 0,60 m kN/m	H = 0,80 m kN/m	H = 1,00 m kN/m
26,9	125	397	1,37	1,80	2,23
33,7	140	508	1,54	2,02	2,51
42,4	160	650	1,77	2,33	2,88
48,3	160	747	1,78	2,33	2,89
60,3	200	1046	2,25	2,95	3,64
76,1	225	1334	2,57	3,35	4,13
88,9	250	1723	2,89	3,75	4,62
114,3	315	2504	3,72	4,82	5,91
139,7	400	3079	4,85	6,23	7,62
168,3	450	4129	5,57	7,13	8,70
219,1	560	6068	7,22	9,16	11,10
273	710	8419	9,57	12,04	14,50

A_s gibt die gesamte Querschnittsfläche der beiden Mediumrohre an.

Serie 2

d ø mm	D _c ø mm	A _s mm ²	Reibungskraft, F		
			H = 0,60 m kN/m	H = 0,80 m kN/m	H = 1,00 m kN/m
26,9	140	397	1,53	2,02	2,50
33,7	160	508	1,77	2,32	2,88
42,4	180	650	2,00	2,63	3,25
48,3	180	747	2,01	2,63	3,26
60,3	225	1046	2,55	3,33	4,11
76,1	250	1334	2,86	3,73	4,60
88,9	280	1723	3,25	4,22	5,19
114,3	355	2504	4,22	5,45	6,69
139,7	450	3079	5,50	7,06	8,62
168,3	500	4129	6,24	7,97	9,71
219,1	630	6068	8,20	10,39	12,57
273	800	8419	10,92	13,70	16,47

A_s gibt die gesamte Querschnittsfläche der beiden Mediumrohre an.

Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabelle: Reibungskraft

Serie 3

d ø mm	D _c ø mm	A _s mm ²	Reibungskraft, F		
			H = 0,60 m kN/m	H = 0,80 m kN/m	H = 1,00 m kN/m
26,9	160	397	1,76	2,31	2,87
33,7	180	508	1,99	2,62	3,24
42,4	200	650	2,23	2,93	3,62
48,3	200	747	2,24	2,93	3,63
60,3	250	1046	2,84	3,71	4,58
76,1	280	1334	3,22	4,20	5,17
88,9	315	1723	3,67	4,77	5,86
114,3	400	2504	4,79	6,18	7,57
139,7	500	3079	6,16	7,89	9,63
168,3	560	4129	7,06	9,00	10,94
219,1	710	6068	9,36	11,82	14,28
273	900	8419	12,48	15,60	18,72

A_s gibt die gesamte Querschnittsfläche der beiden Mediumrohre an.

1, Beispiel für Spannungsreduzierung mit Bogen

Voraussetzungen für Beispiel 1

Gerader Rohrabschnitt:	600 m
Dimension:	ø 139,7 mm, TwinPipe Serie 2
Überdeckung:	H = 0,6 m
Berechnungstemperatur, Vorlauf:	$T_{\max} = 90^{\circ}\text{C}$
Berechnungstemperatur, Rücklauf:	$T_{\min} = 50^{\circ}\text{C}$
Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

Max. Abstand zwischen Bogen

Nach dem Abschnitt "Gerade Rohre: Ohne Spannungsreduzierung" kann ein gerader Rohrabschnitt mit hohen Axialspannungen ohne Spannungsreduzierung verlegt werden.

Wenn das axiale Spannungsniveau im Vorlauf - aus Rücksicht auf die Stabilität oder auf Wunsch vom Besitzer des Rohrsystems - auf z.B. 190 MPa zu reduzieren ist, ist das wie folgt zu tätigen:

Bodenreibung und Querschnittsfläche der Stahlrohre für DN 125 der Serie 2 gehen aus der Tabelle im Abschnitt: "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft" hervor:

$$F = 5,50 \text{ kN/m}$$

$$A_s = 3079 \text{ mm}^2 \text{ (= Gesamte Querschnittsfläche der Mediumrohre)}$$

Montagelänge für $\sigma = 190 \text{ MPa}$ ist zu berechnen.

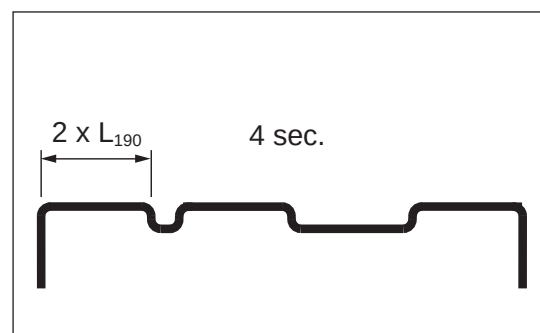
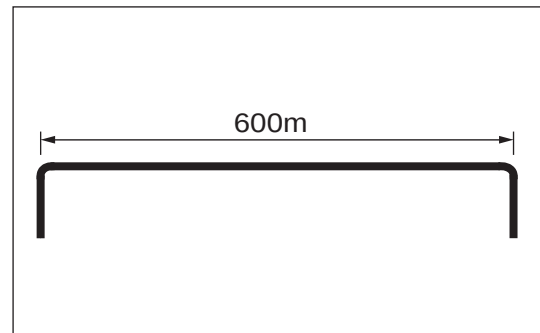
$$L_{\text{all}} = \left(\sigma_{\text{all}} - \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) \right) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_{190} = \left(190 - \frac{1}{2} \cdot 2.52 \cdot (90 - 50) \right) \cdot \frac{3079}{5.50 \cdot 1000} = 78 \text{ m}$$

Die 600 m sind in Abschnitten aufzuteilen:

$$\begin{aligned} \text{Min. Anzahl Abschnitte} &= \frac{L}{2 \cdot L_{\text{all}}} = \frac{600}{2 \cdot 78} \\ &= 3.8 \approx 4 \text{ Abschnitte (max } 2 \cdot L_{190} \text{ lang)} \end{aligned}$$

Jeder Abschnitt ist mit einem L-, Z- oder U-Bogen von den anderen Abschnitten zu trennen.

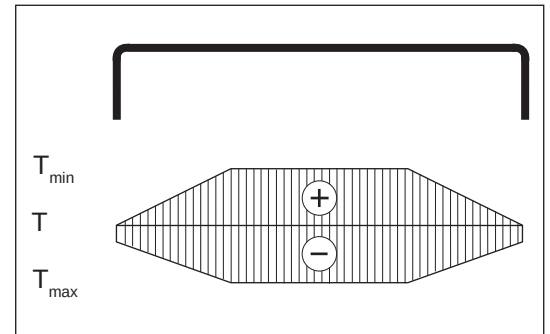


Spannungsreduzierung, Vorspannung im offenen Rohrgraben

Definition

Das Erwärmen (Vorspannen) der Leitung im offenen Graben führt dazu, dass die Leitung bei Vorspannungstemperatur spannungslos ist.

Nach vollständigem Einsanden bei Vorspanntemperatur wird die Leitung gestreckt liegen. Temperaturänderungen gegenüber der Vorspannungstemperatur führen zu kleineren maximalen Spannungen, da in Zug- und Druckspannungen aufgeteilt. Die Dehnung am Leitungsende ist ebenfalls entsprechend reduziert.



Bitte beachten, dass während des Aufwärmens auf Vorwärmtemperatur kann die Temperatur im Vor- bzw. Rücklauf unterschiedlich sein. Somit besteht die Gefahr eine kleine Drehung der Rohre im offenen Rohrgraben.

Da der Rohrgraben bei Vorspanntemperatur verfüllt wird, werden die Bewegungen bei den Bogen verhältnismäßig klein sein, aber in beiden Richtungen.

Höchsttemperatur resultiert in Dehnungen und Mindesttemperatur resultiert in Kontraktionen.

Das bedeutet auch, dass - obwohl ein System thermisch vorgespannt ist - ist die zyklische Ermüdung bei den Bogen die gleiche wie in anderen Systemen.

Beschreibung

Thermische Vorspannung kann mit Wasser vom existierenden System ausgeführt werden. Bei größeren Dimensionen ($> \text{DN } 300$) wird empfohlen, Strom oder Vakuumdampf zum Aufwärmen der Rohre zu verwenden.

Zum Aufwärmen auf Vorwärmtemperatur ist folgendes erforderlich:

- Genaue Temperatursteuerung
- Aufwärmen im offenen Rohrgraben
- Kontrolle der Längendehnung
- Sicherung des Rohres in Längs- und Seitenrichtung
- Kontrolle bei einer evtl. Drehung des Rohres im offenen Rohrgraben

Wenn die Vorspanntemperatur erreicht ist, und die Rohre sich zu der berechneten Länge ausgedehnt haben, kann der Rohrgraben verfüllt werden.

Es ist wichtig, dass die Vorspanntemperatur während des Verfüllens festgehalten wird.

Da das Eigengewicht der Rohre die volle Dehnbewegung verhindern kann, kann es notwendig sein, den Rohren beim Dehnen dadurch zu helfen, dass sie gehoben oder in ausreichend kurzen Abschnitten vorgewärmt werden.

Beim Vorwärmen in Abschnitten sind mögliche Kontraktionen und Dehnungen in den schon etablierten, vorgewärmten Abschnitten zu berücksichtigen.

Spannungsreduzierung, Vorspannung im offenen Rohrgraben

Vorspann- temperatur und Axialspannung

Bei Vorspannung wird normalerweise die Mittelempertur des Systems verwendet, was dazu führt, dass die Druck- und Zugspannungen im Vorlauf auf demselben Niveau bleiben.

Wird eine andere Vorspanntemperatur gewählt, können die max. Axialspannungen nach folgender Formel berechnet werden:

Zugspannung während der Abkühlung:

$$\sigma = (T_{\text{Pre}} - T_{\text{Ins}}) \cdot \alpha \cdot E$$

Druckspannung während des Aufwärmens:

$$\sigma = (T_{\text{Max}} - T_{\text{Pre}}) \cdot \alpha \cdot E$$

Für die vereinfachte Berechnung wird 2,52 für $\alpha \cdot E$ angewandt.

Es ist zu sichern, dass die Axialspannungen die zulässige Spannung σ_{all} nicht übersteigt, und es ist besonders auf die Zugspannung bei der Abkühlung zu achten.

Die Rohre verkraften hohe Druckspannungen besser als hohe Zugspannungen.

Dehnung

Vor dem Vorwärmen ist die Dehnung bei den Bogen zu berechnen.

$$\Delta L = (T_{\text{Pre}} - T_{\text{Ins}}) \cdot \alpha \cdot L$$

$T_{\text{Pre}} = 0.5 \cdot (T_f + T_{\text{min}})$ = Thermische Vorspanntemperatur

T_f = Berechnungstemperatur des Vorlaufes

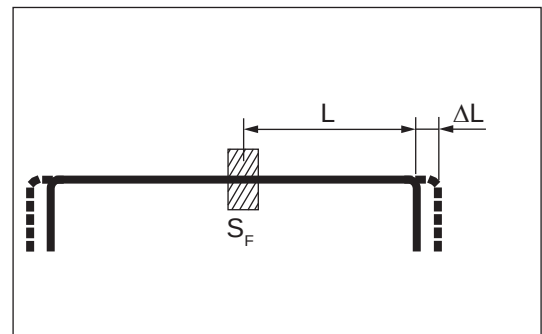
T_{Ins} = Montagetemperatur

α = Wärmeausdehnungskoeffizient des Stahles

Die Länge L ist der Abstand von der Sandfixierung zum Rohrende.

Sandfixierung (S_F):

Der Punkt, wo der Graben verfüllt und die Rohre somit fixiert sind.



2, Beispiel für Spannungsreduzierung, therm. Vorspannung

Voraussetzungen für Beispiel 2

Gerader Rohrabschnitt:	1800 m
Dimension:	Ø 139,7 mm, TwinPipe Serie 2
Überdeckung:	H = 0,6 m
Berechnungstemperatur, Vorlauf:	$T_f = 130^\circ\text{C}$
Berechnungstemperatur, Rücklauf:	$T_r = 90^\circ\text{C}$
Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$

Dehnung und Spannungen

Nach dem Abschnitt "Gerade Rohre: Ohne Spannungsreduzierung" kann ein gerader Rohrabschnitt mit hohen Axialspannungen ohne Spannungsreduzierung verlegt werden.

Wenn das axiale Spannungsniveau - unter Berücksichtigung der Stabilität oder auf Wunsch vom Besitzer des Rohrsystems - zu reduzieren ist, kann der Rohrabschnitt vorgespannt werden:

$$T_{\text{Pre}} = 0,5 \cdot (T_f + T_{\text{Ins}}) = 0,5 \cdot (130 + 10) = 70^\circ\text{C}$$

Eine Sandfixierung wird in der Mitte - 900 m von den Enden - errichtet.

Die erwartete Dehnung an den beiden Enden bei thermischer Vorspannung im offenen Rohrgraben wird somit:

$$\Delta L = (T_{\text{Pre}} - T_{\text{Ins}}) \cdot \alpha \cdot L$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_2 = (70 - 10) \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 900000 = 648 \text{ mm.}$$

In diesem Beispiel ist die Vorspanntemperatur zur Hälfte der Montage- und Höchsttemperatur des Vorlaufes gesetzt.

Die Axialspannung des Vorlaufes ist:

$$\sigma_{f, \text{max}} = (T_f - T_{\text{Pre}}) \cdot (E \cdot \alpha)$$

$$\sigma_{f, \text{max}} = (130 - 70) \cdot 2,52 = 151 \text{ MPa}$$

(Druckspannungen, wenn aufgewärmt)

$$\sigma_{f, \text{min}} = (T_{\text{Pre}} - T_{\text{Ins}}) \cdot (E \cdot \alpha)$$

$$\sigma_{f, \text{min}} = (70 - 10) \cdot 2,52 = 151 \text{ MPa}$$

(Zugspannungen, wenn abgekühlt)

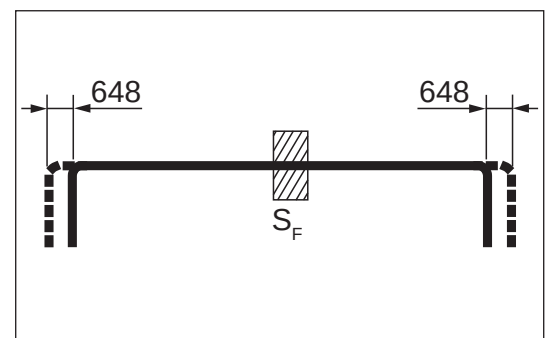
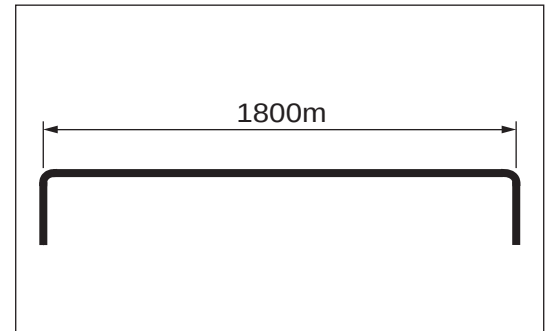
Die Axialspannung des Rücklaufes ist:

$$\sigma_{r, \text{max}} = (90 - 70) \cdot 2,52 = 50 \text{ MPa}$$

(Druckspannungen, wenn aufgewärmt)

$$\sigma_{r, \text{min}} = (70 - 10) \cdot 2,52 = 151 \text{ MPa}$$

(Zugspannungen, wenn abgekühlt)



Richtungsänderungen

Übersicht

Einleitung

Dieser Abschnitt enthält Richtlinien für die Projektierung von Richtungsänderungen in vorgedämmten Rohrsystemen. Er gibt Anleitungen für den für einen bestimmten Zweck zu wählenden Typ Richtungsänderung, um ein sowohl technisch als auch wirtschaftlich optimales System zu erreichen.

Richtungsänderungen sind in solch einer Weise auszuführen, dass die Grenzwerte für die Belastung der PUR-Dämmung und des Mediumrohres nach EN 13941-1 eingehalten werden. Bei Befolgung nachstehender Projektierungsanweisungen werden, bis auf wenige hinreichend abgesicherte Einzelfälle, die Forderungen der EN 13941-1 eingehalten. Bei Richtungsänderungen führen Temperaturänderungen im Medium zu einer Ausdehnung oder Zusammenziehung der vorgedämmten Rohre, was wiederum zur Ermüdung der Stahlrohre oder Verformung des PUR-Schaumes mit Gefahr für unzuverlässiges Erwärmen des PEHD-Ummantelung führen kann.

Dieser Abschnitt enthält Formeln und Tabellen. Ein Teil der Formeln sind in Tabellen eingearbeitet. Um die Projektierung zu vereinfachen können die Tabellen statt der Formeln verwendet werden.

Inhalt

Elastische Bogen
Vorgedämmte Bogenrohre
Gehrung
80-90° Bogen mit Dehnungspolster
5-80° Bogen mit Dehnungspolster

Richtungsänderungen Elastische Bogen

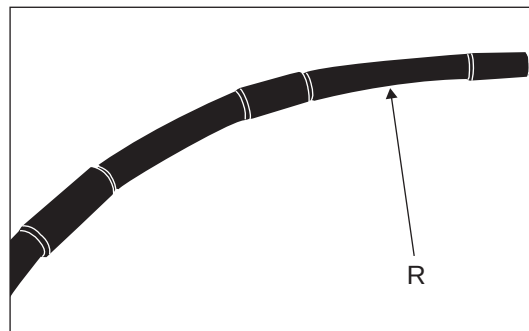
Allgemein

Mit dem LOGSTOR Stahlrohrsystem lassen sich kleine Richtungsänderungen durch Ausnutzung der Elastizität der Rohre ausführen.

Das kann horizontal, d.h. um die schwache Achse des Rohres sein und in geringerem Grade um die starke Achse - vertikal.

Statisch sind elastische Rohrbogen wie gerade Rohre anzusehen. Das heißt, dass elastische Bogen nicht zu Spannungskonzentrationen. Es wird folglich empfohlen, wenn möglich die Leitung elastisch zu verziehen.

Die Rohre werden zu einer Teillänge verschweißt, die durch weiches Biegen in einen gekrümmten Rohrgraben verlegt wird. Bei der Verlegung kann es erforderlich sein die Lage des Rohres z.B. durch teilweises Einsanden, oder mit Sandsäcken zu sichern.



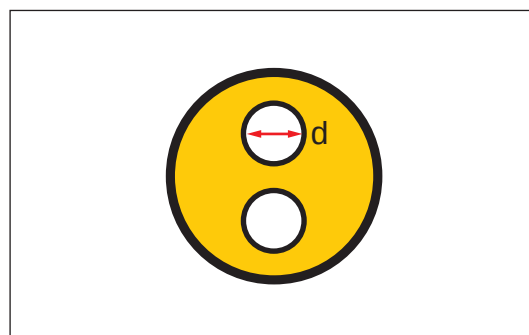
Anwendung - horizontal

Elastische Bogen können statt vorgedämmter Bogen mit kleiner Winkelabweichung oder statt Gehrungsschnitte für horizontal Richtungsänderungen verwendet werden.

Der Mindestbiegeradius ist $R = 500 \cdot d$, wobei d der Außendurchmesser des Mediumrohres ist. Aus der Tabelle gehen der Mindestbiegeradius und die entsprechenden Gehrungsschnitte, gemessen über 12 oder 16 m Länge hervor.

Der Mindestbiegeradius gilt für alle Dämmserien.

Der angeführte Mindestbiegeradius entspricht eine Biegespannung des Mediumrohres von 210 MPa.



d	Min. zulässiger Radius, horizontal	Winkel auf 12 m	Winkel auf 16 m
mm	m	°	°
26,9	13,5	51	68
33,7	16,9	41	54
42,4	21,2	32	43
48,3	24,2	28	38
60,3	30,2	23	30
76,1	38,1	18	24
88,9	44,5	15	21
114,3	57,2	12	16
139,7	69,9	9,8	13
168,3	84,2	8,2	11
219,1	110,0	6,3	8,4
273	137,0	5,0	6,7

Richtungsänderungen

Elastische Bogen

Anwendung - vertikal

Das TwinPipe-System ist bei vertikaler Richtungsänderung mehr starr wegen des Aufbaus vom Rohr.

Der Mindestbiegeradius ist $R = 500 \cdot H$, wobei H die gesamte, auswendige, vertikale Höhe der Mediumrohre ist.

$R = 500 \cdot H$ ist zudem der Mindestbiegeradius, der die Rohre bei der Handhabung während der Montage ausgesetzt werden dürfen.

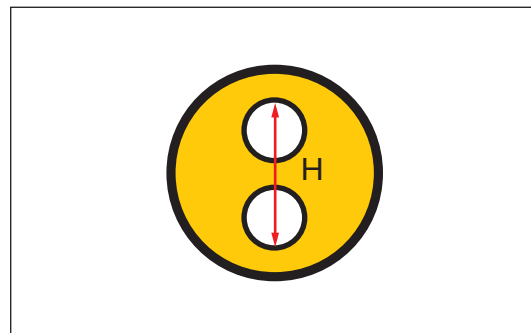
In der Praxis ist dieser kleine Radius kaum bei der Montage verwendbar, da TwinPipes in vertikaler Richtung relativ starr sind im Vergleich zu horizontaler Richtung, und folglich Gefahr besteht, dass die Rohre sich drehen. Von der Anwendung des Mindestbiegeradius für die Montage wird deshalb abgeraten. Als Faustregel können die Rohre im Graben mit einem Radius von $R = 750 \cdot H$ verlegt werden.

Aus der Tabelle gehen die Biegeradien hervor, die $R = 750 \cdot H$ entsprechen und für alle Serien gültig sind.

Elastische Bogen können für vertikale Richtungsänderung verwendet werden, vorausgesetzt die globale Stabilität des Rohres ist gesichert.

Zum Beispiel ist bei vertikalen Richtungsänderungen zu sichern, dass die Scheitelüberdeckung und der Bodendruck zur Sicherung der Stabilität des Rohres ausreichen.

Kontaktieren Sie bitte LOGSTOR für zusätzlichen Support

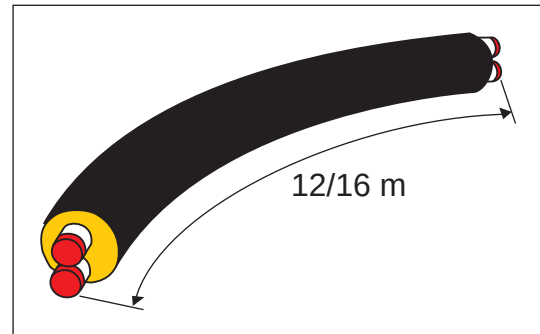


d	Empfohlener Radius, 750 · H vertikal	Winkel auf 12 m	Winkel auf 16 m
mm	m	°	°
26,9	55	13	17
33,7	65	11	14
42,4	78	8,8	12
48,3	87	7,9	11
60,3	105	6,5	8,7
76,1	129	5,3	7,1
88,9	152	4,5	6,0
114,3	190	3,6	4,8
139,7	232	3,0	4,0
168,3	282	2,4	3,2
219,1	362	1,9	2,5
273	443	1,6	2,1

Richtungsänderungen Vorgedämmte Bogenrohre

Allgemein

Werkseitig hergestellte Bogenrohre lassen sich mit Vorteil anwenden, wenn der erwünschte Radius kleiner ist als der zulässige Radius für das elastische Verziehen der Leitung. Bogenrohre lassen sich nur horizontal biegen.

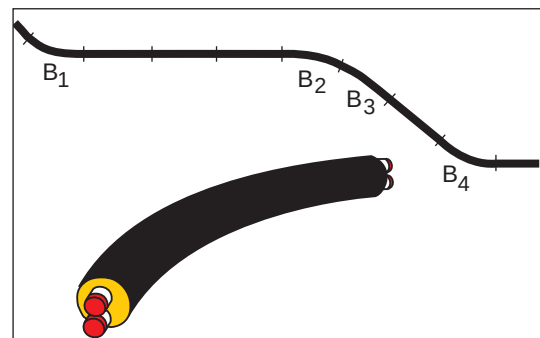


Anwendung

Bogenrohre werden statt traditioneller Bogen verwendet.

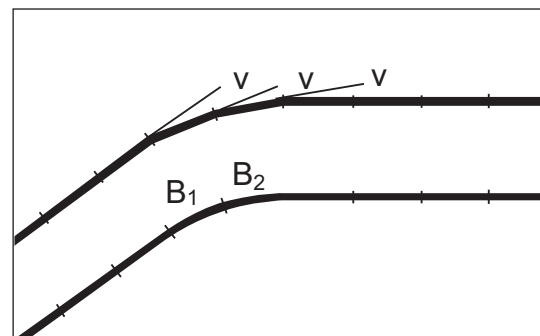
Fixierlaschen werden nicht in Bogenrohren verwendet.

Besonders bei anderen Winkeln als 90° ist die Anwendung von Bogenrohren vorteilhaft. Wegen der größeren Radien werden Momente und Ermüdungsbeanspruchung erheblich geringer als in Bogen und sie können fast ohne Einschränkung bezüglich Axialspannung oder Winkelabweichung verwendet werden.

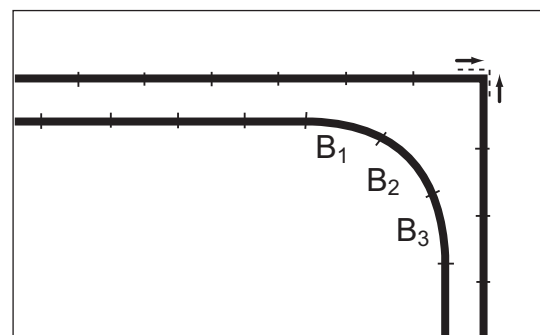


Lösungsmöglichkeiten mit Bogenrohren

- Als Ersatz für Gehrungsschnitte



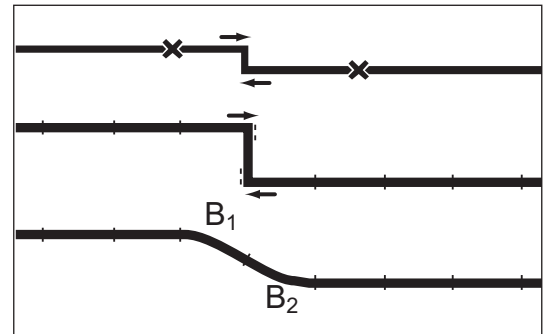
- Für Richtungsänderungen



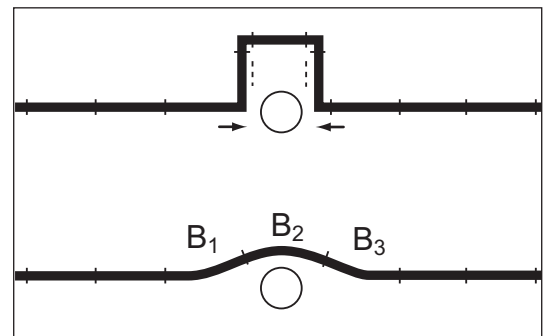
Richtungsänderungen Vorgedämmte Bogenrohre

Lösungs- möglichkeiten mit Bogenrohren *fortgesetzt*

- Als Ersatz für Z-Bogen lassen sich Bogenrohre mit Vorteil verwenden. Bei Verwendung von Z-Bogen gibt es Grenzen dafür, wie kurz der Abstand zwischen den parallelen Rohrstrecken sein kann. Bei Verwendung von Bogenrohren ist der Abstand wahlfrei.



- Zur Umgehung von Hindernissen



Richtungsänderungen

Vorgedämmte Bogenrohre

Bezeichnungen für Bogenrohre

Ein werkseitig hergestelltes Bogenrohr wird fertigungsbedingt mit einem geraden Rohrstück an jedem Ende (L_1) geliefert. Die Länge L_1 ist für Rohre einer Dimension immer gleich. Die Länge entnehmen Sie bitte der Tabelle auf der nächsten Seite.

Auf Grund der geraden Rohrenden wird das Rohr mit einem kleineren Radius als der Projektierungsradius gebogen.

Ein Bogenrohr wird anhand folgender Bezeichnungen definiert:

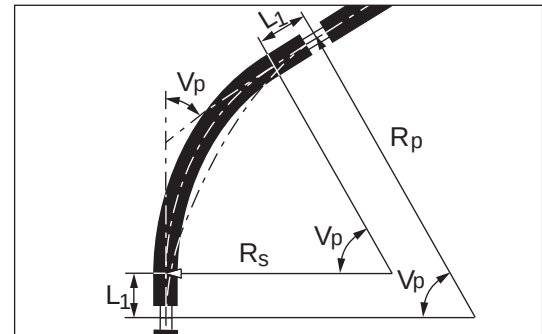
V_p : Projektierungs-/Biegewinkel

R_p : Projektierungsradius

R_s : Segmentradius (Radius des gebogenen Stücks)

L_1 : Länge des geraden Rohrstücks

Tol: Abweichung des Winkels +/- (bitte siehe Produktkatalog, den Abschnitt "Das KMR-System: Bogenrohre").



Bestellung von Bogenrohren

Bei der Bestellung von Bogenrohren sind Winkel und Länge des Bogenrohres (12 oder 16 m) anzugeben.

Ist Überwachung in das System einzubauen, ist es wegen der Platzierung der Überwachungsdrähte von Bedeutung, ob das Rohr links oder rechts gebogen ist, siehe bitte Produktkatalog, den Abschnitt "Das KMR-System: Bogenrohre". Dies ist ebenfalls bei der Bestellung anzugeben.

Höchstwinkel und axiale Mittelspannungen

Aus den Tabellen auf der folgende Seite gehen die maximalen Winkelabweichungen der Bogenrohre und das maximale Mittelspannungsniveau hervor, bei dem die Rohre eingesetzt werden dürfen. Die Werte gelten für horizontale Richtungsänderungen und alle Dämmserien mit einer Scheitelüberdeckung von 0,6-1,5 m.

$V_{p,max}$: Der größte Projektierungswinkel, in dem jede einzelne Dimension gebogen werden kann.

$R_{p,min}$: Der kleinste Projektierungsradius entsprechend dem größten Projektierungswinkel.

L_1 : Länge des geraden Rohrstücks an beiden Enden des Bogenrohres

$\sigma_{max,Mittel}$: Max. axiale Mittelspannung beim Höchstwinkel. Bei höher axialer Mittelspannung wird der Höchstwinkel reduziert, siehe bitte den Abschnitt "Richtungsänderungen: Vorgedämmte Bogenrohre".

Bodendruck: Der umgebende Boden soll die globale Stabilität des Rohres sichern. Der Wert in der Tabelle gibt den passiven Bodendruck, der vorhanden sein muss, damit der Boden ausreichenden Gegenhalt leistet.

Die Obergrenze für das Spannungsniveau, $\sigma_{max, Mittel}$, sichert, dass:

- der Erdboden ausreichend Gegenhalt zur Sicherung der Stabilität des Rohrsystems leistet (Bitte beachten! Der Grundwasserspiegel darf nicht über die Rohre liegen).
- die PUR-Dämmung nicht übermäßig belastet wird.

Richtungsänderungen

Vorgedämmte Bogenrohre

Axiale Mittelspannung

Die axiale Mittelspannung ist eine Berechnungseinheit, die der Mitteltemperatur entspricht und wird wie folgt berechnet:

$$\sigma_x = L_x \cdot \frac{F}{A_s}$$

wo

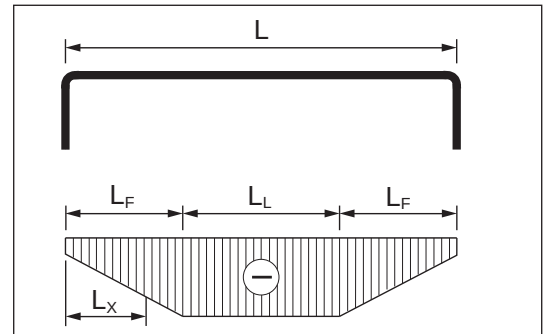
A_s = Die gesamte Querschnittsfläche der beiden Stahlrohre, die den Tabellen im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen – Tabellen: Reibungskraft " entnommen werden können.

$$L_x > L_F$$

$$\sigma_x = \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot E \cdot \alpha$$

wo

ΔT_{Mittel} = Der Unterschied zwischen der Mitteltemperatur des Vor- und Rücklaufes und der Temperatur beim Zudecken des Rohres.



R_p bei anderen Winkeln

R_p kann wie folgt berechnet werden:

$$R_p = \frac{180 \cdot L_b}{\pi \cdot V_p}$$

wo

L_b : die Länge des Bogenrohres (12 oder 16 m).

12 m Bogenrohre

d x t mm	V_p , max °	R_p , min m	L_1 m	$\sigma_{\text{max, Mittel}}$ MPa	Bodendruck MPa
60,3 x 2,9	16	43,0	0,60	334	0,036
76,1 x 2,9	25	27,5	0,60	334	0,067
88,9 x 3,2	33	20,8	0,60	334	0,091
114,3 x 3,6	38	18,1	0,56	334	0,109
139,7 x 3,6	43	16,0	0,63	190	0,105
168,3 x 4,0	45	15,3	0,67	180	0,112
219,1 x 5,0*	40	16,8	0,89	175	0,117

* Beim Biegen von 219 x 219/710 ist die höchste Gradzahl für 12 m 18°.

Zusätzliche Informationen, siehe bitte Produktkatalog, den Abschnitt "Das KMR-System: Bogenrohre".

Richtungsänderungen

Vorgedämmte Bogenrohre

16 m Bogenrohre

d x t mm	V _p , max °	R _p , min m	L ₁ m	σ _{max, Mittel} MPa	Bodendruck MPa
60,3 x 2,9	-	-	-	-	-
76,1 x 2,9	-	-	-	-	-
88,9 x 3,2	-	-	-	-	-
114,3 x 3,6	13	65,5	2,49	334	0,042
139,7 x 3,6	16	57,3	2,47	334	0,049
168,3 x 4,0	19	48,25	2,45	334	0,068
219,1 x 5,0	19	48,25	2,42	334	0,079

Zusätzliche Informationen, siehe bitte Produktkatalog, den Abschnitt "Das KMR-System: Bogenrohre".

Max. Projektierungswinkel bei anderen Spannungsniveaus

Der Projektierungswinkel V_p muss reduziert werden, wenn das aktuelle Mittelspannungsniveau σ höher als der in vorstehenden Tabellen angeführte Wert ist.

Der reduzierte Projektierungswinkel V_p wird wie folgt berechnet:

$$V_p = V_{p, \max} \cdot \frac{\sigma_{\max, \text{Mittel}}}{\sigma}$$

wobei σ_{max, Mittel} aus umstehender Tabelle hervorgeht, und σ das aktuelle Mittelspannungsniveau an der Stelle ist, an der das Bogenrohr einzubauen ist.

ΔT_{Mittel} ≤ 100°C

In Systemen mit einer Mitteltemperaturdifferenz ΔT_{Mittel} ≤ 100°C können Bogenrohre mit Projektierungswinkeln/-radien wie aus untenstehender Tabelle ersichtlich verwendet werden. ΔT_{Mittel} = 100°C ergibt eine axiale Mittelspannung von 252 MPa.

Die Werte gelten für horizontale Richtungsänderungen und alle Dämmserien mit einer Scheitelüberdeckung von 0,6-1,5 m und der Grundwasserspiegel liegt unter die Rohre.

Ist die Mitteltemperatur und/oder das aktuelle Mittelspannungsniveau an der Stelle, wo das Bogenrohr einzubauen ist, niedriger als die oben angeführten Werte, kann ein Bogenrohr mit einem grösseren Winkel als in der Tabelle angeführt verwendet werden.

Der Winkel lässt sich anhand obiger Formel berechnen.

Bitte beachten! Der Winkel darf nicht die auf vorheriger Seite angeführten Größen für 12 m Bogenrohre übersteigen.

12 m Bogenrohre bei max. axialer Mittelspannung

	V _p max	R _p min m	L ₁ m	σ _{max, Mittel} MPa	Bodendruck MPa
60,3 x 2,9	15,0	45,8	0,7	334	0,03
76,1 x 2,9	24,0	28,6	0,7	334	0,06
88,9 x 3,2	32,0	21,5	0,6	334	0,082
114,3 x 3,6	38,0	18,1	0,6	334	0,109
139,7 x 3,6	36,5	18,8	0,6	252	0,105
168,3 x 4,0	34,0	20,2	0,7	252	0,111
219,1 x 5,0	24,0	28,7	0,9	252	0,094

Richtungsänderungen

Vorgedämmte Bogenrohre

16 m Bogenrohre bei max. axialer Mittelspannung

Die Tabelle auf der vorigen Seite ist immer anwendbar, da 16 m Bogenrohre bei hohen axialen Mittelspannungen verwendet werden können..

Abstecken von Bogenrohren

Zur Sicherung des korrekten Absteckens der Trasse des Rohrsystems kann der Schnittpunkt der Tangenten des Bogenrohres in die Systemzeichnung bzw. an der Baustelle eingetragen werden.

In der Praxis bedeutet das, dass die Muffen in der Systemzeichnung im Punkt t_p platziert werden.

Der Abstand A vom Schnittpunkt der Tangenten s_p zum Tangentenpunkt t_p wird abgesteckt, um die Verbindungen korrekt zu platzieren.

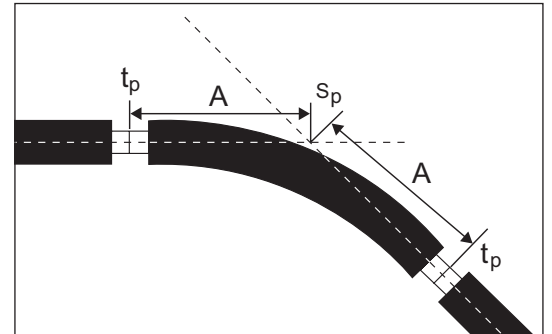
Der Abstand A wird nach folgender Formel berechnet:

$$A = R_p \cdot \tan\left(\frac{V_p}{2}\right)$$

wo

R_p : Projektierungsradius

V_p : Projektierungs-/Biegewinkel



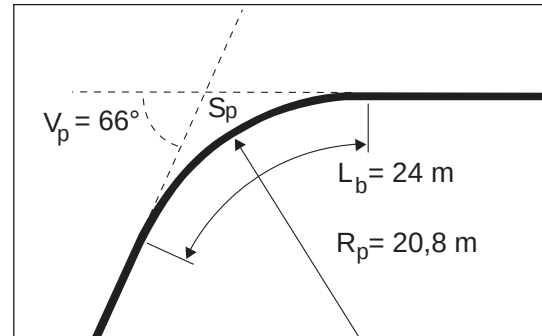
Richtungsänderungen

Vorgedämmte Bogenrohre - Beispiel

Voraussetzungen

Dimension $\varnothing 219,1/630$ (Serie 2)
 Scheitelüberdeckung $H = 0,6 \text{ m}$
 Auslegungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Auslegungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 Projektierungswinkel $V_p = 66^\circ$
 Rohrlänge $L_b = 24 \text{ m}$

Das Bogenrohr ist im Haftbereich zu platzieren.



Aus der Tabelle früher in diesem Abschnitt folgende Werte für ein $\varnothing 219,1$ Bogenrohr hervor:

- $V_{p,max} = 43^\circ$ (Max. Biegewinkel)
- $\sigma_{max, Mittel} = 140 \text{ MPa}$ (Zulässiges Spannungsniveau)

Da der Projektierungswinkel V_p (66°) größer ist als der zulässige Winkel $V_{p,max}$ (43°), sind 2 Stck. 12 m Bogenrohre mit je einem Winkel von 33° zu verwenden.

Das maximal zulässige Spannungsniveau bei einem Winkel von 33° ist wie folgt zu berechnen:

$$V_p = V_{p,max} \cdot \frac{\sigma_{max, Mittel}}{\sigma}$$

$$\sigma = V_{p,max} \cdot \frac{\sigma_{max, Mittel}}{V_p}$$

$$\sigma = 43 \cdot \frac{140}{33} = 182 \text{ MPa}$$

Bei der Berechnung der axialen Mittelspannung ist zu ermitteln, ob das Spannungsniveau an der Stelle, wo das Bogenrohr einzubauen ist, unter dem zulässigen Spannungsniveau von 182 MPa ist:

$$L_x > L_f$$

$$\sigma_x = \Delta T_{Mittel} \cdot E \cdot \alpha$$

$$\sigma_x = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 2,52 = 150 \text{ MPa}$$

Da die axiale Mittelspannung $< 182 \text{ MPa}$ ist, können 2 Stck. Bogenrohre von je 33° verwendet werden

Der Projektierungsradius ist:

$$R_p = \frac{180 \cdot L_b}{\pi \cdot V_p}$$

$$R_p = \frac{180 \cdot 12}{\pi \cdot 33} = 20,8 \text{ m}$$

Bei der Bestellung von den 2 Bogenrohren ist Länge bzw. Winkel anzugeben.

Wird das Rohrsystem mit Überwachung ausgeführt, ist wegen der Platzierung der Überwachungsdrähte zu definieren, ob das Rohr links oder rechts gebogen werden soll, siehe evtl. Produktkatalog, den Abschnitt "Das KMR-System: Bogenrohre".

Das (in der Systemzeichnung sowie an der Baustelle angewandte) A-Maß, das den Abstand von einer Schweißung zum Schnittpunkt der Tangenten des Bogenrohres angibt, ist wie folgt zu berechnen:

$$A = 20,8 \cdot \tan\left(\frac{66}{2}\right) = 13,5 \text{ m}$$

Richtungsänderungen

Gehrungsschnitte

Allgemein

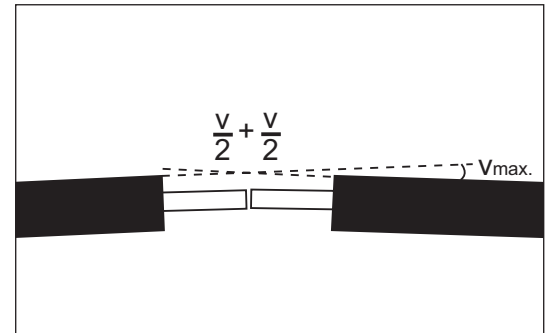
Gehrungsschnitte können für kleinere Richtungsänderungen vorgenommen werden. Die Anwendung von Gehrungsschnitten sollte jedoch soweit möglich minimiert werden, da Spannungskonzentrationen im Bereich der Gehrung auftreten werden, die das System schwächen können.

LOGSTOR empfiehlt folglich, dass kleinere Richtungsänderungen soweit möglich elastisch verzogen werden.

Anwendungsmöglichkeiten

Gehrungsschnitte sind nur bei horizontalen Richtungsänderungen erlaubt - nicht bei vertikalen Richtungsänderungen.

Bei Gehrungsschnitten sind Fixierlaschen nicht zu montieren.



Zulässige Gehrung

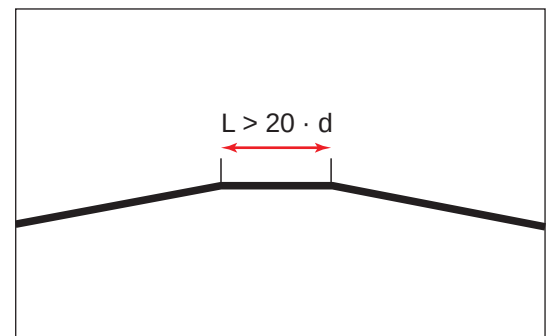
Die zulässige Größe eines Gehrungsschnittes wird aufgrund des axialen Spannungsniveaus im Rohrsystem, $\sigma_{a,max}$, definiert.

ΔT_{max} ist der Unterschied zwischen der Auslegungstemperatur des Vorlaufes und der Montagetemperatur.

ΔT_{max} °C	$\sigma_{a,max}$ MPa	V_{max} °
60	150	4
90	228	2
100	252	1
110	280	0,5
> 110	> 280	0

Mindestabstand zwischen Gehrungsschnitten

Beim Einbau mehrerer Gehrungsschnitten in einer Rohrleitung, muss der Mindestabstand zwischen den Gehrungsschnitten $20 \cdot d$ sein. d ist der Durchmesser des einzelnen Mediumrohres.



Richtungsänderungen

Gehrungsschnitte

Voraussetzungen für die Gehrung

Beim Gehen ist ein gründliches Komprimieren rundum die Gehrung entscheidend, um die Seitenbewegung, die zum Ermüdungsbruch in der Gehrung führen kann, zu minimieren.

WICHTIG! Dehnungspolster dürfen nicht um Gehrungen verwendet werden!

LOGSTOR gerade Muffen können bei Gehrungen in den untenstehenden Winkeln verwendet werden, vorausgesetzt das Voranstehende ist eingehalten:

°V	Max. Gehrung bei geraden Muffen				
	BXJoint	SX-WPJoint	BS-/B2SJoint	EWJoint	BandJoint
0	ø 90-630 mm	ø 90-710 mm	ø 90-1000 mm	ø 90-1400 mm	ø 90-1400 mm
1	ø 90-630 mm	ø 90-710 mm	ø 90-1000 mm	ø 90-1400 mm	ø 90-1400 mm
2	ø 90-630 mm	ø 90-710 mm	ø 90-1000 mm	ø 90-1400 mm	ø 90-1400 mm
3	ø 90-630 mm	ø 90-710 mm	ø 225-1000 mm	ø 225-1000 mm	ø 90-710 mm
4	ø 90-630 mm	ø 90-630 mm	-	ø 225-500 mm	ø 90-500 mm
5	ø 90-630 mm	ø 90-630 mm	-	-	-

Stahlmediumrohr ist statisch zu kontrollieren.

Richtungsänderungen

80-90° Bogen mit Dehnungspolster

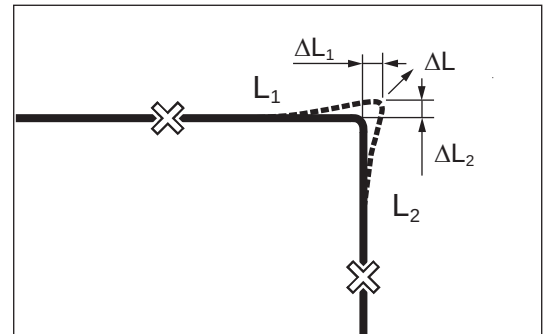
Allgemein

Die Axialdehnung gerader Rohrstrecken führt zu einer seitlichen Verschiebung am Bogen.

Um zu sichern, dass der Bogen und der PUR-Schaum nicht größere Einflüsse ausgesetzt werden als sie widerstehen können, muss die Belastung des Bodendruckes reduziert werden.

Das kann durch Aufnahme der Dehnung in Dehnungspolstern erfolgen, siehe unten.

Beschreibung von Dehnungspolster, siehe den Abschnitt "Dehnungsaufnahme".



Ermüdung/ Lastwechsel

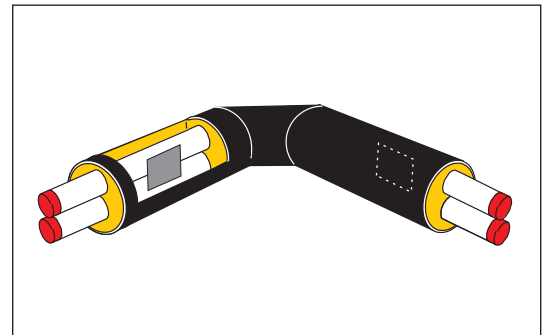
Anhand der aktuellen Temperaturen und Verlegeverhältnisse wird die Bewegung am Bogen berechnet. Alle Bogen sind wie im Abschnitt "Allgemein: Projektklassen" beschrieben nach EN 13941 mit den angeführten min. Temperaturvariationen gegen Ermüdung zu sichern.

Alle Bogen in diesem Manual sind ebenfalls mit Sicherheitsfaktoren für Projektklasse B berechnet.

Fixierlaschen

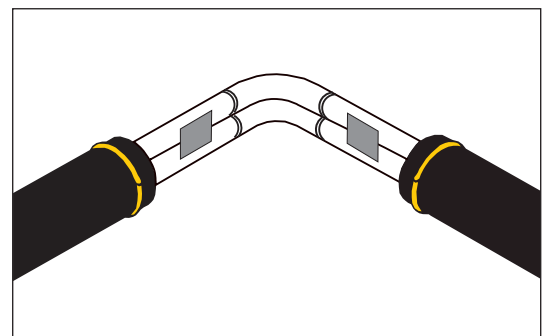
Bei allen Richtungsänderungen sind Fixierlaschen anzuwenden.

Alle vorgedämmten Bogen sind mit eingebetteten Fixierlaschen, so bei Verwendung von vorgedämmten Bogen sind zusätzliche Maßnahmen nicht erforderlich.



Bei Anwendung von Montagebogen sind Fixierlaschen an den geraden Rohrenden beiderseits des Bogens anzuschweißen, siehe den Abschnitt "Allgemein: Systemdefinitionen". Ist der Abstand zwischen 2 Bogen < 12 m, können Fixierlaschen an den Schenkel mit weniger 12 m zum nächsten Bogen ausgelassen werden.

Montage von Fixierlaschen, bitte siehe Handhabung & Montage, den Abschnitt "Das TwinPipe-System: Fixierlaschen"



Anwendungsmöglichkeiten

Die Richtlinien in diesem Abschnitt betreffen horizontale Richtungsänderungen.

Richtungsänderungen

80-90° Bogen mit Dehnungspolster

Länge des Dehnungsbereiches

Zur Festlegung der Länge des Dehnungsbereiches ist es notwendig, die Axialdehnung des Rohrsystems zu berechnen.

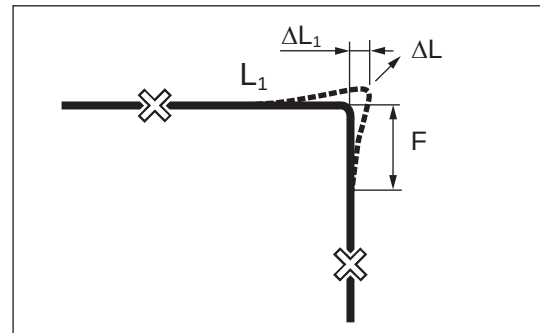
Die Formeln sind in Einzelheiten im Abschnitt "Spannungsniveau und Dehnungsberechnung: Dehnung an Bogen" beschrieben.

Die aktuelle Dehnung ΔL_1

Für die Strecke L_1 wird die aktuelle Dehnung ΔL_1 berechnet.

Danach lässt sich die Länge F , die zur Aufnahme der Dehnung von L_1 erforderlich ist, in den nachfolgenden Kurven finden.

F = Die Länge vom Bogen, die mit Dehnungspolstern zu schützen ist, damit der Bodendruck nicht zu hohen Spannungen im PUR-Schaum führt.



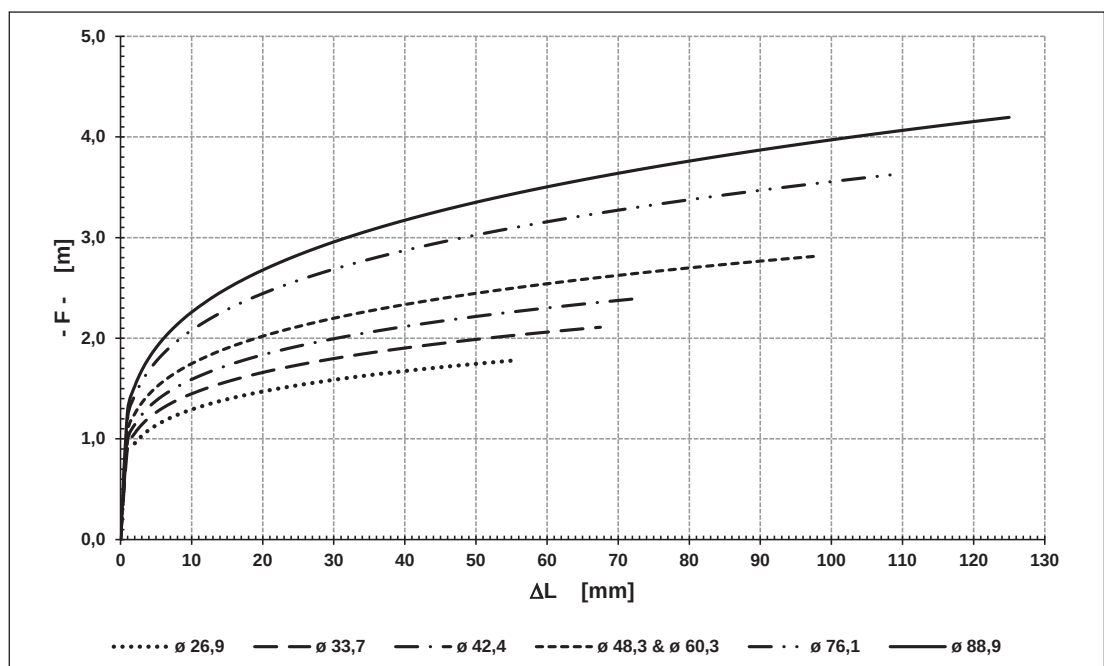
Bei der Berechnung der Axialspannung sind sowohl Scheitelüberdeckung und Dämmserie zu berücksichtigen.

Aus der waagerechten Achse des Diagramms geht das aktuelle ΔL hervor.

Dieses Maß wird senkrecht bis zur aktuellen Dimensionskurve verschoben, dann geht die F -Länge aus der senkrechten Achse hervor.

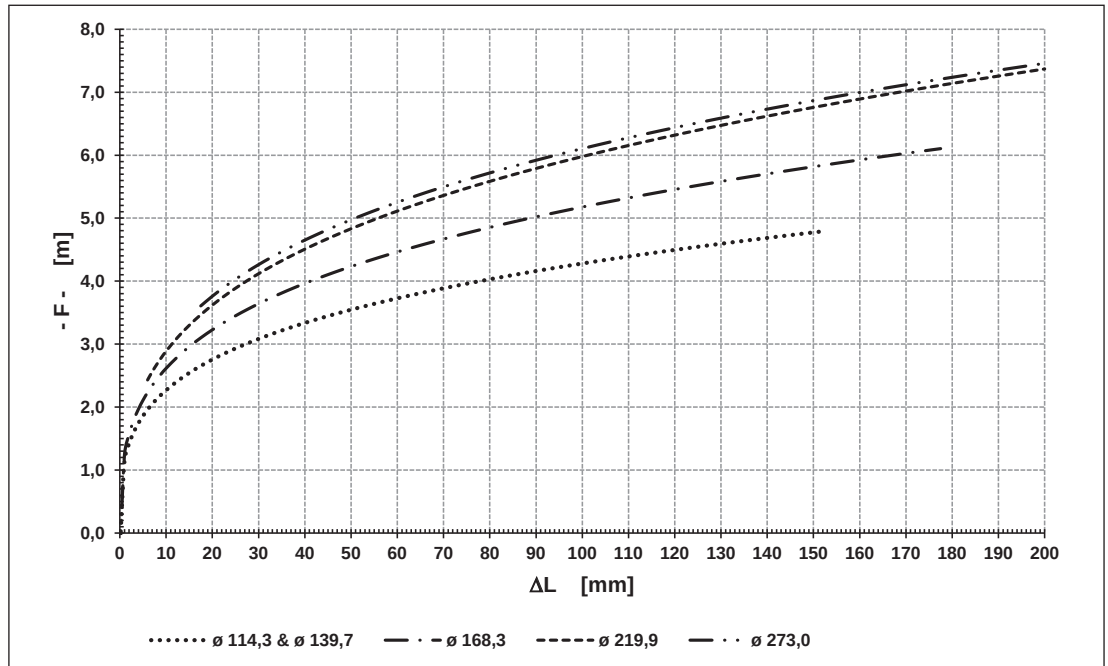
Die Kurven gelten für alle Dämmserien.

Dehnungsbereich F-Länge ø 26,9 – ø 114,3 Serie 1, 2 und 3



Richtungsänderungen 80-90° Bogen mit Dehnungspolster

Dehnungs-
bereich
F-Länge
ø 139,7 – ø 273
Serie 1, 2 und 3



Dehnungspolster

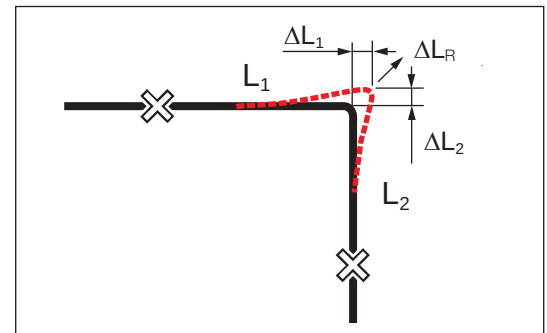
Um die zur Aufnahme der Dehnung am Bogen erforderliche Anzahl und Dicke der Dehnungspolster zu bestimmen, ist die resultierende Dehnung des Bogens ΔL_R zu berechnen

$$\Delta L_R = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

Dehnungspolster dürfen max. 70% komprimiert werden, so wird die erforderliche Dicke der Dehnungspolster wie folgt berechnet:

$$t_{\text{Dehnungspolster}} = \frac{\Delta L_R}{0,70}$$

Die Dehnungspolster sind in Dicken von 40 mm erhältlich. Die Dicke kann folglich 40 mm, 80 mm oder 120 mm sein, siehe auch den Abschnitt "Dehnungsaufnahme".



Richtungsänderungen

80-90° Bogen mit Dehnungspolster

Länge der Dehnungspolster

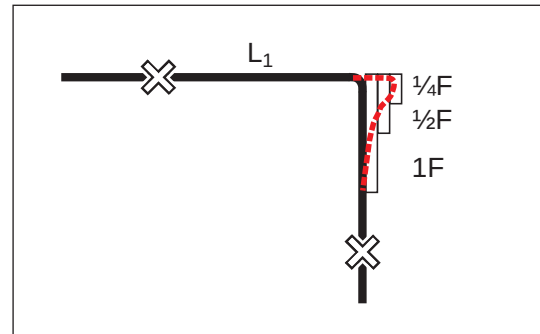
Die Länge des Dehnungspolsters ist mindestens die F-Länge.

Ist von mehreren Lagen Dehnungspolster die Rede, wird die Anzahl der Lagen gemäß der Durchbiegungslinie des Bogens reduziert.

In der Praxis bedeutet das, dass die 1. Lage Dehnungspolster immer die Mindestlänge F hat.

Die 2. Lage Dehnungspolster hat die Mindestlänge $\frac{1}{2} F$, und die 3. Lage hat die Mindestlänge $\frac{1}{4} F$.

Die Länge jeder Lage ist auf ganze oder halbe Meter gerundet.



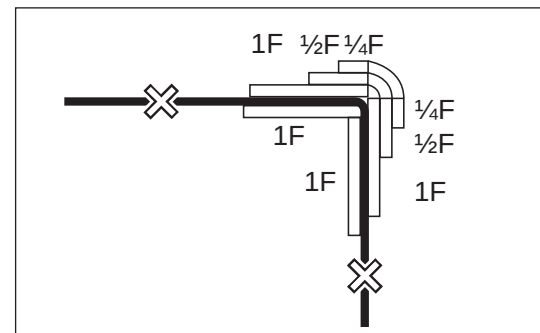
Platzierung von Dehnungspolstern

Dehnungspolster sind immer an die auswendige Seite des Bogens zu platzieren, um die Dehnung aufzunehmen.

An die inwendige Seite des Bogens können Dehnungspolster in der vollen Länge der F-Länge platziert werden.

Da die Reibung verhindert, dass der Bogen sich voll zurückzieht, ist nur eine Lage Dehnungspolster erforderlich.

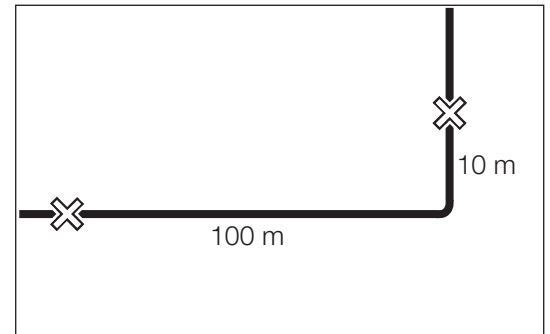
Bei thermisch vorgespannten Systemen sind die gleiche Anzahl Dehnungspolster sowohl innen wie auch außen zu platzieren, wenn die Dehnung bezogen auf die Vorspanntemperatur, die gleich der Mitteltemperatur ist, berechnet worden ist.



80-90° Bogen mit Dehnungspolster - Beispiel

**Voraussetzungen
für das Beispiel**

$\varnothing$ 60,3, Serie 2
 Scheitelüberdeckung $H = 0,6$ m
 Auslegungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Auslegungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 $L_1 = 100$ m
 $L_2 = 10$ m
 Aus der Tabelle im Abschnitt "Gerade
 Rohre: Spannungsreduzierung mit
 Bogen – Tabellen: Reibungskraft " für $\varnothing$
 60,3 Serie 2:
 $F = 2,55$ kN/m
 $A_s = 1046$ mm² (= Gesamte Querschnitts-
 fläche der Mediumrohre)

**Max.
Spannungs-
niveau**

$$\sigma_{\max.} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max.} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202 \text{ [MPa]}$$

ΔT_{Mittel} beregnes:

$$\Delta T_{\text{Mittel}} = \left(\frac{T_f + T_r}{2} - T_{ins} \right) = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) = 60^\circ\text{C}$$

Reibungslänge L_F :

$$L_F = \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_F = 60 \cdot 2,52 \cdot \frac{1046}{2,55 \cdot 1000} = 62 \text{ m}$$

Dehnung

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Als L_x wird L_F angewandt, da sie kürzer
als die tatsächliche Länge ist.

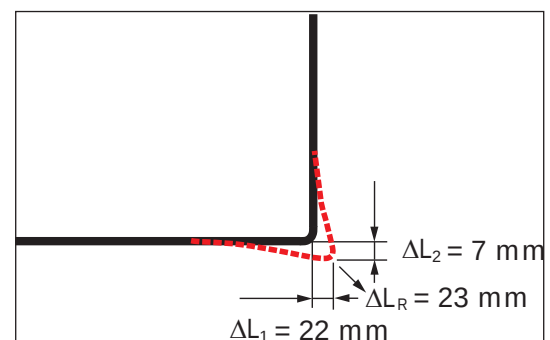
$$\Delta L_1 = 62000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60$$

$$- \frac{2,55 \cdot 62000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 22 \text{ mm}$$

Als L_2 wird die tatsächliche Länge = 10
mm angewandt.

$$\Delta L_2 = 10000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60$$

$$- \frac{2,55 \cdot 10000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 7 \text{ mm}$$

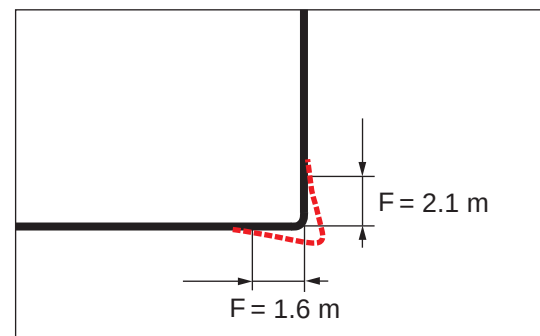
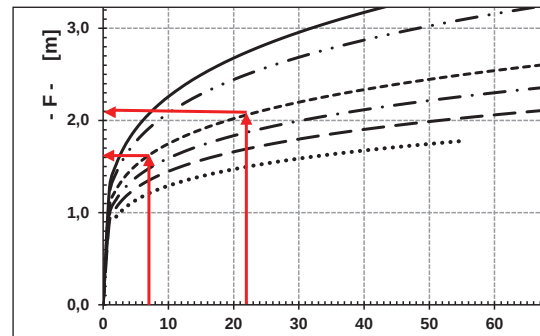


80-90° Bogen mit Dehnungspolster - Beispiel

F-Länge

Aus der Tabelle im Abschnitt
"Richtungsänderungen: 80-90° Bogen
mit Dehnungspolster" ergibt sich:

- 22 mm ergibt F = 2,1 m
- 7 mm ergibt F = 1,6 m



Dehnungspolster

Radiale Dehnung im Bogen:

$$\Delta L_R = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

$$\Delta L_R = \sqrt{22^2 + 7^2} = 23 \text{ mm}$$

Dicke der Dehnungspolster:

- Mindestdicke:

$$t = \frac{\Delta L_R}{0.70} = \frac{23}{0.70} = 33 \text{ mm}$$

Anzahl Lagen von je 40 mm:

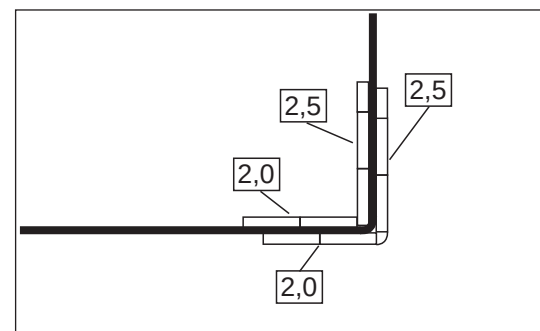
$$t = \frac{t}{40} = \frac{33}{40} = 1 \text{ Lage}$$

Platzierung
von Dehnungs-
polstern

Die Länge der Dehnungspolster ist mind-
est die F-Länge.

Es ist auf den nächsten halben oder
ganzen Meter zu runden.

An der inwendigen Seite ist eine Lage
Dehnungspolster zu platzieren.



80-90° Bogen mit Dehnungspolster - Z-Bogen

Allgemein

Z-Bogen sind erheblich flexibler als L-Bogen. Folglich lässt die erforderliche Z-Länge sich wie folgt berechnen:

$$Z = 0,45 \cdot (F1 + F2)$$

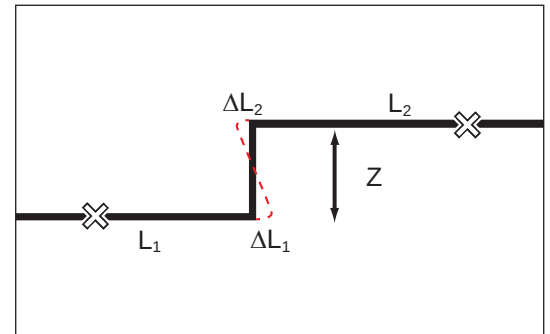
Wo:

F1 = die erforderliche F-Länge von L1 für einen 90° Bogen

F2 = die erforderliche F-Länge von L2 für einen 90° Bogen

Die Dehnung der einzelnen Strecken und die entsprechende F-Länge werden wie im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" beschrieben gefunden.

Die Anzahl und Dicke der Dehnungspolster lassen sich ebenfalls wie im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" beschrieben bestimmen. Die resultierende Dehnung kann jedoch gleich der Dehnung von L1 bzw. L2 gesetzt werden.

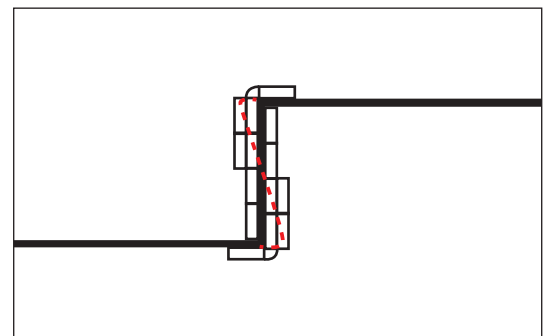


Länge der Dehnungspolster

Die Länge der Dehnungspolster ist mindestens die Z-Länge.

Die Länge der Dehnungspolster wird reduziert, indem die innere Lage immer volle Länge hat, die nächste Lage ½ Länge und die äussere Lage ¼ Länge, siehe evtl. den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster".

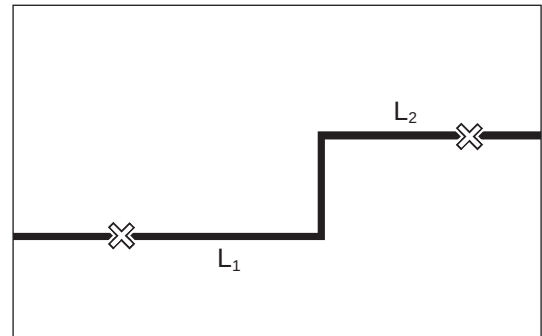
An den axialen Teil (die Aussenseite des Z-Bogens) ist 1 Lage Dehnungspolster (40 mm) in 1 m Länge zu platzieren.



80-90° Bogen mit Dehnungspolster - Z-Bogen - Beispiel

Voraussetzungen
für das Beispiel

$\varnothing$ 114,3 Serie 2
 Scheitelüberdeckung, $H = 0,6$ m
 Auslegungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Auslegungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 $L_1 = 83$ m
 $L_2 = 21$ m
 Aus der Tabelle im Abschnitt "Gerade
 Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen
 – Tabellen: Reibungskraft " für $\varnothing$ 114,3,
 serie 2.
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= Gesamte Querschnitts-
 fläche der Mediumrohre)



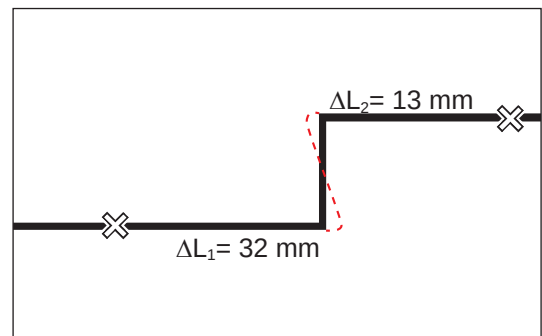
Dehnung

$$\Delta T_{\text{Mittel}} = \left(\frac{T_f + T_r}{2} - T_{ins} \right) = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

$$\Delta L_1 = 83000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4,22 \cdot 83000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 32 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 21000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4,22 \cdot 21000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 13 \text{ mm}$$

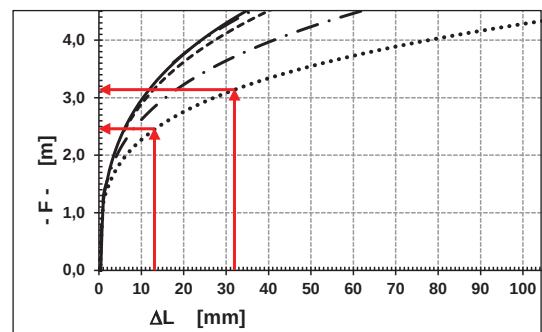


F-Länge

Aus der Tabelle im Abschnitt "Richtungs-
 änderungen: 80-90° Bogen mit Dehn-
 ungspolster" ergibt sich:

- L_1 :
 $\Delta L = 32$ mm ergibt $F = 3,1$ m

- L_2 :
 $\Delta L = 13$ mm ergibt $F = 2,5$ m

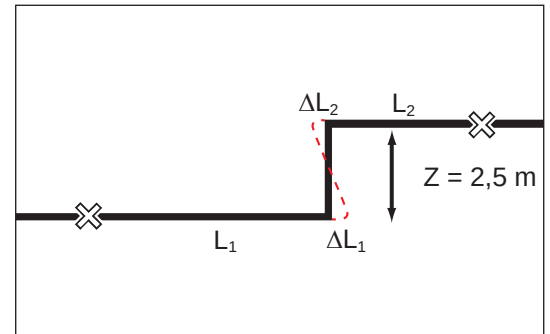


80-90° Bogen mit Dehnungspolster - Z-Bogen - Beispiel

**Erforderliche
Z-Länge**

$$Z = 0,45 \cdot (F_1 + F_2)$$

$$Z = 0,45 \cdot (3,1 + 2,5) = 2,5 \text{ m}$$

**Dehnungspolster**

Die Minstdicke der Dehnungspolster wird anhand der radialen Längendehnung ΔL_R gefunden, die für Z-Bogen gleich ΔL gesetzt werden kann:

Für die Dehnung von L_1 ergibt sich folgendes:

$$t_1 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{32}{0,70} = 46 \text{ mm}$$

Anzahl Lagen von je 40 mm:

$$\frac{t_1}{40} = \frac{46}{40} = 2 \text{ Schichten}$$

Für die Dehnung von L_2 ergibt sich folgendes:

$$t_2 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{13}{0,70} = 19 \text{ mm}$$

Anzahl Lagen von je 40 mm:

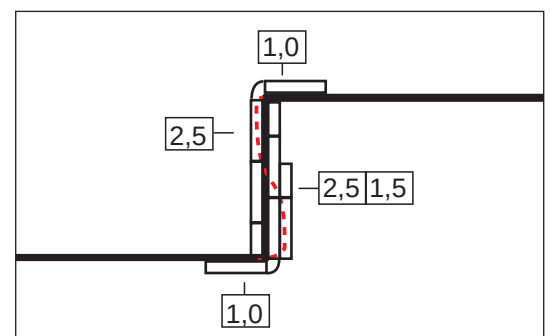
$$\frac{t_2}{40} = \frac{19}{40} = 1 \text{ Schicht}$$

**Länge der
Dehnungspolster**

Die Länge der Dehnungspolster ist mindestens die Z-Länge.

Die Länge der Dehnungspolster wird reduziert, indem die innere Lage volle Länge hat und die nächste Lage $\frac{1}{2}$ Länge.

An den axialen Teil sind 40 mm Dehnungspolster in min. 1 m Länge zu platzieren.



80-90° Bogen mit Dehnungspolster - U-Bogen

Allgemein

Ein U-Bogen ist flexibler als ein Z-Bogen. Die erforderliche U-Länge lässt sich deshalb wie folgt berechnen

$$U = 0,6 \cdot F_{\max}$$

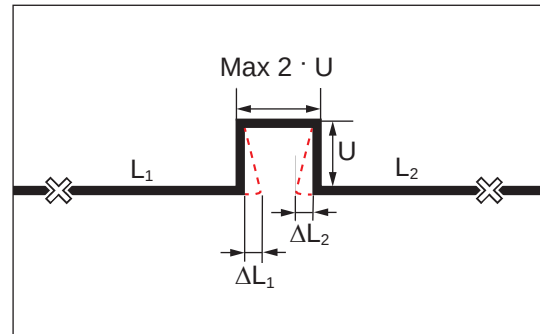
wo $F_{\max}$ die höchste F-Länge für ΔL_1 oder ΔL_2 für einen 90° Bogen ist.

Der Scheitel des U-Bogens ist min. 2 · die Schenkellänge eines standard, vorgedämmten Bogens, und max. 2 · U-Länge.

Ist der Scheitel des U-Bogens länger als 2 · U, ist der Bogen als 2 Stck. Z-Bogen zu berechnen.

Die Dehnung der einzelnen Strecken und die entsprechende F-Länge wird wie im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" beschrieben berechnet.

Die Anzahl und Dicke der Dehnungspolster sind ebenfalls wie im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" beschrieben zu bestimmen. Die resultierende Dehnung kann jedoch gleich der Dehnung von L_1 bzw. L_2 gesetzt werden.

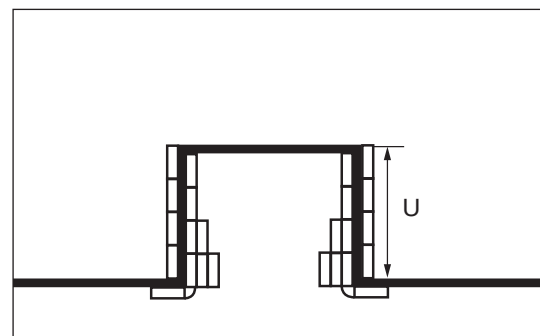
**Länge der Dehnungspolster**

Die Länge der Dehnungspolster ist mindestens die U-Länge.

Die Länge der Dehnungspolster wird reduziert, indem die innere Lage immer volle Länge hat, die nächste Lage $\frac{1}{2}$ Länge und die äussere Lage $\frac{1}{4}$ Länge, siehe evtl. den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster".

An die Außenseite ist 1 Lage Dehnungspolster (40 mm) in der Länge "U" zu platzieren:

An den axialen Teil (zu und von dem U-Bogen) sind 40 mm Dehnungspolster in 1 m Länge zu platzieren.



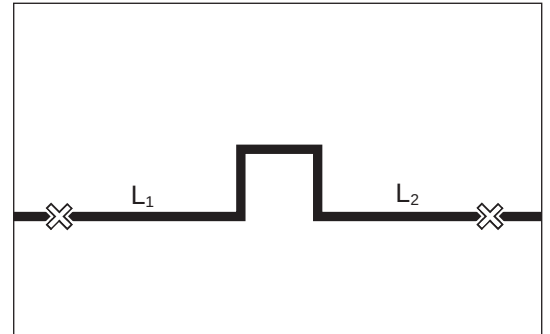
80-90° Bogen mit Dehnungspolster - U-Bogen - Beispiel

**Voraussetzungen
für das Beispiel**

ø 114,3, Serie 2
 Scheitelüberdeckung H = 0,6 m
 Auslegungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Auslegungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Min. Auslegungstemperatur $T_{\min} = 10^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$
 $L_1 = 120 \text{ m}$
 $L_2 = 65 \text{ m}$

Aus der Tabelle im Abschnitt "Gerade
 Rohre: Spannungsreduzierung mit
 Bogen – Tabellen: Reibungskraft "
 ø 114,3 Serie 2:

$F = 4,22 \text{ kN/m}$
 $A_s = 2504 \text{ mm}^2$ (= Gesamte Querschnitts-
 fläche der Mediumrohre)

**Max.
Spannungs-
niveau**

$$\sigma_{\max.} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max.} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202 \text{ [MPa]}$$

Mitteltemperatur ΔT_{Mittel} :

$$\Delta T_{\text{Mittel}} = \left(\frac{T_f + T_r}{2} - T_{\text{ins}} \right) = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) = 60^\circ\text{C}$$

Die Reibungslänge L_F :

$$L_F = \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_F = 60 \cdot 2,52 \cdot \frac{2504}{4,22 \cdot 1000} = 90 \text{ m}$$

Dehnung

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

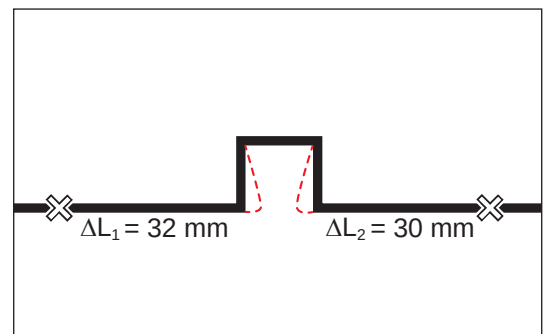
Als L_1 wird L_F angewandt, da sie kürzer
 als die tatsächliche Länge ist.

$$\Delta L_1 = 90000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60$$

$$- \frac{4,22 \cdot 90000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 32 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 65000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60$$

$$- \frac{4,22 \cdot 65000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 30 \text{ mm}$$

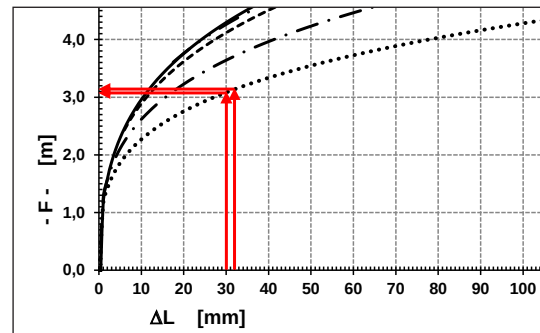


80-90° Bogen mit Dehnungspolster - U-Bogen - Beispiel

F-Länge

Aus dem Diagramm im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" ergibt sich:

- L_1 :
 $\Delta L = 32 \text{ mm}$ ergibt $F = 3,1 \text{ m}$
- L_2 :
 $\Delta L = 30 \text{ mm}$ ergibt $F = 3,1 \text{ m}$



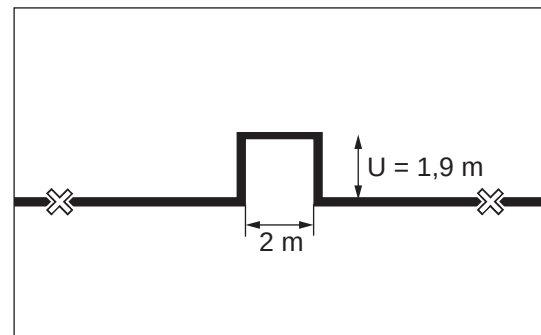
Erforderliche U-Länge

$$U = 0,6 \cdot F_{\max}$$

$$U = 0,6 \cdot 3,1 = 1,9 \text{ m}$$

Die Höchstlänge des Scheitels des U-Bogens ist $2 \cdot U = 3,8 \text{ m}$.

Typisch werden 2 · Schenkellänge eines Standardbogens angewandt, hier $2 \cdot 1 = 2 \text{ m}$



Dehnungspolster

Die Mindestdicke der Dehnungspolster wird anhand der radialen Längendeckung ΔL_R , die für U-Bogen gleich ΔL gesetzt werden kann, gefunden:

Für die Dehnung von L_1 ergibt sich:

$$t_1 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{32}{0,70} = 46 \text{ mm}$$

Anzahl Lagen von je 40 mm:

$$\frac{t_1}{40} = \frac{46}{40} = 2 \text{ Lagen}$$

Für die Dehnung von L_2 ergibt sich:

$$t_2 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{30}{0,70} = 43 \text{ mm}$$

Anzahl Lagen von je 40 mm:

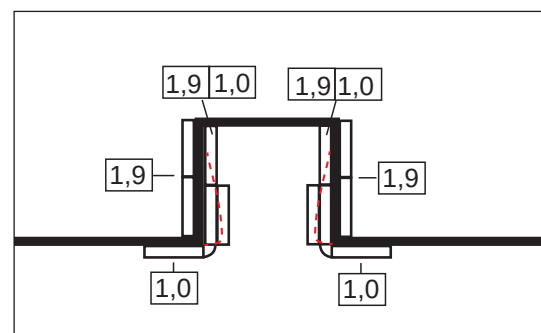
$$\frac{t_2}{40} = \frac{43}{40} = 2 \text{ Lagen}$$

Länge der Dehnungspolster

Die Länge der Dehnungspolster ist mindestens die U-Länge.

Die Länge der Dehnungspolster wird reduziert, indem die innere Lage immer volle Länge hat und die nächste Lage $\frac{1}{2}$ Länge.

An den axialen Teil sind 40 mm Dehnungspolster in der Mindestdicke 1 m zu platzieren.



Richtungsänderungen

5-80° Bogen mit Dehnungspolstern

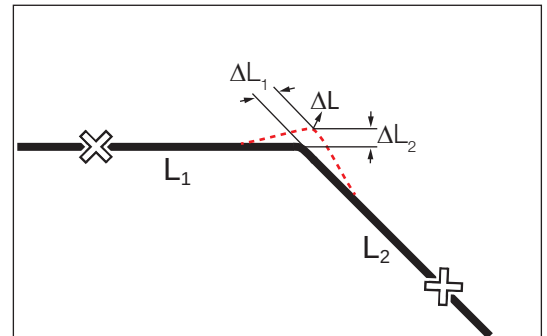
Allgemein

Axialdehnung gerader TwinPipe-Strecken führt zu seitlicher Verschiebung am Bogen.

Um zu sichern, dass der Bogen und der PUR-Schaum nicht größeren Einflüssen ausgesetzt werden als sie widerstehen können, muss die Belastung des Bodendruckes reduziert werden.

Das kann durch Aufnahme der Dehnung in Dehnungspolstern erfolgen, siehe unten.

Beschreibung von Dehnungspolstern, siehe den Abschnitt "Dehnungsaufnahme".



Richtlinien für die Anwendung

Die Richtlinien in diesem Abschnitt gelten für TwinPipe-Systeme, die traditionell installiert werden, und sich die erste Dehnung aus dem Unterschied zwischen Mittel- und Montagetemperatur des Systems ergibt.

Richtungsänderungen werden mit einem 5-80° vorgedämmten Bogen oder durch Einschweißen von einem Bogensegment ausgeführt. 5-80° Richtungsänderungen dürfen nicht durch Gehrung der Rohrenden ausgeführt werden.

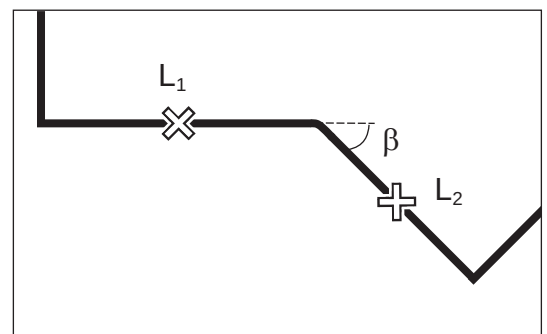
Für 5-10° Richtungsänderungen wird vorausgesetzt, dass der passive Bodendruck ausreichend groß ist, um zu sichern, dass der Bogen sich in axialer Richtung nur minimal radial bewegt. Diese Richtungsänderungen können folglich ohne Dehnungspolster ausgeführt werden.

10-80° Richtungsänderungen sind wie in diesem Abschnitt angeführt mit Dehnungspolstern zu versehen.

80-90° Richtungsänderungen sind wie 90° Bogen zu berechnen, siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster". Bei Anwendung von 5-80° Bogen in TwinPipe-Systemen, die im offenen Rohrgraben thermisch vorgespannt werden, kontaktieren Sie bitte LOGSTOR, um Support zu erhalten.

Aufgrund der aktuellen Temperaturen und Verlegeverhältnisse wird die axiale Bewegung unter der Annahme der freien Bewegung am Bogen berechnet.

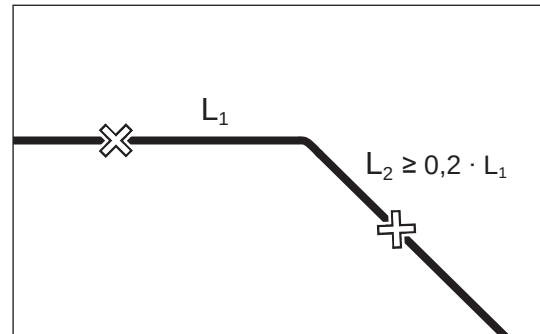
Die Grundlage der Dehnung, die in diesem Abschnitt angewandt worden ist, ist, dass der natürliche Festpunkt in der Mitte zwischen dem 90° Bogen und dem Bogen mit dem kleineren Winkel platziert ist.



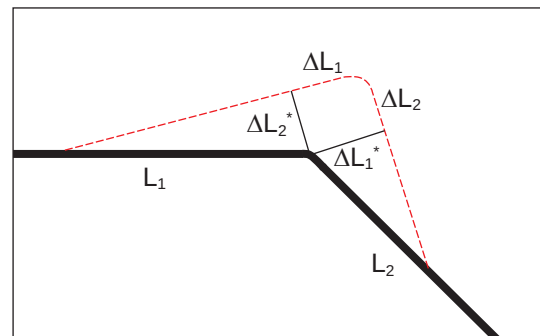
Richtlinien für die Anwendung, fortgesetzt

Die Längen L_1 und L_2 können unterschiedlich sein. L_2 muss jedoch mindestens 20% von L_1 ausmachen

$$L_2 \geq 0,2 \cdot L_1$$



Bei Richtungsänderungen zwischen 5-80° wird zwischen den axialen Bewegungen ($\Delta L_1/\Delta L_2$) und den resultierenden Bewegungen ($\Delta L_1^*/\Delta L_2^*$) unterschieden, was im Nachfolgenden näher beschrieben wird.

**Ermüdung/ Lastwechsel**

Bei Anwendung der Richtlinien in diesem Abschnitt ist der Bogen mit den im Abschnitt "Allgemein: Projektklassen" angeführten Temperaturschwankungen gemäß EN 13941 gegen Ermüdung gesichert.

Alle Bogen in diesem Manual sind ebenfalls mit Sicherheitsfaktoren für Projektklasse B berechnet.

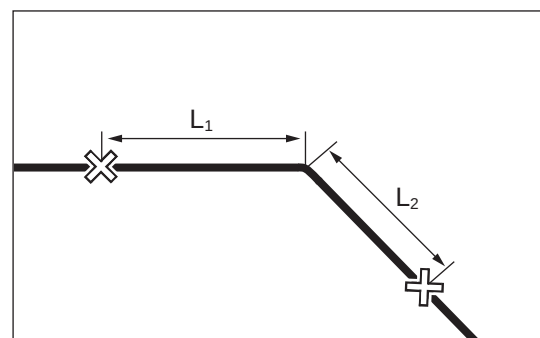
Höchstlängen

Eine Richtungsänderung mit einem gegebenen Winkel kann unter der Berücksichtigung, dass die axialen Bewegungen eine vorgegebene Gesamtbewegung nicht übersteigt, angewandt werden.

Bei der Berechnung der Bewegung ist die Dämmserien und Verlegetiefen zu berücksichtigen, so die Kurve im umstehenden Diagramm für alle Situationen gilt.

Die Länge L_1/L_2 wird als der Abstand von der Richtungsänderung zum natürlichen Festpunkt definiert.

Das Diagramm auf nächster Seite definiert die Summe der Axialbewegungen als Funktion vom Winkel der Richtungsänderung.



Richtungsänderungen

5-80° Bogen mit Dehnungspolstern

Axiale Bewegung

Die axiale Bewegung in ΔL_1 und ΔL_2 wird wie folgt berechnet:

$$\Delta L_x = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{mittel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Zusätzliche Informationen über die Berechnung der axialen Bewegung bei freien Rohrenden, siehe den Abschnitt "Spannungsniveau und Dehnungsberechnung: Dehnung an Bogen".

Die Summe der axialen Bewegungen wird wie folgt bestimmt:

$$\Sigma \Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

Hiernach kann im Diagramm auf der nächsten Seite kontrolliert werden, dass $\Sigma \Delta L$ den erlaubten Wert für den aktuellen Winkel nicht übersteigt.

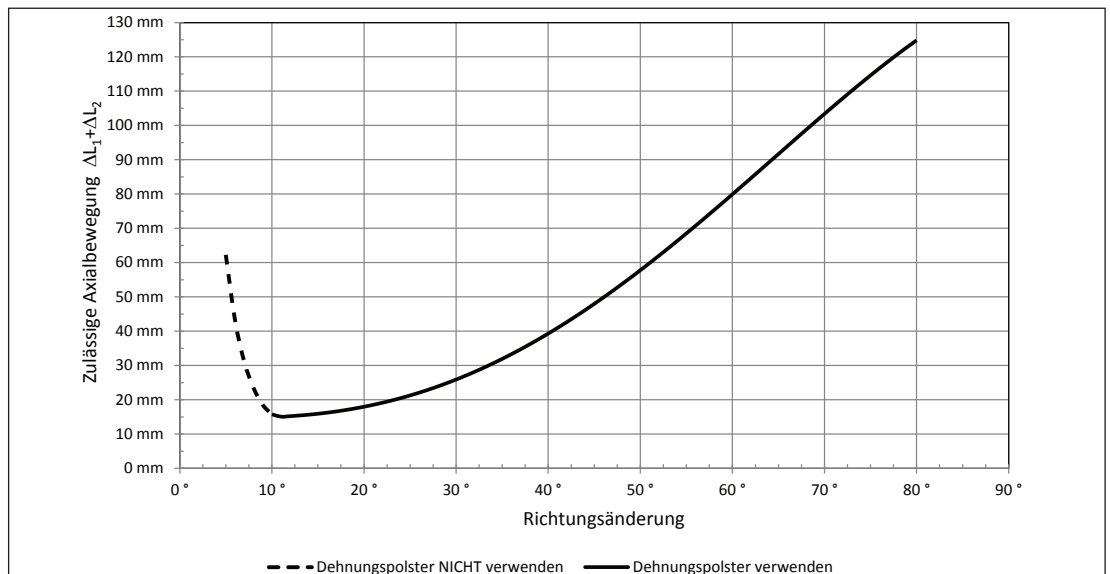
Aus der waagerechten Achse des Diagramms ist der Winkel der Richtungsänderung aufgetragen.

Für den Winkel der Richtungsänderung ist im Schnittpunkt der Kurve die maximal zulässige Bewegung in der senkrechten Achse zu entnehmen. Es ist zu kontrollieren, dass das aktuelle $\Sigma \Delta L$ kleiner ist als der abgelesene zulässige Wert.

Die Kurve gilt für alle Dimensionen bis zu DN250 in Dämmserie 1, 2 oder 3, die mit einer Scheitelüberdeckung von 0,6-1,5 m verlegt werden.

LOGSTOR steht Ihnen gern mit zusätzlichem Support zur Verfügung.

**Grenzkurve für
Gesamtbewegung**
ø 26,9-ø 273,
Serie 1, 2 und 3,
H = 0,6-1,5 m

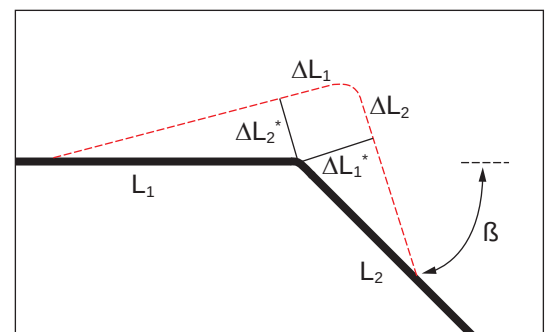


Länge des Dehnungs- bereiches

Um die Länge des Dehnungsbereiches für 10-80° Richtungsänderungen festzulegen, ist es notwendig die resultierende Bewegungen im Bogen zu berechnen.

$$\Delta L_1^* = \frac{\Delta L_2}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_1}{\sin \beta}$$

$$\Delta L_2^* = \frac{\Delta L_1}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_2}{\sin \beta}$$



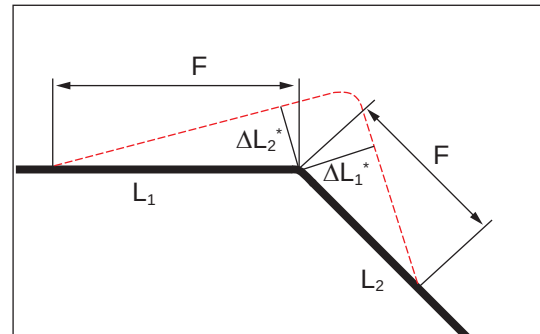
Richtungsänderungen 5-80° Bogen mit Dehnungspolstern

Länge des Dehnungs- bereiches fortgesetzt

Hiernach lässt sich die Länge F , die zur Aufnahme der Dehnung aus L_1 bzw. L_2 erforderlich ist, anhand der Kurven im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" ermitteln.

ΔL_1^* bestimmt die F -Länge entlang L_2 , und ΔL_2^* gibt die F -Länge entlang L_1 .

$F =$ die Länge vom Bogen, der mit Dehnungspolstern zu schützen ist, um zu hohe Spannungen vom Bodendruck im PUR-Schaum zu vermeiden.



An der waagerechten Achse des Diagramms ist das aktuelle ΔL^* -Maß anzuwenden, und es ist senkrecht aufwärts zur Kurve für die aktuelle Dimension zu verschieben und die F -Länge ist der senkrechten Achse zu entnehmen.

Die Kurven sind für alle Dämmserien gültig.

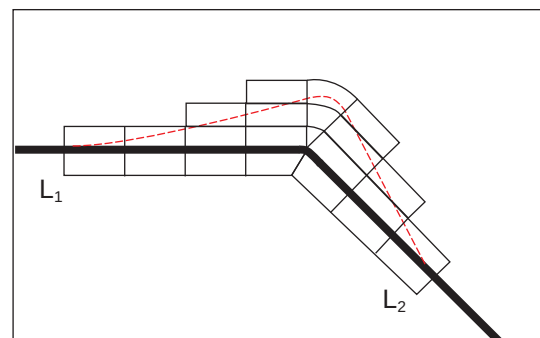
Dehnungspolster

ΔL^* bestimmt die Anzahl und Dicke der Dehnungspolster, die zur Aufnahme der Dehnung im Bogen erforderlich sind

Bei Bogen mit unterschiedlichen Längen ist die größte der resultierende Dehnungen, ΔL_1^* oder ΔL_2^* maßgebend.

Zur Bestimmung der Dicke, Länge und Platzierung der Dehnungspolster, siehe bitte den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" sowie folgendes Beispiel.

1 Lage Dehnungspolstern ist an die Innenseite des Bogens zu montieren in einer Länge, die der F -Länge entspricht.

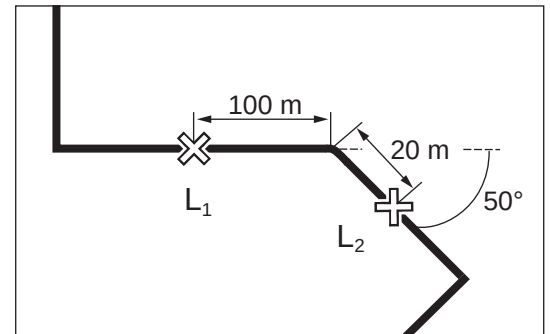


5-80° Bogen mit Dehnungspolstern - Beispiel

**Voraussetzungen
für das Beispiel**

ø 60,3, Serie 2
 Scheitelüberdeckung H = 0,6 m
 Auslegungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Auslegungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$
 $L_1 = 100 \text{ m}$
 $L_2 = 20 \text{ m}$
 Winkel $\beta = 50^\circ$

Aus der Tabelle im Abschnitt "Gerade
 Rohre: Spannungsreduzierung mit
 Bogen – Tabellen: Reibungskraft "für ø
 60,3 Serie 2:
 $F = 2,55 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1046 \text{ mm}^2$ (= Gesamte Querschnitts-
 fläche der Mediumrohre)

**Axialdehnung**

$$\Delta L_x = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Als L_1 wird L_F (= 62 m) verwendet, da sie kürzer als die tatsächliche Länge ist.

$$\Delta L_1 = 62000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{2,55 \cdot 62000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 22 \text{ mm}$$

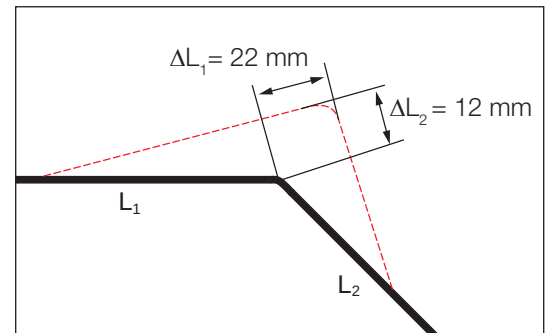
Als L_2 wird die tatsächliche Länge = 20 m verwendet.

$$\Delta L_2 = 20000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{2,55 \cdot 20000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 12 \text{ mm}$$

Die Summe der Bewegungen ist:

$$\Sigma \Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

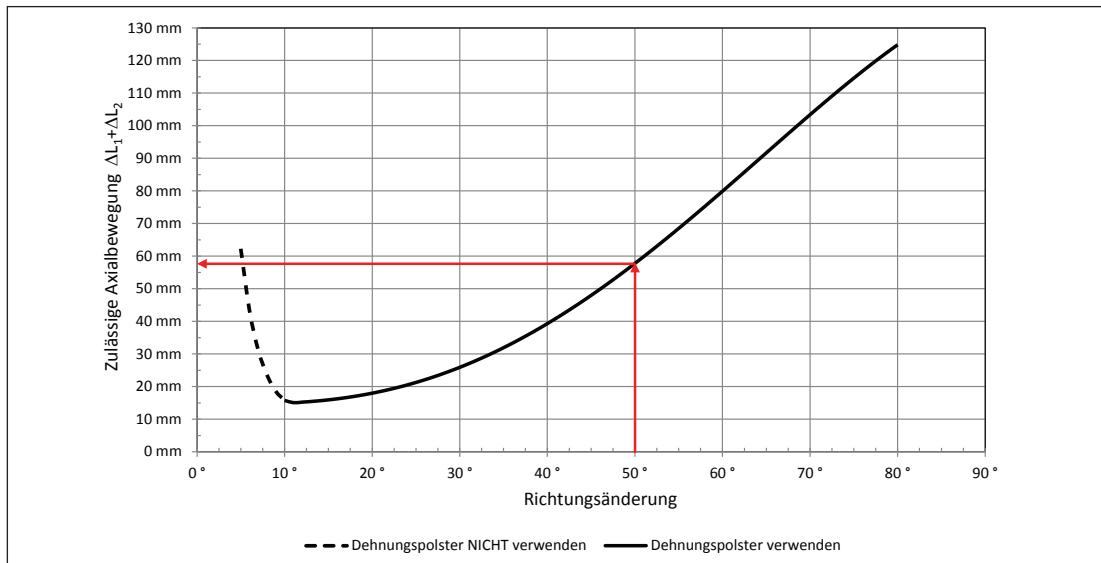
$$\Sigma \Delta L = 22 + 12 = 34 \text{ mm}$$



Richtungsänderungen

5-80° Bogen mit Dehnungspolstern - Beispiel

Kontrolle der Bewegung



Aus dem Diagramm ergibt sich für einen 50° Winkel:

Max. Gesamtbewegung: $\sum \Delta L \leq 58 \text{ mm}$

Der gewünschte Bogen mit einem Winkel von 50° kann folglich an der betreffenden Stelle verwendet werden.

Resultierende Dehnung

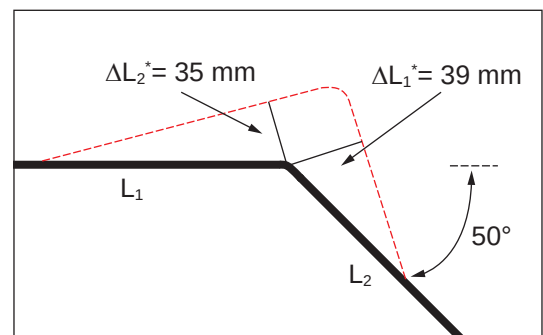
Die resultierende Dehnung wird für jeden Schenkel berechnet:

$$\Delta L_1^* = \frac{\Delta L_2}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_1}{\sin \beta}$$

$$\Delta L_1^* = \frac{12}{\tan 50} + \frac{22}{\sin 50} = 39 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2^* = \frac{\Delta L_1}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_2}{\sin \beta}$$

$$\Delta L_2^* = \frac{22}{\tan 50} + \frac{12}{\sin 50} = 35 \text{ mm}$$



Dehnungspolster

Die Dicke der Dehnungspolster wird von der größten resultierenden Dehnung, hier ΔL_1^* , bestimmt:

Mindestdicke:

$$t = \frac{\Delta L_{\max}^*}{0.70} = \frac{39}{0.70} = 56 \text{ mm}$$

Anzahl von Lagen von je 40 mm:

$$\frac{t}{40} = \frac{56}{40} = 2 \text{ Lagen}$$

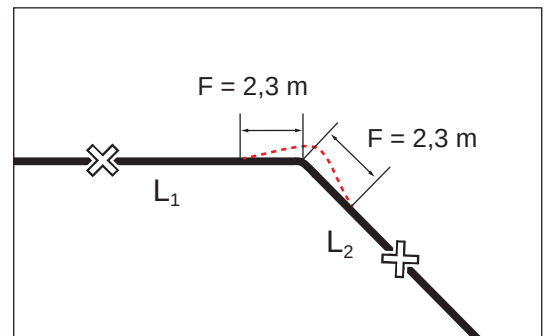
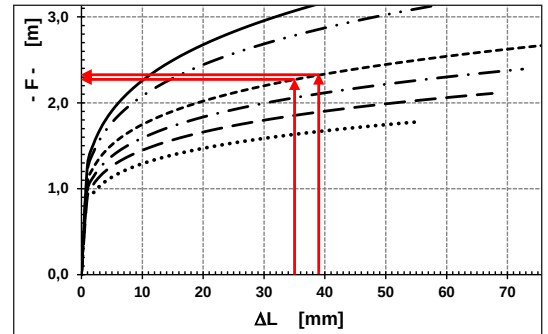
Richtungsänderungen

5-80° Bogen mit Dehnungspolstern - Beispiel

F-Länge

Aufgrund der resultierenden Dehnungen ist die F-Länge des einzelnen Schenkels im Diagramm im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolster" zu finden:

- 35 mm ergibt $F = 2,3$ m
- 39 mm ergibt $F = 2,3$ m



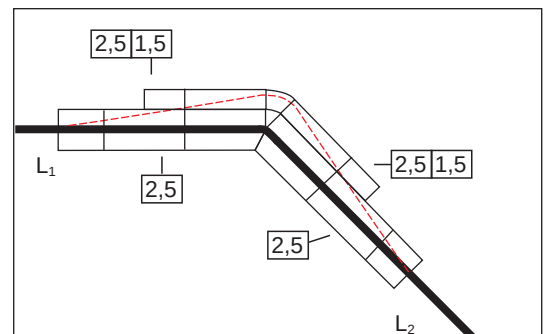
Platzierung von Dehnungspolstern

Die Längen der Dehnungspolster ist mindestens gleich den F-Längen.

Es ist auf den nächsten halben oder ganzen Meter abzurunden.

Die Länge der Dehnungspolster werden reduziert, so die Innenlage immer volle Länge ist und die nächste Lage halbe Länge.

1 Lage Dehnungspolstern ist an die Innenseite des Bogens zu montieren in einer Länge, die der F-Länge entspricht.



Verweise

LOGSTOR Design Tool:

<https://designtool.logstor.com/Tool/Form.aspx?ApplicationId=18749619-698b-47c3-8dbe-c54c42282ccb>

Produktkatalog:

"Das KMR-System TwinPipe: Richtungsänderungen - Bogenrohre"

Handhabung & Montage:

"Das TwinPipe-System: Fixierlaschen"

Einleitung

Dieser Abschnitt enthält Richtlinien für die Projektierung von Abzweigen in vorgedämmten TwinPipe-Systemen.

Abzweige sind in solch einer Weise auszuführen, dass die Grenzwerte für die Belastung der PUR-Dämmung und des Mediumrohres eingehalten werden.

Die Berechnung der Belastung von Abzweigen ist sehr komplex, weil die Belastungen aus dem Hauptrohr sowie dem Abzweig zu kombinieren sind. In diesem Abschnitt werden deshalb einfache Richtlinien für die Platzierung von Abzweigen angeführt, die auf normaler Praxis sowie den Berechnungserfahrungen von LOGSTOR basieren.

Es wird auf Maße, Formeln und Berechnungsprinzipien, die in anderen Abschnitten eingehend beschrieben sind, verwiesen.

LOGSTOR steht gern zu Ihrer Verfügung mit zusätzlichem Support im Zusammenhang mit der Platzierung und Berechnung von Abzweigen.

Das Online-Programm "LOGSTOR Design Tool", das auf LOGSTORs Webseite zugänglich ist, unterstützt und erleichtert die Berechnungen von Abzweigen. Das Programm basiert auf die Anweisungen in diesem Abschnitt.

Inhalt

Allgemein
Anwendung
Vorgedämmter Abzweig und Montageabzweig
Verstärkung von Montageabzweigen

Einleitung

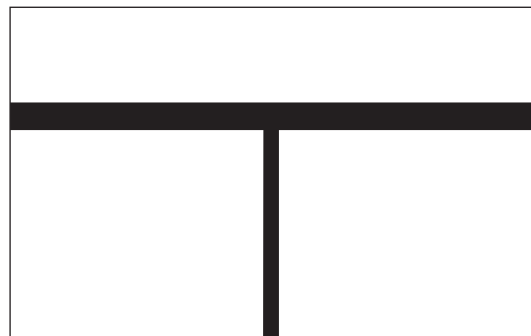
Abzweige mit TwinPipe werden als gerade Abzweige ausgeführt, wo die Abzweigrohre und Hauptrohre sich auf derselben Ebene befinden.

Das bedeutet, dass es nicht erforderlich ist, den Rohrgraben tiefer auszugraben, um ausreichende Scheitelüberdeckung für den Abzweig zu sichern.

Abzweige an TwinPipe in allen Dimensionen oder an Einzelrohre bis zu $\varnothing 110$ Mantelrohrdimension (Rohre vom FlexPipe-Sortiment) können ausgeführt werden. Zusätzliche Informationen über das Abzweigen an das FlexPipe-Sortiment, siehe bitte die Abschnitte "PexFlextra", "PertFlextra", "AluFlextra" und "CuFlex".

Für alle Typen von Abzweigen ist zu sichern, dass die Erdbodenverhältnisse um den Abzweig stabil sind und, dass das Haupt- und Abzweigrohr die Bewegungen, denen sie ausgesetzt werden, aufnehmen können.

TwinPipe-Abzweige können als Montageabzweige bzw. vorgedämmte Abzweige ausgeführt werden, siehe bitte Produktkatalog, den Abschnitt "Das KMR-System TwinPipe: Abzweige".

**Fixierlaschen**

Vorgedämmte Abzweige werden mit eingebetteten Fixierlaschen an den Abzweigrohren geliefert.

Bei Montageabzweigen sind Fixierlaschen beiderseits vom Rohrpaar des Abzweiges anzuschweißen. Montage von Fixierlaschen, siehe bitte Handhabung & Montage den Abschnitt "TwinPipe: Fixierlaschen".

**Spannungs-
niveau**

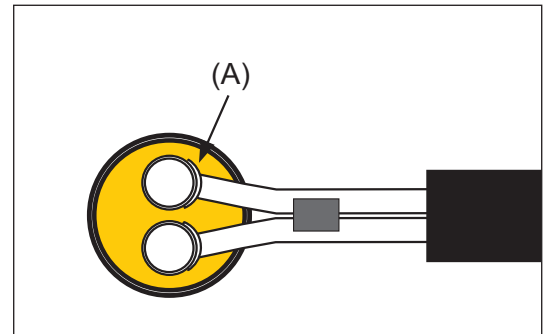
Vorgedämmte TwinPipe-Abzweige können überall in Systemen mit hohen Axialspannungen (Systemen ohne Spannungsreduzierung, siehe den Abschnitt "Gerade Rohre: Ohne Spannungsreduzierungen") verwendet werden.

Sind die Hauptrohr- und Abzweigdimension gleich, können LOGSTOR standard vorgedämmte Abzweige in Systemen mit einem Spannungsniveau von bis zu 190 MPa verwendet werden.

**Spannungs-
niveau,
fortgesetzt**

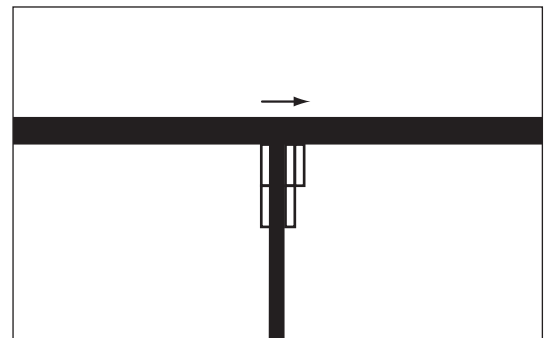
Montageabzweige, einschl. durch Anbohren ausgeführter Abzweige, können in Systemen mit hohen Axialspannungen verwendet werden, wenn Verstärkungsringe (A) verwendet werden, vgl. Tabelle im Abschnitt "Abzweige: Verstärkung von Montageabzweigen".

Für Montageabzweige, deren Hauptrohr- und Abzweigdimension gleich sind, ist ein Schweiß-T-Stück zu verwenden. Dieser Typ Abzweig darf in Systemen mit einem Spannungsniveau von bis zu 190 MPa verwendet werden.

**Dehnung**

Aufgrund der aktuellen Temperaturen und Verlegeverhältnissen werden die Bewegungen am Hauptrohr berechnet. Diese Bewegungen werden durch Montage von Dehnungspolster am Abzweig kompensiert.

Auf Grund großer Bewegung im Hauptrohr kann es erforderlich werden, den Abzweig zu verlegen.

**Länge des
Dehnungs-
bereiches**

Um die Länge und die Dicke des Dehnungsbereiches festlegen zu können, ist es notwendig die axiale Dehnung des Hauptrohres am Abzweig zu berechnen. Die Bewegung ist aufgrund der aktuellen Temperaturen und Verlegeverhältnisse zu berechnen.

Zur Berechnung der Bewegung des Hauptrohres (ΔL_T) ist die Formel im Abschnitt "Spannungsniveau und Dehnungsberechnung: Dehnung an Abzweigen". anzuwenden.

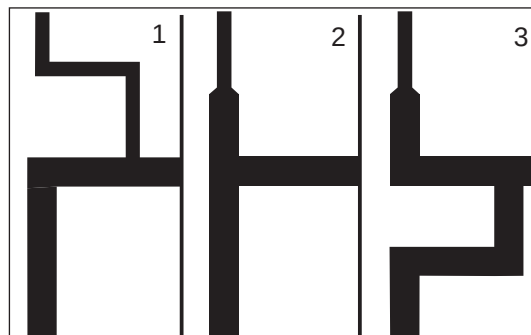
Die Länge des Dehnungsbereiches (die F-Länge) ist den Diagrammen im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolstern" zu entnehmen. Siehe auch Beispiele im Abschnitt "Abzweige: Vorgegedämmter Abzweig - Beispiel".

Abzweige Anwendung

Anwendung

Allgemein ist anzustreben dass die grössere Dimension die einfachste Trassenführung erhält, da das zu der besten Lösung führt - sowohl statisch als auch hydraulisch.

Die Abbildung zeigt 3 Beispiele für die Lösung der gleichen Situation.



Alle Lösungen sind unter Berücksichtigung der Voraussetzungen in diesem Handbuch anwendbar.

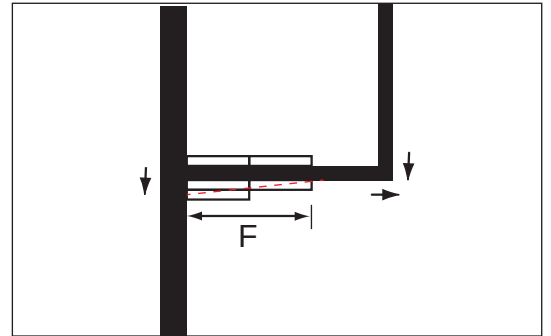
LOGSTOR empfiehlt jedoch, Lösung Nr. 1 anzuwenden. Diese Lösung ergibt den niedrigsten Druckverlust und kann die Axialspannungen reduzieren.

Vorgedämmter Abzweig und Montageabzweig

Axiale Bewegungen und Dehnungspolster

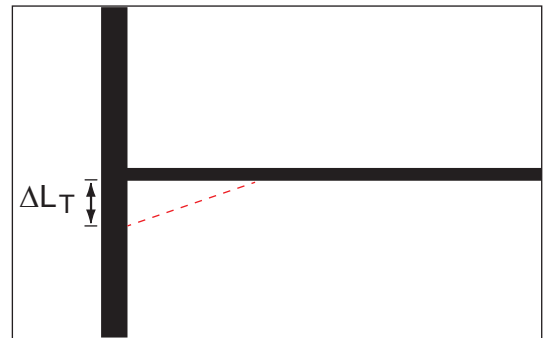
Die axialen Bewegungen im Haupt- bzw. Abzweigrohr belasten den Abzweig. Die axiale Bewegung des Hauptrohres führt zu Bewegungen im Abzweig. Diese Bewegung wird durch Platzierung von Dehnungspolstern am Abzweig kompensiert.

Die Länge der Dehnungspolster ist gleich der F-Länge. Die F-Länge ist der Kurve für die aktuelle Abzweigdimension zu entnehmen, siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolstern".



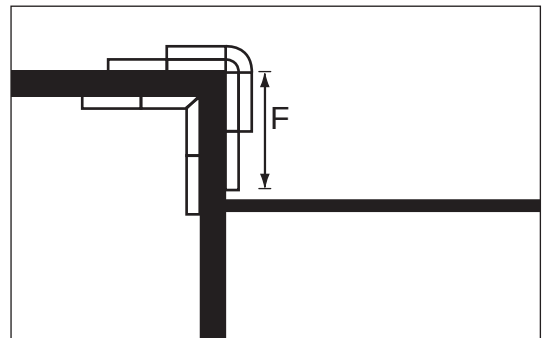
Platzierung am Hauptrohr

Einen TwinPipe-Abzweig ist dort zu platzieren, wo die Dehnung im Hauptrohr $\Delta L_T \leq 56 \text{ mm}$, was 2 Lagen Dehnungspolstern entspricht.



Bei der Platzierung eines Abzweiges nahe einem Bogen im Hauptrohr, ist der Abzweig ausserhalb der F-Länge zu platzieren.

Zur Berechnung der F-Länge für einen Bogen, siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolstern".



Länge des Abzweigrohres

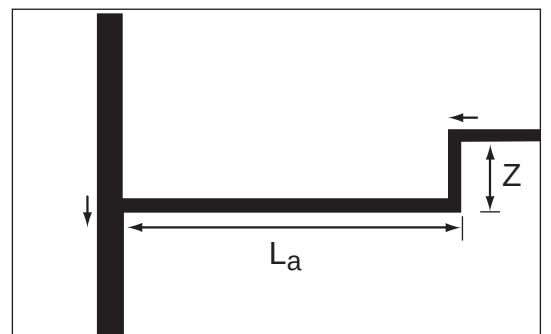
Die Länge des Abzweigrohres wird von den Belastungen, die vom Abzweig übertragen werden, begrenzt. Die Höchstlänge des Abzweigrohres wird aufgrund der Montagelänge für 190MPa definiert:

$$L_{a,max} = \frac{2}{3} \cdot L_{190}$$

Bei Abzweigrohren die länger als $L_{a,max}$ sind, ist ein Z-Bogen wie abgebildet einzubauen.

Das gilt auch für traditionell thermisch vorgespannte Systeme.

Die Mindestlänge des Abzweigrohres ist der F-Länge für die Bewegung im Hauptrohr gleich.



Vorgedämmter Abzweig und Montageabzweig

Länge des Abzweigrohres für $\Delta T = 40^\circ\text{C}$

In TwinPipe-Systemen, in denen der Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf höchstens 40°C beträgt, lässt sich die Höchstlänge des Abzweiges aus untenstehenden Tabellen anwenden:

Serie 1

DN	Höchstlänge des Abzweiges für $\Delta T = 40^\circ\text{C}$			
	[m]			
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m	H = 1,5 m
20	27	20	16	11
25	30	23	18	12
32	34	25	20	14
40	39	29	24	16
50	43	33	26	18
65	48	37	30	20
80	55	42	34	23
100	62	48	39	26
125	59	45	37	25
150	68	53	44	30
200	78	61	50	35
250	81	65	54	37

Serie 2

DN	Höchstlänge des Abzweiges für $\Delta T = 40^\circ\text{C}$			
	[m]			
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m	H = 1,5 m
20	24	18	14	9
25	26	20	16	11
32	30	23	18	12
40	34	26	21	14
50	38	29	23	16
65	43	33	27	18
80	49	38	30	21
100	55	42	34	23
125	52	40	33	22
150	61	48	39	27
200	68	54	44	31
250	71	57	47	33

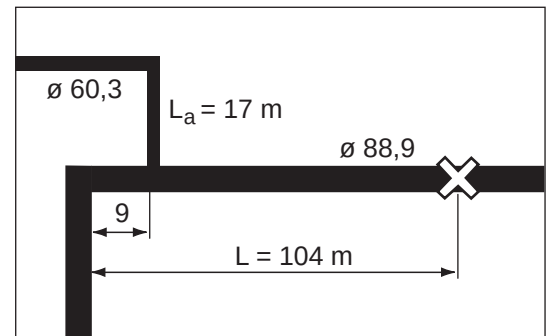
Serie 3

DN	Höchstlänge des Abzweiges für $\Delta T = 40^\circ\text{C}$			
	[m]			
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m	H = 1,5 m
20	20	15	12	8
25	23	18	14	9
32	27	20	16	11
40	31	23	19	12
50	34	26	21	14
65	38	29	24	16
80	43	33	27	18
100	48	37	30	21
125	46	36	29	20
150	54	42	35	24
200	60	47	39	27
250	62	50	41	29

Vorgedämmter Abzweig - Beispiel

Voraussetzungen

Scheitelüberdeckung $H = 0,6 \text{ m}$
 Auslegungstemperatur, Vorlauf $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Auslegungstemperatur, Rücklauf $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$
 $D_h = \varnothing 88,9/250$ (Serie 1)
 $L = 104 \text{ m}$
 Für $\varnothing 88,9$ bei $H = 0,6 \text{ m}$ (Tabelle im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft") ergibt sich
 $F = 2,89 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1723 \text{ mm}^2$
 $D_a = \varnothing 60,3/200$ (Serie 1)
 $L_a = 17 \text{ m}$
 Für $\varnothing 60,3$ bei $H = 0,6 \text{ m}$ (Tabelle im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen - Tabellen: Reibungskraft") ergibt sich
 $F = 2,25 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1046 \text{ mm}^2$
 Vorgedämmte Komponenten werden verwendet.

**Kontrolle des Abzweiges**

Im Zusammenhang mit dem Abzweig sind 2 Kontrollen auszuführen::

- Axialbewegung im Hauptrohr, ΔL_T :
Kontrollieren, dass $\Delta L_T \leq 56 \text{ mm}$
- Länge des Abzweiges, L_a :
 $L_{a, \text{max}}$ wird berechnet. Wenn $\Delta T \leq 40^\circ\text{C}$, geht $L_{a, \text{max}}$ aus der Tabelle auf der vorherigen Seite hervor.

Bestimmung der Reibungslänge

Zur Berechnung der Bewegung am Abzweig sind folgende Nebenrechnungen auszuführen.

Das maximale axiale Spannungsniveau wird berechnet:

$$\sigma_{\text{max}} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\text{max}} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202 \text{ [MPa]}$$

Die Reibungslänge wird bestimmt:

$$L_F = \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

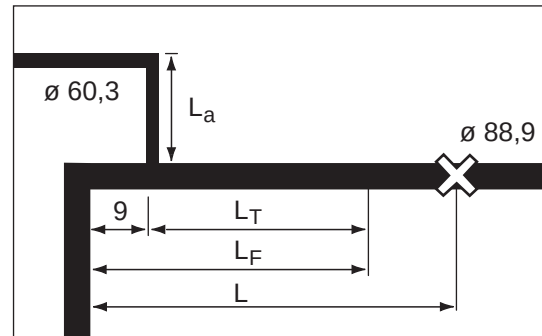
$$L_F = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 2,52 \cdot \frac{1723}{2,89 \cdot 1000} = 90 \text{ m}$$

Da $L > L_F$, wird $L = L_F$ bei der Berechnung angewandt, da nur L_F zur Bewegung beiträgt.

Vorgedämmter Abzweig - Beispiel

Berechnung von L_T L_T wird bestimmt:

$$L_T = 90 - 9 = 81 \text{ m}$$

Axiale
Bewegung im
Hauptrohr

Die Dehnung im Hauptrohr am Abzweig wird bestimmt::

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T_{\text{Mittel}} \cdot L_T - \frac{F (2 \cdot L - L_T) \cdot L_T}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

$$\Delta L_T = 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{(90 + 50)}{2} - 10 \right) \cdot 81000 - \frac{2.89 \cdot (2 \cdot 90000 - 81000) \cdot 81000}{2 \cdot 210000 \cdot 1723} = 26 \text{ mm}$$

(Formel im Abschnitt "Spannungsniveau und Dehnungsberechnung: Dehnung an Abzweigen").

Zulässige Länge
des Abzweiges

Die Montagelänge des Abzweiges für 190MPa wird bestimmt:

$$L_{\text{all}} = \left(\sigma_{a,\text{all}} - \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) \right) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_{190} = \left(190 - \frac{1}{2} \cdot 2.52 \cdot (90 - 50) \right) \cdot \frac{1046}{2.25 \cdot 1000} = 65 \text{ m}$$

(Formel im Abschnitt "Gerade Rohre: Spannungsreduzierung mit Bogen".)

Die zulässige Länge des Abzweiges beträgt:

$$L_{a,\text{max}} = \frac{2}{3} \cdot L_{190}$$

$$L_{a,\text{max}} = \frac{2}{3} \cdot 65 = 43 \text{ m}$$

Die zulässige Höchstlänge des Abzweiges von 43 m ist auch der Tabelle im Abschnitt "Abzweige Vorgedämmter Abzweig und Montageabzweig" zu entnehmen, die für Systeme mit einem Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauftemperatur von höchstens 40°C gilt.

Kontrolle des
Abzweiges

- Kontrolle der Axialbewegung im Hauptrohr:

$$\Delta L_T \leq 56 \text{ mm}$$

 ΔL_T ist zu 26 mm berechnet - OK.

- Kontrolle der Länge des Abzweiges:

Für ein Abzweigrohr in DN 50 ist $L_{a,\text{max}} = 43 \text{ m}$. $L_a = 17 \text{ m}$ - OK.

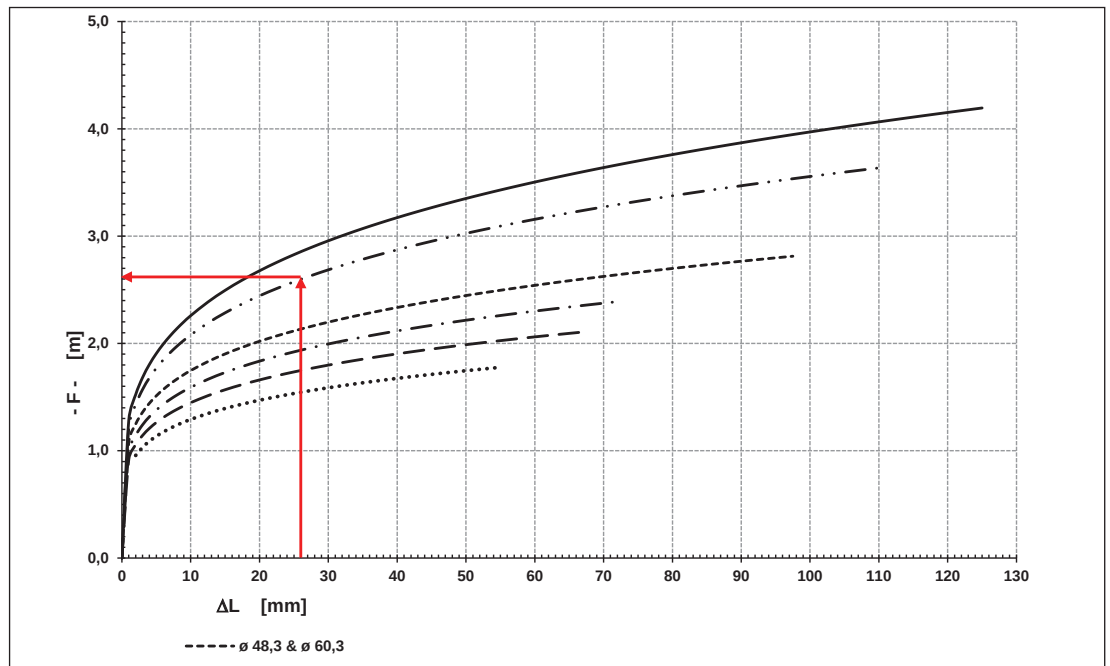
Vorgedämmter Abzweig - Beispiel

F-Länge

Die Länge des Dehnungspolsters lässt sich anhand des Diagramms im Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolstern"

Der Kurve für die Dimension des Abzweigrohres ist zu entnehmen:

$\Delta L = 26 \text{ mm}$ für $\varnothing 60,3$ ergibt $F = 2,6 \text{ m}$



Dehnungspolster

Die Mindestdicke der Dehnungspolster wird für ΔL_T bestimmt (siehe evtl. den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Dehnungspolstern"):

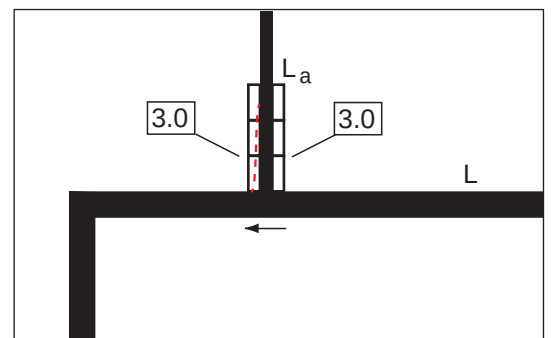
$$t = \frac{\Delta L_T}{0.70} = \frac{26}{0.70} = 37 \text{ mm}$$

Anzahl der Lagen von je 40 mm:

$$t = \frac{t}{40} = \frac{37}{40} = 1 \text{ Lage}$$

Die Länge der Dehnungspolster entspricht der F-Länge, evtl. auf den nächsten halben oder ganzen Meter abgerundet.

An der Gegenseite des Abzweiges wird 1 Lage Dehnungspolster in der F-Länge angebracht.



Montageabzweige - Beispiel

Einleitung

Ein TwinPipe-Montageabzweig wird in dergleichen Weise wie ein vorgedämmter TwinPipe-Abzweig bestimmt, da die gleichen Projektierungsregeln gelten.

Ein Montageabzweig, der mit der gleichen Hauptrohr- und Abzweigdimension, Scheitelüberdeckung, Betriebstemperatur und Platzierung wie im Beispiel im Abschnitt "Abzweige: Vorgesdämmter Abzweig - Beispiel", wird wie im Beispiel angeführt mit Dehnungspolstern ausgeführt werden.

Für einen Montageabzweig ist das Spannungsniveau im Hauptrohr dort, wo der Montageabzweig platziert wird, zu bestimmen. Somit wird bestimmt, ob Verstärkungsringe zu verwenden sind, vgl. Abschnitt "Abzweige: Verstärkung von Montageabzweigen".

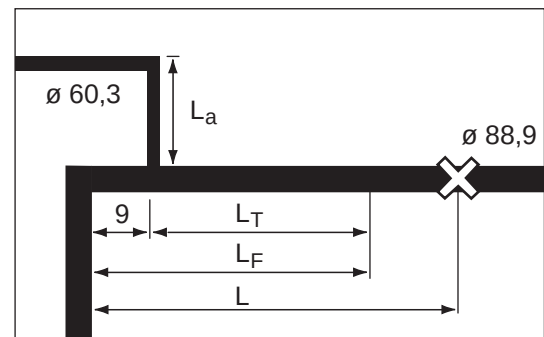
Spannungsniveau am Abzweig

Der Abzweig ist im teilweise Gleitbereich platziert ($L_x < L_F$), so das Spannungsniveau am Abzweig wird nach der Formel im Abschnitt "Spannungsniveau und Dehnungsberechnung: Axiales Spannungsniveau". bestimmt:

$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A_s}$$

$$\begin{aligned} \sigma_T &= \frac{1}{2} \cdot (2.52) \cdot (90 - 50) + 9000 \cdot \frac{2.89}{1723} \\ &= 65 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Die Montage Abzweig ist nicht zu verstärken, weil das Spannungsniveau am Abzweig $< 150 \text{ MPa}$ ist.



Verweise

LOGSTOR Design Tool:

<https://designtool.logstor.com/Tool/Form.aspx?ApplicationId=18749619-698b-47c3-8dbe-c54c42282ccb>

Verstärkung von Montageabzweigen

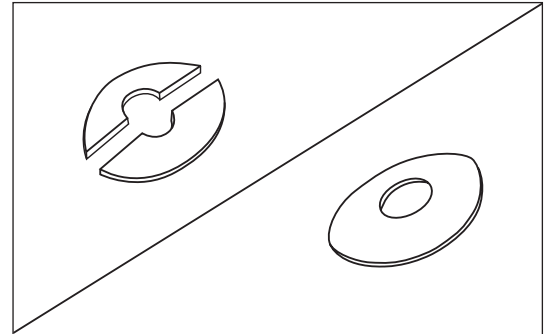
Anwendung

Im Zusammenhang mit Montageabzweigen sind in einer Reihe von Kombinationen Verstärkungsringe zu verwenden als Kompensation für die ausgeschnittene Querschnittsfläche im Hauptrohr.

Verstärkungsringe sind entweder 2-teilig oder aus einer Platte, siehe auch Produktkatalog Abschnitt "Das KMR-System TwinPipe: Verstärkungsringe in T-Muffen".

Die Montage von Verstärkungsringen ist nur am Vorlauf notwendig.

Es wird jedoch empfohlen, am Hauptrohr bei den beiden Abzweigrohren Verstärkungsringe zu montieren, um Fehler während der Montage zu vermeiden.



Spannungsniveau

Das Spannungsniveau im Hauptrohr beim Abzweig definiert, ob Verstärkungsringe im Montageabzweig zu verwenden ist.

Kombinationen, die mit x markiert sind, sind zu verstärken, wenn $\sigma_{\text{axial}} > 150 \text{ MPa}$. Kombinationen, die mit **x** markiert sind, sind immer zu verstärken ungeachtet des Spannungsniveaus.

BITTE BEACHTEN! Ist die Dimension des Abzweigrohres und die des Hauptrohres die gleiche, ist ein Schweiß-T-Stück anzuwenden.

Abzweig $\varnothing$ mm Hauptrohr $\varnothing$ mm	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1
26,9											
33,7	x										
42,4	x	x									
48,3	x	x	x								
60,3	x	x	x	x							
76,1	x	x	x	x	x						
88,9	x	x	x	x	x	x					
114,3	x	x	x	x	x	x	x				
139,7	x	x	x	x	x	x	x	x			
168,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
219,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
273	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
323,9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
355,6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
406,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
457	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
508	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
610	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Siehe Handhabung und Montage, den Abschnitt "Montage von Abzweigen: Verstärkungsringe" für Informationen über Anschweißen von Verstärkungsringen und über Montage von Montageabzweigen.

Verstärkung von Montageabzweigen

Verweise

Produktkatalog:	Das KMR-System TwinPipe: Abzweige Das KMR-System TwinPipe: Verstärkungsringe in T-Muffen
Handhabung & Montage:	TwinPipe: Fixierlaschen Montage von Abzweigen: Verstärkungsringe

Reduzierungen
Übersicht

Einleitung	Dieser Abschnitt beschreibt die Projektierungsrichtlinien für den Einbau von Reduzierungen unter Berücksichtigung des aktuellen, axialen Spannungsniveaus der Rohrstrecke.
Inhalt	Richtlinien für die Verwendung

Reduzierungen

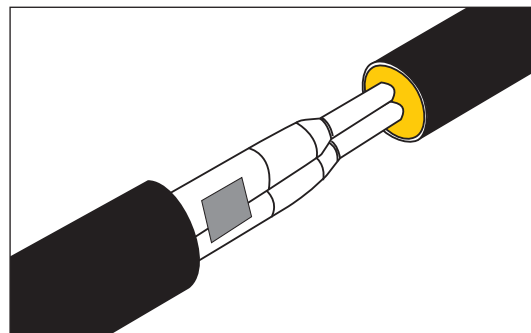
Richtlinien für die Verwendung

Fixierlaschen

Fixierlaschen sind an allen Reduzierungen zu verwenden.

Alle vorgedämmten Reduzierungen werden mit eingebetteten Fixierlaschen an der grössere Dimension geliefert.

Bei Verwendung von Montagereduzierungen sind Fixierlaschen beiderseits des Rohrpaars an die grössere Dimension zu schweißen. Montage von Fixierlaschen, siehe Handhabung & Montage den Abschnitt "TwinPipe: Fixierlaschen"

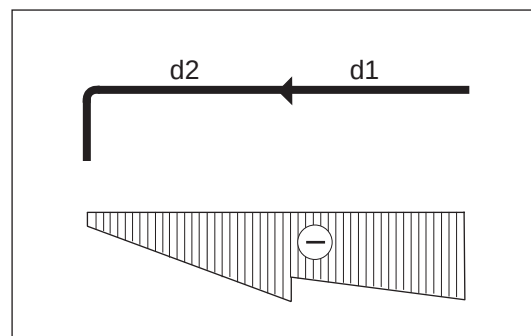
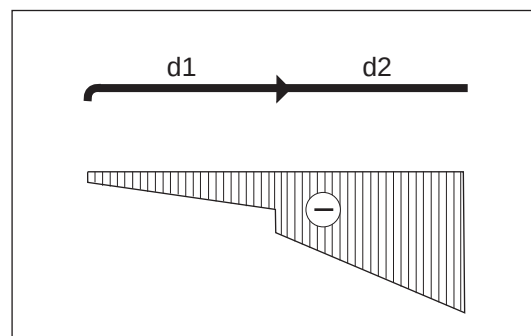


Spannungsdiagramm

Bei Reduzierung des Mediumrohrdurchmessers ändert sich das axiale Spannungsniveau entsprechend dem Verhältnis zwischen der Stahlrohrquerschnitte der beiden Rohrdurchmesser A.

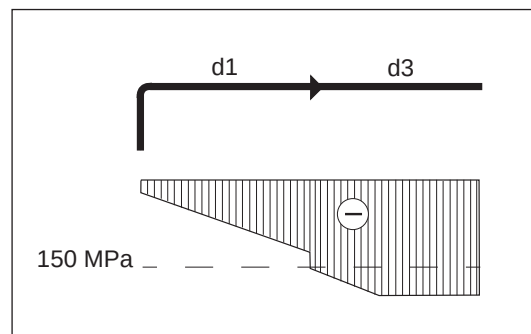
$$\sigma_2 = \sigma_1 \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

Dimensionen:
d1 > d2



Spannungsniveau < 150 MPa

Eine Reduzierung über 2 Dimensionssprünge kann dort erfolgen, wo das Spannungsniveau im kleineren Querschnitt (d3) < 150 MPa ist.

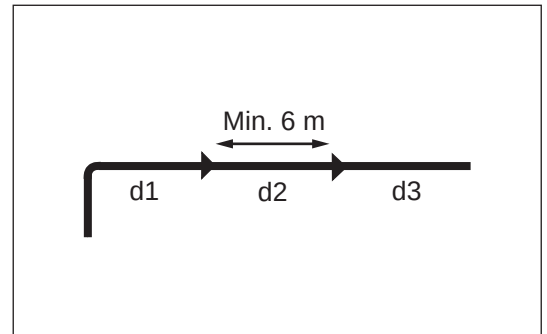


Reduzierungen

Richtlinien für die Verwendung

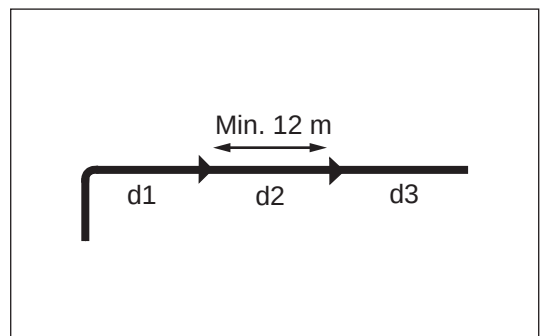
Spannungs- niveau < 150 MPa, fortgesetzt

Werden zwei Reduzierungen mit je 1 Dimensionssprung benötigt, können diese mit einem Mindestabstand von 6 m nacheinander platziert werden vorausgesetzt, dass das Spannungsniveau im kleineren Querschnitt (d3) < 150 MPa ist.



Spannungs- niveau > 150 MPa

Werden zwei Reduzierungen mit je 1 Dimensionssprung benötigt, können diese mit einem Mindestabstand von 12 m nacheinander platziert werden vorausgesetzt, dass das Spannungsniveau > 150 MPa ist.



Abzweige

Anders als bei der Anordnung von Reduzierungen, können LOGSTOR Standard T-Stücke überall platziert werden, da sie im Grundrohr mit erhöhter Wandstärke ausgeführt werden und somit auch in Systemen mit hohem axialem Spannungsniveau verwendet werden können.

Werden Montage-T-Stücke mit direkt aufgeschweißtem Rohrstutzen verwendet, sind Verstärkungsringe auf dem Grundrohr anzubringen. Vgl. dem Abschnitt "Abzweige: Verstärkung von Montageabzweigen".

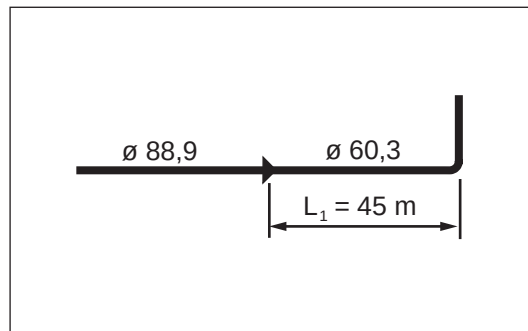
Reduzierungen

Richtlinien für die Verwendung - Beispiel

Voraussetzungen Dimension $\varnothing 88,9$ Serie 2 st auf $\varnothing 60,3$ zu reduzieren. (Eine Reduzierung über 2 Dimensionssprünge).

Scheitelüberdeckung $H = 0,6$ m
 Vorlauftemperatur $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Rücklauftemperatur $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Min. Auslegungstemperatur $T_{\min} = 10^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$
 $L_1 = 45$ m

Vom Abschnitt "Gerade Rohre:
 Spannungsreduzierung mit Bogen -
 Tabellen: Reibungskraft":
 $\varnothing 60,3$:
 $F = 2,55$ kN/m
 $A_s = 1046$ mm² (= Gesamte Querschnitts-
 fläche der Mediumrohre)



Bestimmung des Spannungs- niveaus

Bestimmung des Spannungsniveaus bei Reduzierung:

$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A}$$

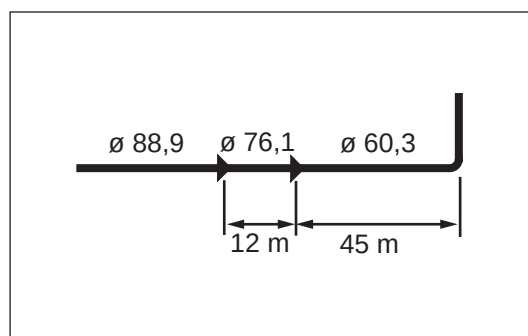
$$\sigma_{45\text{m}} = \frac{1}{2} \cdot 2.52 \cdot (90 - 50) + 45000 \cdot \frac{2.55}{1046}$$

$$= 160 \text{ MPa}$$

Das Spannungsniveau in der kleinsten Dimension ist >150 MPa, folglich darf nicht über 2 Dimensionssprünge in einer Reduzierung reduziert werden.

In diesem Fall können nur 2 Reduzierungen über jeweils einen Dimensionssprung mit einem Mindestabstand von 12 m eingebaut werden.

Alternativ kann die gewünschte Reduzierung über 2 Dimensionssprünge näher am Bogen und damit im Bereich niedrigerer Axialspannungen platziert werden.



Verweise

Handhabung & Montage TwinPipe: Reduzierungen

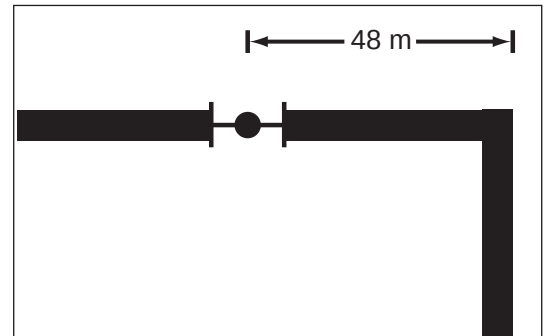
Übergangsrohre Allgemein

Einleitung

Der Einbau von Montagebogen mit kleinen Winkeln in TwinPipe-Hähne und Übergangsstücke sowie Temperaturschwankungen und Temperatur-/Spannungsdifferenzen machen es notwendig, Einzelkomponenten so in das TwinPipe-System zu platzieren, dass sie entlastet werden.

Absperrhähne und Entleerungs-/Entlüftungsventile

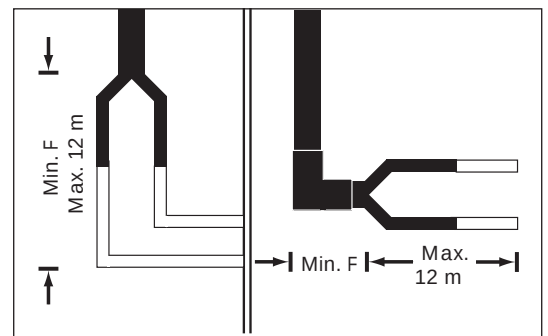
Um Montagebogen in TwinPipe-Hähnen nicht überzubelasten, sind sie max. 48 m von einer Dehnungsentlastung zu platzieren.



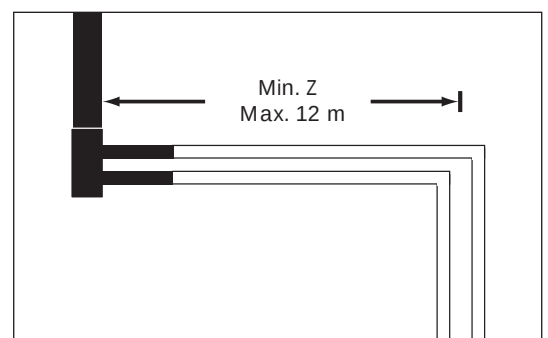
Übergangsrohr, TwinPipe - Einzelrohr

Gerade sowie 90° Übergangsrohre sind so zu platzieren, dass sie vor Überbelastung durch Dehnungen und Differenzbewegungen von der Einzelrohrseite gesichert sind.

Beide sind so einzubauen, dass sie die angeführten Abstände einhalten.



90° Übergangsrohr, TwinPipe - Einzelrohr



Absperrarmaturen
Übersicht

Einleitung	Dieser Abschnitt enthält Anleitungen zum Einbau von Absperrarmaturen und Entlüftungs-/Entleerungsvorrichtungen in vorgedämmten TwinPipe-Systemen.
Inhalt	Allgemein Entlüftung/Entleerung

Absperrarmaturen Allgemein

Anwendung

Der Einbau von Absperrarmaturen dient der Aufteilung der Rohrleitung in angemessene Sektionen unter Berücksichtigung von:

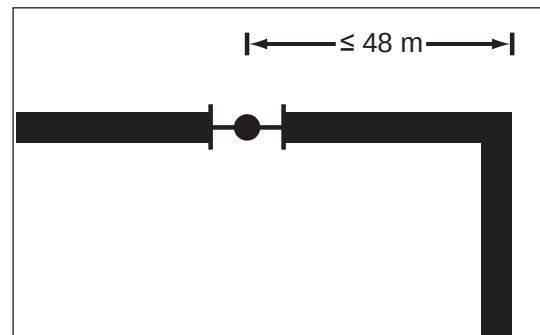
- der angemessenen Wassermenge
- Kosten, wenn das System entleert werden muss
- Versorgungssicherheit
- einfacher Reparatur des Systems

Vorgedämmte Absperrarmaturen lassen sich gleichzeitig mit der Rohrmontage direkt im Erdreich zu verlegen. Der Sand um die vorgedämmten Absperrarmaturen ist der gleiche Typ wie der um die vorgedämmten Rohre.

Zur Sicherung gegen eine Überlastung der Bogen in der TwinPipe-Armatur ist die Armatur höchstens 48 m von einer Dehnungsentlastung wie z.B. einem Bogen zu platzieren.

Vorgedämmte Absperrarmaturen werden mit eingeschweißten Fixierlaschen geliefert

Es wird empfohlen TwinPipe-Absperrarmaturen außerhalb den Dehnungsbereichen von Bogen (F-Länge) zu platzieren, siehe den Abschnitt "Richtungsänderungen: 80-90° Bogen mit Richtungsänderungen".



Absperrarmaturen

Die Absperrarmatur ist ein wartungsfreier Kugelhahn in einem ganzgeschweißten Gehäuse und mit einer rostfreien polierten Kugel in einem federunterstützten Teflonsitz. Sie ist folglich auch bei niedrigen Drücken dicht.

Zur Sicherung ihrer korrekten Funktionalität ist die Absperrarmatur regelmäßig (d.h. 2-4 Male im Jahr abhängig von der Wasserqualität) zu betätigen.

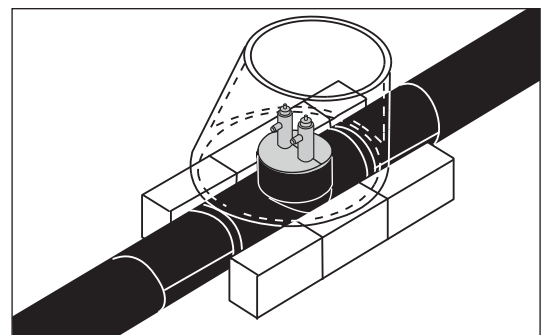
Die Spindel werden an den Dorn, der aus rostfreiem Stahl ist, geschweißt. Der Dorn ist abgefast, damit Wasser nicht auf dem Dorn der Armatur steht. Spindel und Entlüftungs-/Entleerungsvorrichtungen am Rücklauf sind 20 mm höher als Spindel und Entlüftungs-/Entleerungsvorrichtungen am Vorlauf.

Montageanleitungen

Die Armaturen sind so einzubauen, dass die freie Beweglichkeit der Spindel bei Dehnung der Rohrleitung im Erdboden gesichert ist.

Die einfachste Weise, den Zugang zu den Armaturen zu sichern, ist durch Anordnung eines Schachtringes auf zwei Reihen von Fundamentblöcken. Besteht die Gefahr, dass das Grundwasser in den Schachtring eindringt, ist zu sichern, dass das Wasser wieder auslaufen kann.

Der Schachtring darf sich nicht auf das vorgedämmte Rohr stützen.

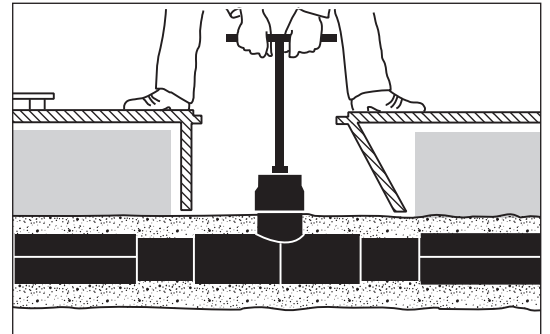


Absperrarmaturen Allgemein

Montage- anleitungen, fortgesetzt

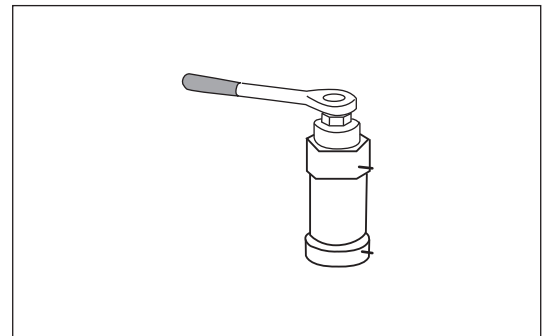
Dadurch wird die freie mögliche Bewegung des Mediumrohres gesichert, und der Dorn und die Spindel werden von Sand frei gehalten.

Der Dorn darf nicht ständig unter Wasser stehen.



Getriebe

Bei Stahlrohrdimensionen $\geq \varnothing 219,1$ mm ist die Armatur mit einer Getriebe zu bedienen - normalerweise ein tragbares Planetengetriebe.

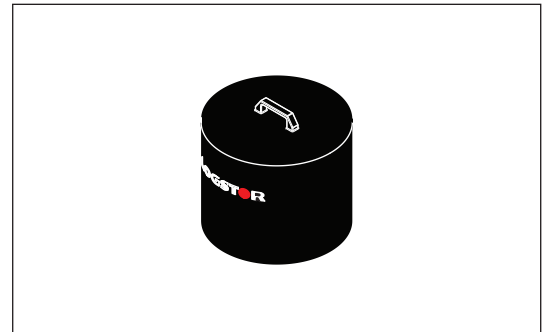


Glocke

Eine Glocke aus PE kann in überflutungsgefährdeten Gebieten verwendet werden.

Bei periodischen Überschwemmungen verhindert sie effektiv das Eindringen von Wasser in den Dorn und die Entlüftungs-/Entleerungsarmatur, und somit vor Korrosionsangriffen oder Ablagerungen.

Die PE-Lösung funktioniert, weil der PE-Deckel gegen den Schachtdeckel stößt.



Absperrarmaturen Entlüftung oder Entleerung

Anwendung

Entlüftung und Entleerung können mit vorgedämmten Komponenten ausgeführt werden.

Vorgedämmte Lösungen können für alle Rohrsysteme mit folgenden statischen Bedingungen verwendet werden: Max. $\Delta T = 130^\circ\text{C}$ und max. PN = 25.

Bitte beachten! Vorgedämmte Entlüftungs-/Entleerungsarmaturen werden ohne eingeschweißte Fixierlaschen geliefert.

Beim Einbau von Entlüftungs-/Entleerungsarmaturen am Ende einer Rohrstrecke ohne z.B. einen Montagebogen sind Fixierlaschen anzuschweißen, siehe Handhabung & Montage den Abschnitt "Das TwinPipe-System: Hähne".

Aufbau der Entlüftung/ Entleerung

Entlüftung/Entleerung sind mit vorgedämmten Absperrarmaturen mit 2 oder vier rostfreien Entlüftungs-/Entleerungshähnen oder als eine getrennte vorgedämmte Komponente erhältlich.

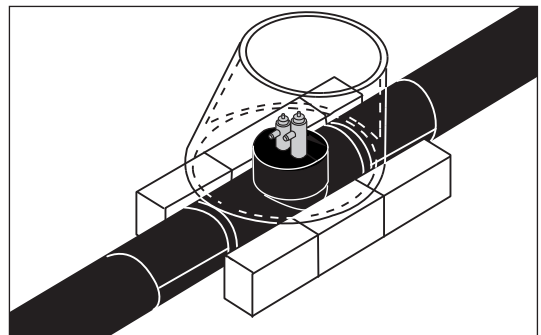


Platzierung

Entlüftungs-/Entleerungshähne eignen sich ohne Einschränkung zum Einbau überall im Rohrsystem.

Es wird jedoch empfohlen, sie außerhalb der F-Länge bei Bogen zu platzieren.

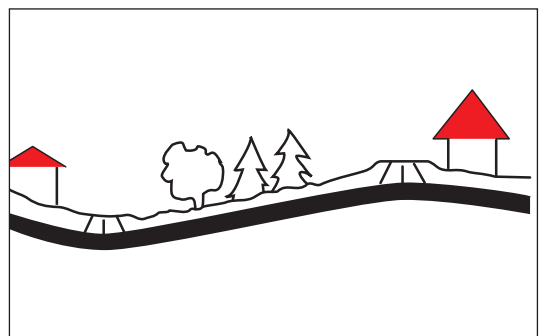
Entlüftungs-/Entleerungshähne sind so zu montieren, dass die freie Beweglichkeit bei Bewegung der Rohrleitung im Erdreich gesichert ist, siehe den Abschnitt "Absperrarmaturen: Allgemein".



Rohrleitungen werden gewöhnlich parallel zur Geländeoberfläche verlegt. Daher können sich Hoch- und Tiefpunkte in der Leitung ergeben.

In Rohrleitungen mit einer Neigung $> 3^\circ$, gemessen in horizontaler Ebene, können Hähne/Schächte mit Vorteil am Tief- und Hochpunkt der Rohrleitung platziert werden. Das erleichtert die Entleerung und Entlüftung, falls erforderlich.

Erfahrungsgemäß kommt es in Rohrleitungen mit einem kleinen Höhenunterschied $< 3^\circ$ an Hochpunkten nicht zum Lufteinschluss. Luftblasen werden in der Regel über Hochpunkte im Wasserstrom mitgeführt.

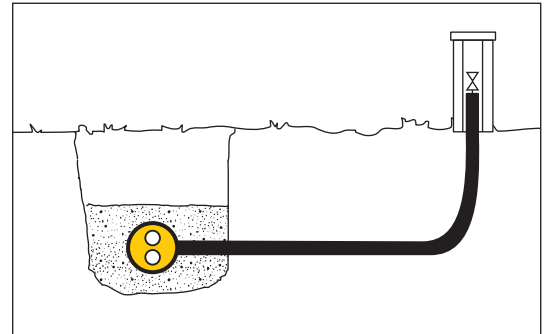


Absperrarmaturen Entlüftung oder Entleerung

Getrennte Entlüftung mit FlexPipes

Entlüftung mit FlexPipes zum Feldschrank ist eine gute Lösung, weil Entlüftungshähne so nicht in der Fahrbahn angeordnet sind.

Um lange Rohrstrecken zum Feldschrank vor Frost zu sichern, ist ein thermostatisches Regelventil zwischen den beiden Entlüftungshähnen einzubauen.



Verweise

Handhabung & Montage

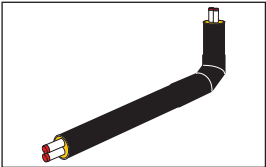
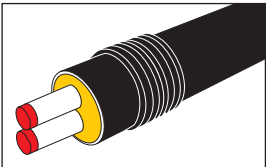
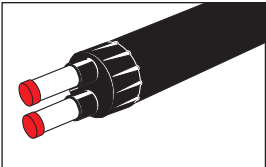
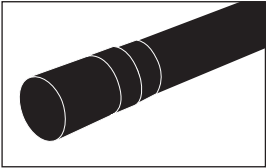
Das TwinPipe-System: Hähne

Endabschlüsse
Übersicht

Einleitung	Dieser Abschnitt beschreibt die Komponenten zum Abschluss z.B. im Zusammenhang mit Fundamenten, Kellern, Hausanschlüssen und Betonkanälen, die bei korrekter Platzierung und unter variierenden Montageverhältnissen den Schutz der Dämmung sichern.
Inhalt	Allgemein Hausanschlussbogen Dichtungsring Endkappe Endmuffe

Endabschlüsse
Allgemein

Übersicht
über Lösungs-
möglichkeiten

Endabschluss:	Anzuwenden zum:	Abbildung:
Hausanschlussbogen	Einführen durch Fundament und Boden in einem Arbeitsgang	
Dichtungsring	Dichten zwischen Rohr und Mauerwerk/Mörtel bei horizontaler Mauerdurchführung	
Endkappe	Schutz der Dämmung vor Eindringen von Wasser	
Endmuffe	Schutz des Rohrendes beim Abschluss im Erdreich	

Endabschlüsse Hausanschlussbogen

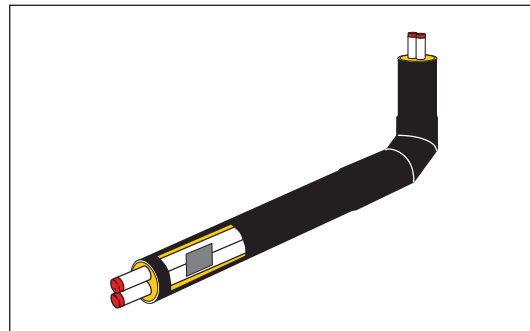
Anwendung

Der Hausanschlussbogen wird zum Einführen durch ein Fundament oder einen Boden in einem Arbeitsgang verwendet.

Vorgefertigte Hausanschlüsse erleichtern die Montage von Fernwärmerohren in Gebäuden ohne Keller.

Alle vorgedämmten Hausanschlussbogen werden mit eingebetteten Fixierlaschen an dem Schenkel, der an das erdverlegte TwinPipe-System verbunden ist, geliefert.

Bei der Verwendung von Hausanschlussbogen ist zu sichern, dass die Dehnungsbewegung in der Durchführung möglichst niedrig ist, um das Rohr und das Fundament/den Boden zu schützen.



Endabschlüsse Dichtungsring

Anwendung

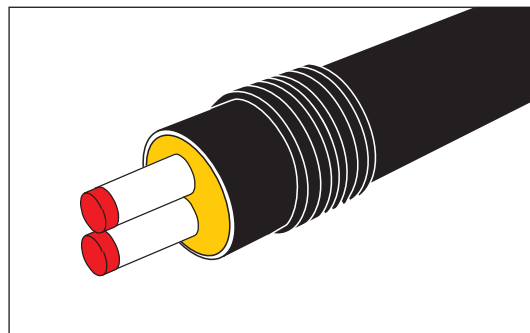
Wenn Rohre durch Mauerwerk - durch Schächte, Grundmauern u.ä. - geführt werden, sind Dichtungsringe zum Schutz vor dem Eindringen von Wasser zu montieren.

Ein Dichtungsring kann undicht werden, wenn er Grundwasserdruck ausgesetzt wird.

Für Konstruktionen, die einen sehr hohen Wasserdruck ausgesetzt werden, wird ein Typ Dichtungsring empfohlen, der entweder außen oder innen an der Wand befestigt wird und gegen den PE-Mantel gepresst wird.

Mit der Zeit kriecht PUR, und in solchen Fällen wird die Verwendung von nachspannbaren Dichtungen empfohlen.

Allgemein ist darauf zu achten, ob die Dehnungsbewegungen, die bei horizontaler Mauerdurchführung auftreten können, nicht die inwendigen Installationen beeinträchtigen.

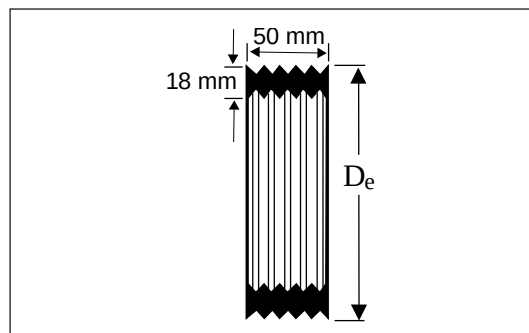


Beschreibung

Der Dichtungsring ist aus einem besonders widerstandsfähigen Gummi, der Dichtheit leistet und außerdem kleine Dehnungsbewegungen in der Durchführung erlaubt.

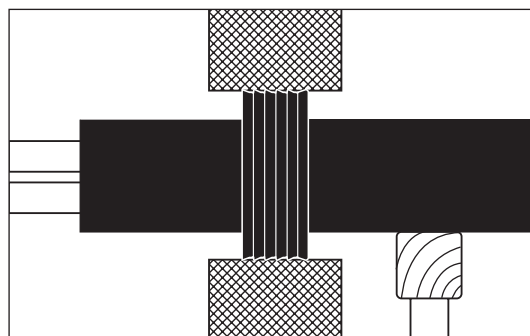
Bitte beachten! Der Innendurchmesser ist kleiner als Nenndurchmesser der Ummantelung, damit der Ring fest auf der Ummantelung sitzt.

Bezüglich D_e , siehe Produktkatalog den Abschnitt "Das KMR-System TwinPipe: Dichtungsring".



Durchbohrung der Grundmauer

Bei Durchführungen in der Mauer muss der Lochdurchmesser 1-3% kleiner als D_e sein.

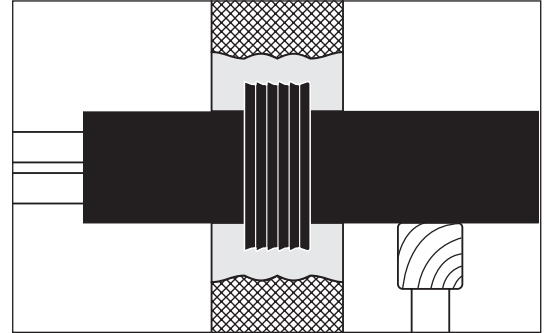


Endabschlüsse

Dichtungsring

Einbetonieren

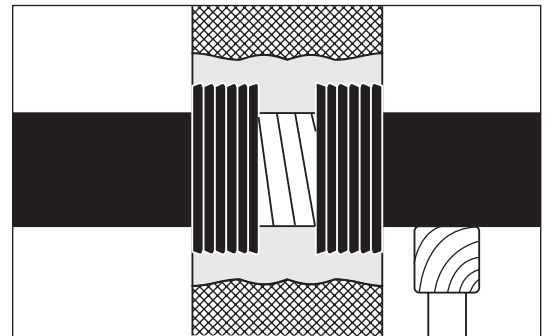
Wenn ein Rohr mit Dichtungsringen in einer Aussparung einbetoniert wird, ist das Rohr aufzulagern, um rundum den Dichtungsring betonieren zu können.



Bei kleinen Seitenbelastungen oder dicken Wänden sind mehrere Dichtungsringe zu verwenden.

Das führt zu einer effektiveren Dichtung.

Das Rohr mit Fettbinde umwickeln, um kleine axialen Bewegungen zu erlauben.



Endabschlüsse

Endkappe

Anwendung

Endkappen werden bei Abschluss der Rohre in Schächten, Anschluss an Betonkanälen, in Kellern usw. verwendet, um zu verhindern, dass Feuchte in die Dämmung drängt.

Die Schächte und Kanäle dürfen nicht so überflutet werden, dass Wasser sich um die Endkappe befindet.

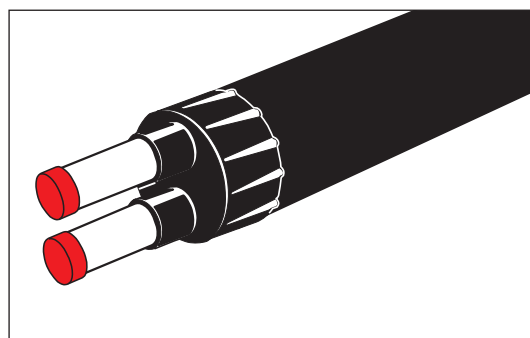
Endkappen dürfen nicht im Erdreich verwendet werden.

Beschreibung

Die Standardendkappe ist vor dem Verschweißen mit den nicht gedämmten Rohren auf das Rohrende aufzuschieben.

Die Endkappe ist auf das Medium- und das Mantelrohr thermisch zu schrumpfen.

Zusätzliche Informationen und Übersicht über erhältliche Dimensionen, siehe Produktkatalog den Abschnitt "Das KMR-System TwinPipe: Endkappe".

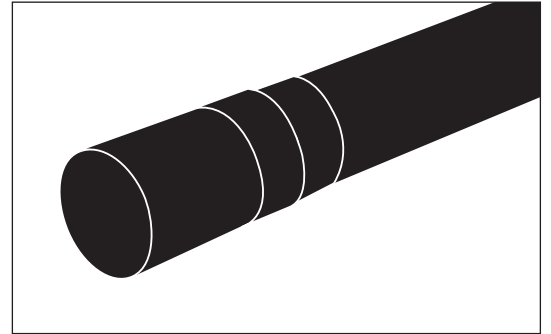


Endabschlüsse

Endmuffe

Anwendung	Zum Abschluss eines erdverlegten Rohrsystems ist eine PE-Endmuffe zu verwenden. Der äussere Teil der Muffe ist schrumpfbar.
------------------	--

Beschreibung	Beim Einsatz von Endmuffen am Ende von Rohrstrecken ist die mögliche Dehnung der Leitung zu berücksichtigen. An der Stirnseite der Endmuffen sind ausreichend Dehnungspolster anzubringen um die Dehnung aufzunehmen. Ausserdem sind Fixierlaschen beiderseits der Mediumrohre zu montieren.
---------------------	---



Henvisninger	Produktkatalog	Das KMR-System TwinPipe: Endkappe
---------------------	----------------	-----------------------------------

Dehnungsaufnahme Übersicht

Einleitung

Dieser Abschnitt beschreibt, wie seitliche Dehnungsbewegungen im Rohrsystem aufgenommen werden können. Es gibt 2 Prinzipien der lateralen Dehnungsaufnahme in Rohrsystemen:

1. Dehnungsaufnahme in Dehnungspolster.

Zur Sicherung, dass die PUR-Druckspannung nicht den in EN13941-1 festgesetzten Grenzwert von $\sigma_{\text{PUR}} = 0,15 \text{ MPa}$ übersteigt.

Die Funktion der Dehnungspolster ist die teilweise Aufnahme/Verteilung von Dehnungsbewegungen. Die Druckfestigkeit von Dehnungspolstern ist niedriger als die der PUR-Dämmung, folglich wird die Verformung der PUR-Dämmung reduziert.

Dehnungspolster lassen sich nach Bedarf entlang des beweglichen Teils von Bogen/Abzweigen montieren (siehe die Abschnitte "Richtungsänderungen" und "Abzweige").

2. Dehnungsaufnahme in Sandkissen.

Hier kommt es oft vor, dass die PUR-Druckspannung den in EN13941-1 festgesetzten Grenzwert von $\sigma_{\text{PUR}} = 0,15 \text{ MPa}$ überschreitet.

Bei Verwendung von Sandkissen liegt der Grenzwert bei $\sigma_{\text{PUR}} \leq 0,25 \text{ MPa}$. Bei dieser Belastung wird mit einem Schrumpfen des PUR-Schaumes von $< 10\%$ über einen Zeitraum von 30 Jahren zu rechnen sein.

σ_{PUR} erhöht sich mit der Verlegetiefe und Dämmdicke, weshalb die Verwendung von Sandkissen begrenzt ist. Bei Verwendung von Sandkissen ist folglich eine Bewertung/Berechnung der Belastung des PUR-Schaumes in jeden Einzelfall auszuführen.

Da die PUR-Druckspannung oft den in EN 13941-1 festgesetzten Wert übersteigt, ist sie folglich in diesem Manual nicht näher beschrieben, obwohl Sandkissen über viele Jahre verwendet worden sind. Wenn Sie Näheres über dieses Verfahren wissen möchten, kontaktieren Sie bitte LOGSTOR.

Inhalt

Dehnungspolster

Dehnungsaufnahme Dehnungspolster

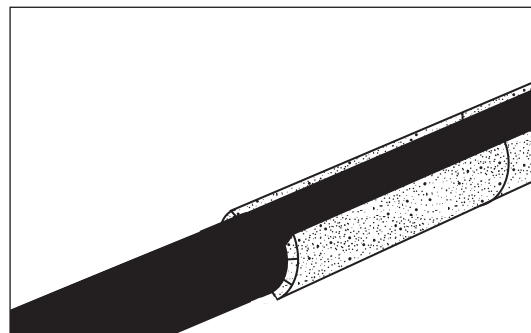
Anwendung

Dehnungspolster können zur Aufnahme von Dehnungsbewegungen verwendet werden, wenn die erste Bewegung folgende Intervalle nicht übersteigen:

- $5 < \Delta L \leq 28 \text{ mm}$ (1 Lage = 40 mm)
- $28 < \Delta L \leq 56 \text{ mm}$ (2 Lagen = 80 mm)
- $56 < \Delta L \leq 84 \text{ mm}$ (3 Lagen = 120 mm)

Es wird empfohlen nicht mehr als 3 Lagen von Dehnungspolstern (120 mm) zu verwenden bei einer Höchsttemperatur von 130°C und normalem variierenden Betrieb. Damit ist gewährleistet, dass die Obergrenze nach EN 13941-1 für die Dauertemperatur der Ummantelung von 50° nicht überschritten wird.

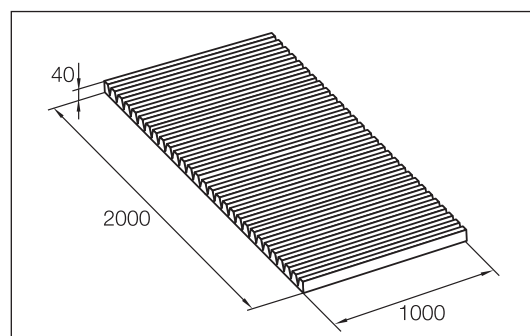
Sind mehr als 3 Lagen von Dehnungspolstern erforderlich, kontaktieren Sie bitte LOGSTOR für Support.



Flächenmaß des Dehnungspolsters

Dehnungspolster werden als Platten geliefert.

Die Dehnungspolster werden mit einer Breite, die dem Manteldurchmesser des Rohres entspricht aus den Platten geschnitten.



Material

Die von LOGSTOR verkauften Dehnungspolster bestehen aus vernetztem PE mit geschlossenen Zellen.

Eigenschaften

Druckeigenschaften

Verformung	Druckspannung
40%	0,06 MPa
50%	0,09 MPa
75%	0,275 MPa

Wärmeleitfähigkeit: 0,05 W/mK bei 50°C

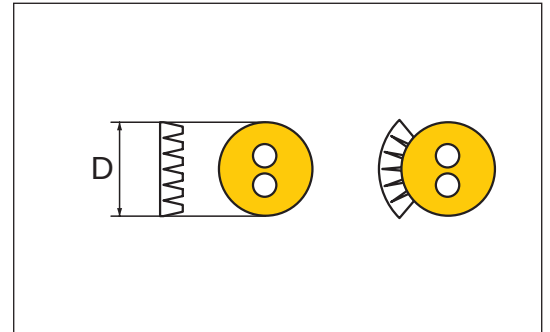
BITTE BEACHTEN!

Die Projektierungsrichtlinien in diesem Manual setzen die Anwendung von LOGSTOR Dehnungspolstern voraus.

Dehnungsaufnahme Dehnungspolster

Aktuelles Maß von Dehnungspolster

Der Durchmesser der Ummantelung bestimmt die Höhe des Dehnungspolsters.



Montage von Dehnungspolstern

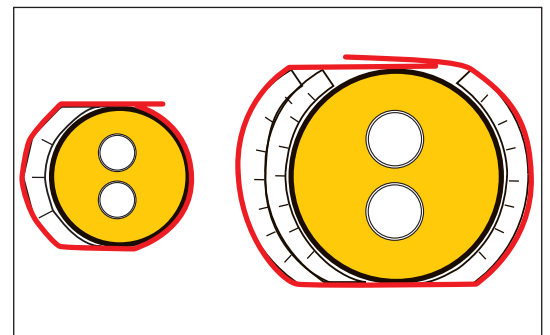
Dehnungspolster an einer oder beiden Seiten des Mantelrohres gemäß der Projektzeichnung montieren.

Dehnungspolster mit Glasfasertape - min 3 Stck. je Meter Dehnungspolster - fixieren.

Um zu verhindern, dass Sand zwischen Dehnungspolstern und Mantelrohr kommt, kann z.B. Geotextil oder vernetztes Schaumfolielaminat um die Dehnungspolster gewickelt werden. Es mit Glasfasertape fixieren.

Bei grösseren Dimensionen und mehreren Schichten wird Einpacken in Geotextil oder vernetztes Schaumfolielaminat empfohlen.

In Systemen mit vielen, grossen Temperaturzyklen (z.B. in Solaranlagen) ist Geotextil oder vernetztes Schaumfolielaminat immer anzuwenden, um zu sichern, dass Füllmaterial nicht zwischen Dehnungspolstern und Mantelrohr kommt.



Dehnungsaufnahme Dehnungspolster

Angabe von Anzahl Dehnungspolster

Zur Bestimmung der erforderlichen Anzahl Dehnungspolster, siehe die Abschnitte "Richtungsänderungen" und "Abzweige".

In der Systemzeichnung ist die erforderliche Anzahl von Dehnungspolstern zur Dehnungsaufnahme anzugeben:

1. Lage:

Die Länge der innersten 40 mm Dehnungspolster, in Meter angeführt, geht aus der 1. Ziffer hervor - hier 4 Meter. Das entspricht 4 Stck. Dehnungspolster, da diese 1 m lang sind.

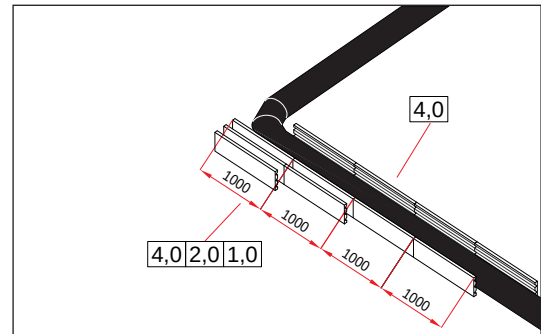
2. Lage:

Bei Bedarf einer zweiten Lage geht die Länge dieser Lage, vom Bogen aus gemessen, aus der 2. Ziffer hervor - hier 2 m.

3. Lage:

Eine evt. dritte Lage geht aus der 3. Ziffer hervor - hier 1 m.

Wie aus der Abbildung hervorgeht kann nach entsprechender Angabe Dehnungspolster auf der Innenseite des Bogens erforderlich sein.



Flexible TwinPipes

Übersicht

Einleitung

Die flexible TwinPipe-Systeme bestehen aus Twin FlexPipe mit glatter LDPE-Ummantelung und dem flexibleren Twin FlextraPipe mit gewellter HDPE-Ummantelung. Beide Rohrtypen bilden ein komplettes Rohrsystem für Verteilleitungen oder kleinere Abzweigungen.

Die langen flexiblen Rohre sind besonders vorteilhaft bei:

- Abzweigungen ohne Verbindungen
- Passieren von Bepflanzung und anderen Hindernissen
- Hügeligem Gelände
- Bohr- und Pressverfahren

Dieser Abschnitt enthält allgemeine Projektierungsrichtlinien für die Anwendung flexibler Rohrsysteme.

Die spezifischen Projektierungsrichtlinien für jeden einzelnen Typ von Mediumrohr sind in ihrem jeweiligen Abschnitt beschrieben.

Inhalt

Allgemein
Rohrgraben
Anschluss an Hauptleitung
Endabschlüsse

Flexible TwinPipes

Allgemein

Einleitung

Flexible TwinPipes sind mit 5 verschiedenen Typen von Mediumrohren für Fernwärme und Fernkühlung.

Die möglichen Kombinationen von Mantelrohr, Anwendung und Mediumrohrtyp gehen aus untenstehender Übersicht hervor.

Welcher Typ anzuwenden ist hängt von mehreren Faktoren ab:

- Anwendung: Heizung/Kühlung
- Betriebsbedingungen: Druck und Temperatur
- Verbindungsmethode: Presskupplungen/Löten/Schweißen/Kompressionskupplungen

Näheres erfahren Sie unter den verschiedenen Typen von flexiblen Rohren oder bei Zweifelsfällen fragen Sie bitte LOGSTOR.

Anwendungsbereiche

FlexPipe-System	Mediumrohr, Material	Betriebsdruck, bar	Betriebsstemperatur, °C	Spitztemperatur, °C	Rohrtyp	Anwendungsbereich		Dimensionsbereich Ø mm	Überwachung
						Fernwärme	Fernkühlung		
PertFlextra	PE-RT	10	70-80	95 Fehler	Einzelrohr	x	x	25-63	
					TwinPipe	x	x	25-63	
PexFlextra	PEX	6	80-95	100 Fehler	Einzelrohr	x	x	20-110	
					TwinPipe	x	x	20-63	
AluFlextra	pe-rt/ Aluminium/ PE-RT	10	80-95	100 Fehler	Einzelrohr	x	x	20-32	
					TwinPipe	x	x	20-32	
					Doppelrohr	x		26/20	
SteelFlex	Stahl	25	120	140	Einzelrohr	x	x	20-28	x
CuFlex	Kupfer *	16	120	140	Einzelrohr	x		15-35	x
					TwinPipe	x		18-28	x

* PN 16 wird bei max. 120°C berechnet (Der schwedische Fernwärmeverein D 213).

Flexible TwinPipes Rohrgraben

Verlege- methoden

Flexible TwinPipes werden in Rohrgraben oder nach Bohrverfahren gemäß den Abbildungen und untenstehenden Mindestmaßen verlegt.

Twin FlextraPipes werden wie Twin FlexPipes in den Rohrgraben verlegt, aber Twin FlextraPipes lassen sich nur für Bohrverfahren verwenden, wenn sie in ein Futterrohr geführt werden.

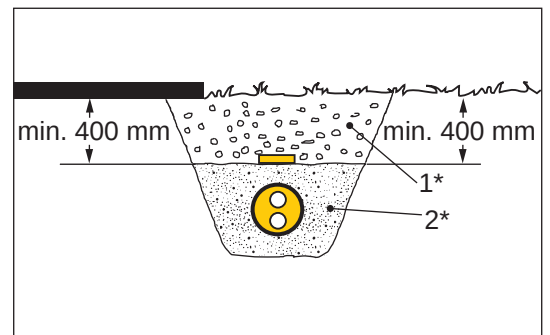
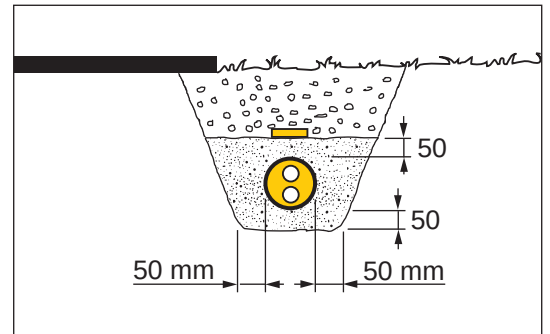
Bei Verlegung in Rohrgraben müssen die Rohre überall von 50 mm Füllmaterial mit den unten angeführten Eigenschaften umgeben sein.

1* Bettungsmaterial.

2* Reibungsmaterial.

Min. 400 mm Überdeckung zur Unterkante des Asphaltes/Betons oder zur Oberkante einer unbefestigten Oberfläche ist anzuwenden.

Bei Richtungsänderungen ist der Rohrgraben der aktuellen Richtungsänderung anzupassen.



Biegeradius

Generell kann ein Mindestbiegeradius $R = 10 \times$ Mantelmesser bei Mindesttemperaturen von 5°C angewandt werden.

Höhere Flexibilität bei höheren Umgebungstemperaturen: Sehen Sie bitte den relevanten Abschnitt.

Verfüllmaterial

Folgende Materialspezifikationen gelten für das Verfüllmaterial unter normalen Verhältnissen:

Max. Körnung: $\leq 10 \text{ mm}$

Regelmäßigkeitskoeffizient: $\frac{d_{60}}{d_{10}} = > 1.8$

Reinheitsgrad: Das Material darf keine schädlichen Mengen von Pflanzenresten, Humus, Lehm oder Schluffklumpen enthalten.

Kornform: Große scharfkantige Körner, die Rohr und Verbindungen beschädigen können, sind zu vermeiden.

Sorgfältige und gleichmäßige Komprimierung ist erforderlich.

Flexible TwinPipes Anschluss an Hauptleitung

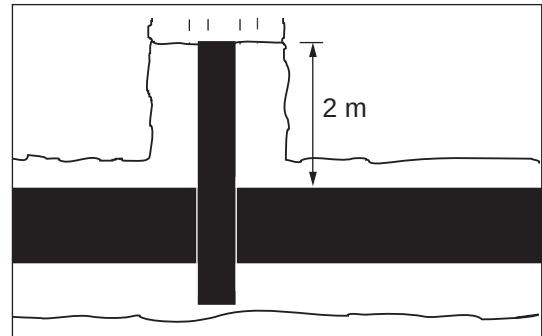
Senkrechter Anschluss

Eine fehlerfreie Montage von einem flexiblen TwinPipe an eine Hauptleitung ist am besten zu erreichen, wenn die Enden des flexiblen TwinPipes vor Beginn der Montage völlig ausgerichtet sind.

Die Rohrenden lassen sich am besten vor dem Zuschneiden auf die gewünschte Länge von der Rohrrolle ausrichten.

Bei senkrechtem Anschluss an eine Hauptleitung müssen aus Rücksicht auf die spätere Montage von Presskupplungen/Schweißung und Muffen mindestens 2 m des Rohrgrabens für Abzweigleitungen offen bleiben.

Bewegungen in der Hauptleitung und langen Abzweigleitungen können Sondermaßnahmen erfordern, siehe den Abschnitt "Abzweige" und Begrenzungen unter den relevanten Abschnitten über flexible TwinPipes.

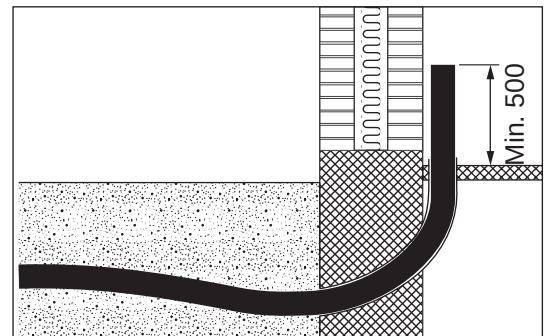
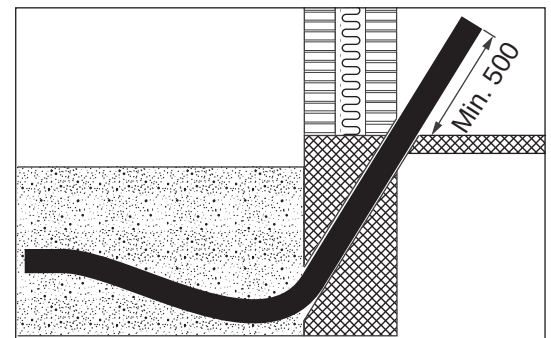
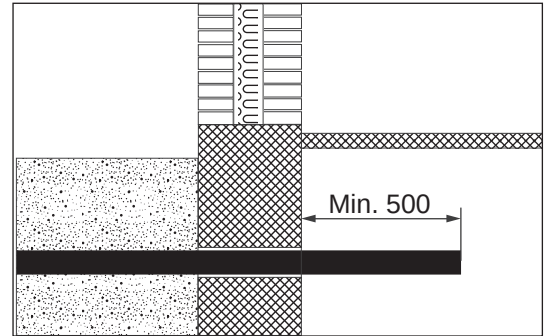


Flexible TwinPipes Endabschlüsse

Abschluss in Gebäuden

Bei Hausanschluss durch ein gegossenes Abschlussrohr oder durch gerade/schräge Durchbohrung der Grundmauer ist der Abschluss des flexiblen TwinPipe in dem gleichen Arbeitsgang wie die Verlegung und das Einsanden vorzunehmen.

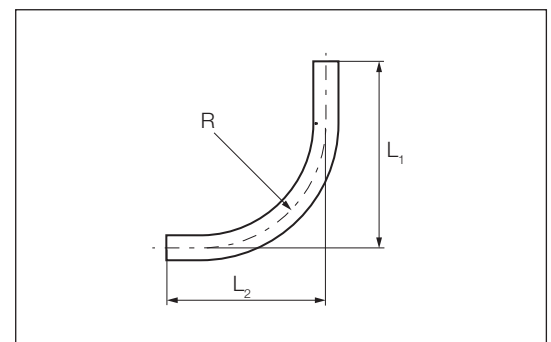
Das flexible TwinPipe wird min. 500 mm vom inwendigen Sockel/Boden abgeschlossen.



Abschlussrohr

Für den Hausanschluss kann ein Abschlussrohr nach untenstehender Tabelle mit Vorteil verwendet werden.

Mantelrohr D, mm	125	140	160	180
FlexPipe D, mm	90	110	125	140
Radius R, mm	800	800-900	900-1000	1000-1100
L ₁ , mm	1050	1250	1350	1400
L ₂ , mm	900	1000	1100	1250



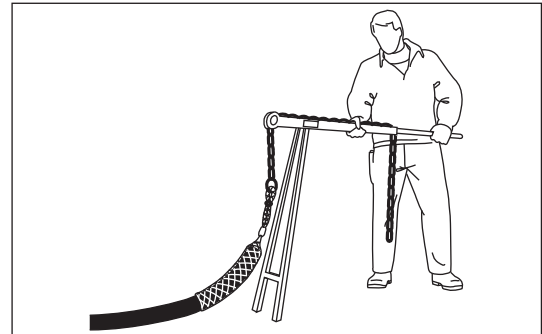
Der Durchmesser des Abschlussrohres soll minimum 2 Dimensionen grösser als der aktuelle Mantelrohrdurchmesser sein.

Flexible TwinPipes Endabschlüsse

Abschlussrohr, fortgesetzt

Zum Ziehen des flexiblen TwinPipe durch das Abschlussrohr wird die Verwendung von einem Zugstrumpf und Zugwerkzeug empfohlen.

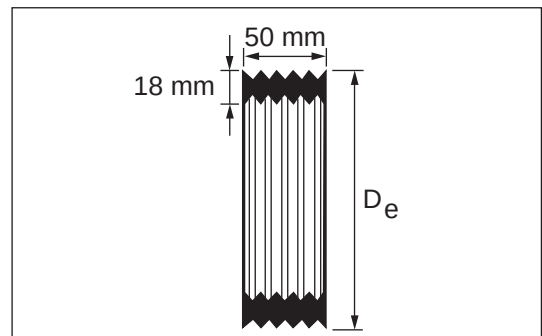
Das Zugwerkzeug kann wie hier abgebildet manuell sein oder mit einer elektrischen Winde.



Durchbohrung der Grundmauer

Bei Durchbohrung der Grundmauer muss der Lochdurchmesser 1-3% kleiner als der Durchmesser des Dichtungsringes sein..

Bei Wasserdruck auf der Konstruktion wird ein Typ Dichtungsring empfohlen, der entweder inwendig oder auswendig an der Wand befestigt wird, und der die PE-Ummantelung klemmt.



PertFlextra TwinPipes

Übersicht

Einleitung

PertFlextra TwinPipes ist ein komplettes flexibles Rohrsystem.

PertFlextra TwinPipe hat eine gewellte Ummantelung.

Der große Dimensionsbereich macht PertFlextra TwinPipe für Abzweigungen sowie Verteilungsleitungen geeignet.

Inhalt

Projektierungsrichtlinien

Beispiele für Montagekombinationen

PertFlextra TwinPipes Projektierungsrichtlinien

Allgemein

PertFlextra TwinPipe hat eine mindest Lebensdauer von 50 Jahren bei untenstehendem Temperaturprofil und Druck:

- Betriebstemperatur: 70°C für 49 Jahre
- Maximale Betriebstemperatur: 80°C für 7760 Stunden
- Störung: 95°C für 100 Stunden
- Maximaler Betriebsdruck: 10 bar

Biegeradius

Bei Richtungsänderungen kann PertFlextra TwinPipe vor Ort mit einem Biegewerkzeug zum Mindestbiegeradius R gebogen werden.

Die Flexibilität vom FlextraPipe hängt von der Temperatur des Rohres ab.

Bei Temperaturen unter 10°C ist das Mantelrohr vor dem Ausrollen oder Biegen mit einem Gasbrenner auf handwarm zu erwärmen.

Bei Verlegung kann Sicherung der Position der Rohre z.B. durch teilweises Einsanden erforderlich sein.

Mantelrohr ä. ø mm	Min. Biegeradius, R m
90	0,7
110	0,9
125	1,0
140	1,1
160	1,6
180	1,8

Abzweigen - Stahl an PertFlextra

In gewissen Fällen ist es notwendig, ein Hauptrohr aus Stahl zu verstärken, wenn an einen Abzweig mit PertFlextra abgezweigt wird mit einem Rohrstutzen oder einer Stahl/Pex- Übergangskupplung, die direkt an das Stahlmediumrohr geschweißt wird. Die Kriterien ergeben sich aus einer Kombination der Höchsttemperatur und Dimension des Systems.

Höchsttemperatur	Verstärkungsring ist erforderlich, wenn:
Alle Temperaturen	Das Hauptrohr 1 Dimension größer als die Dimension des Übergangsstutzens ist
	Verstärkungsring ist erforderlich bei Axialspannung $\sigma > 150$ MPa im Hauptrohr, wenn:
$T \leq 80$ °C	Das Hauptrohr 1 oder 2 Dimensionen > die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T \leq 85$ °C	Das Hauptrohr 1, 2, 3 oder 4 Dimensionen > die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T > 85$ °C	Alle Dimensionen des Hauptrohres

Es wird vorausgesetzt, dass $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$.

Bitte beachten: Sind die Dimension des Hauptrohres und die des Übergangsstutzens die gleiche, wird die Verwendung vom Schweiß-T-Stück empfohlen.

PertFlextra TwinPipes

Projektierungsrichtlinien

Dehnung

Es ist ein flexibles Rohrsystem, das keine Sondermaßnahmen bei Erdverlegung fordern.

Es ist selbstkompensierend, und wegen der Eigenschaften des PE-RT-Mediumrohres ist es nicht erforderlich die Dehnung in erdverlegten Systemen zu berücksichtigen.

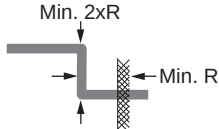
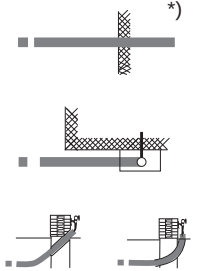
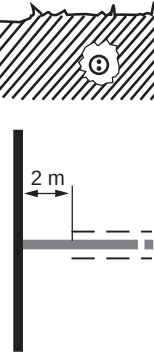
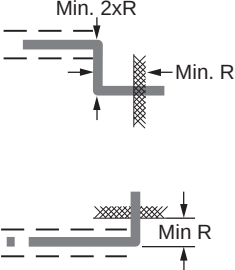
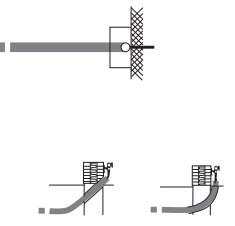
Beim Anschluss von PertFlextra TwinPipe an ein vorgedämmtes Stahlrohr ist zu sichern, dass nicht zu große Bewegungen vom Stahlrohr in das PertFlextra TwinPipe-System übertragen werden.

Das wird dadurch gesichert, dass der Übergang vom Stahlrohr zu PertFlextra TwinPipe an einem Abzweig oder nach einem Bogen erfolgt. Erfolgt der Übergang direkt im Anschluss an eine Stahlrohrleitung, darf die Länge der Stahlrohrleitung vom nächsten Dehnungsbogen 14 m nicht übersteigen.

Beim Abzweigen mit PertFlextra TwinPipe von einer Stahlrohrleitung ist zu sichern, dass Bewegungen in der Hauptleitung nicht in die Abzweigleitung übertragen werden. Nähere Einzelheiten hierüber, siehe Abbildung auf die nächste Seite.

Beispiele für Montagekombinationen

Längen der
Abzweigleitung
und Einführung
in Gebäuden

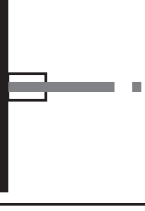
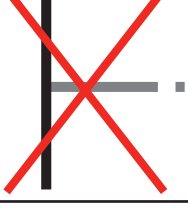
Abzweigpunkt	Abzweigleitung	Einführung in Gebäude
		Bewegung nicht erlaubt 
		Bewegung erlaubt 
		Bewegung nicht erlaubt 
		Bewegung erlaubt 

*) Wird Beschlag unmittelbar innerhalb der Wand verwendet, ist Bewegung nicht erlaubt.

PertFlextra TwinPipes

Beispiele für Montagekombinationen

Die Hauptleitung

Hauptleitung mit Stahlmediumrohr	Abzweigleitung	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

*) Den Abzweig mit einem 40 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

**) Den Abzweig mit einem 80 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

***) Bei Bewegungen in der Hauptleitung > 56 mm dürfen Abzweige mit FlexPipe nicht ausgeführt werden.

PexFlextra TwinPipes

Übersicht

Einleitung

PexFlextra TwinPipes ist ein komplettes flexibles Rohrsystem.

PexFlextra TwinPipe hat eine gewellte Ummantelung.

Der große Dimensionsbereich macht PexFlextra TwinPipe für Abzweigungen sowie kleinere Verteilungsleitungen geeignet.

Inhalt

Projektierungsrichtlinien

Beispiele für Montagekombinationen

PexFlextra TwinPipes

Projektierungsrichtlinien

Allgemein

PexFlextra TwinPipe hat eine Mindestlebensdauer von 30 Jahren bei untenstehendem Temperturprofil und Druck:

- Betriebstemperatur: 80°C für 29 Jahre
- Maximale Betriebstemperatur: 90°C für 7760 Stunden
95°C für 1000 Stunden
- Störung: 100°C für 100 Stunden
- Maximaler Betriebsdruck: 6 bar

Biegeradius

Bei Richtungsänderungen kann PexFlextra TwinPipe vor Ort mit einem Biegewerkzeug zum Mindestbiegeradius R gebogen werden.

Die Flexibilität vom FlextraPipe hängt von der Temperatur des Rohres ab.

Bei Temperaturen unter 10°C ist das Mantelrohr vor dem Ausrollen oder Biegen mit einem Gasbrenner auf handwarm zu erwärmen.

Bei Verlegung kann Sicherung der Position der Rohre z.B. durch teilweises Einsanden erforderlich sein.

Mantelrohr ä. ø mm	Min. Biegeradius, R m
90	0,7
110	0,9
125	1,0
140	1,1
160	1,6
180	1,8

Abzweigen - Stahl an PexFlextra

In gewissen Fällen ist es notwendig, ein Hauptrohr aus Stahl zu verstärken, wenn an einen Abzweig mit PexFlextra abgezweigt wird mit einem Rohrstutzen oder einer Stahl/Pex- Übergangskupplung, die direkt an das Stahlmediumrohr geschweißt wird. Die Kriterien ergeben sich aus einer Kombination der Höchsttemperatur und Dimension des Systems.

Höchsttemperatur	Verstärkungsring ist erforderlich, wenn:
Alle Temperaturen	Das Hauptrohr 1 Dimension größer als die Dimension des Übergangsstutzens ist
	Verstärkungsring ist erforderlich bei Axialspannung $\sigma > 150$ MPa im Hauptrohr, wenn:
$T \leq 80$ C°	Das Hauptrohr 1 oder 2 Dimensionen > die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T \leq 85$ C°	Das Hauptrohr 1, 2, 3 oder 4 Dimensionen > die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T > 85$ C°	Alle Dimensionen des Hauptrohres

Es wird vorausgesetzt, dass $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$.

Bitte beachten: Sind die Dimension des Hauptrohres und die des Übergangsstutzens die gleiche, wird die Verwendung vom Schweiß-T-Stück empfohlen.

PexFlextra TwinPipes

Projektierungsrichtlinien

Dehnung

Es ist ein flexibles Rohrsystem, das keine Sondermaßnahmen bei Erdverlegung fordern.

Es ist selbstkompensierend, und wegen der Eigenschaften des PEX-Mediumrohres ist es nicht erforderlich die Dehnung in erdverlegten Systemen zu berücksichtigen.

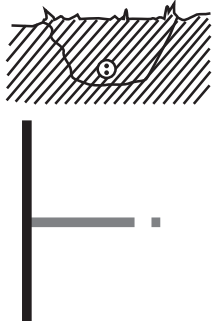
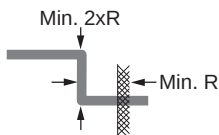
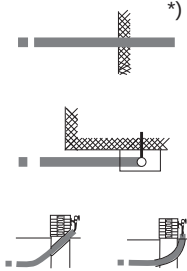
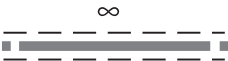
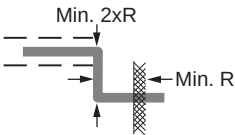
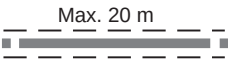
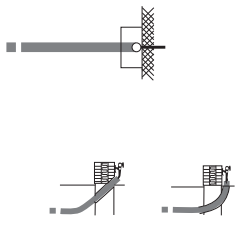
Beim Anschluss von PexFlextra TwinPipe an ein vorgedämmtes Stahlrohr ist zu sichern, dass nicht zu große Bewegungen vom Stahlrohr in das PexFlextra TwinPipe-System übertragen werden.

Das wird dadurch gesichert, dass der Übergang vom Stahlrohr zu PexFlextra TwinPipe an einem Abzweig oder nach einem Bogen erfolgt. Erfolgt der Übergang direkt im Anschluss an eine Stahlrohrleitung, darf die Länge der Stahlrohrleitung vom nächsten Dehnungsbogen 14 m nicht übersteigen.

Beim Abzweigen mit PexFlextra TwinPipe von einer Stahlrohrleitung ist zu sichern, dass Bewegungen in der Hauptleitung nicht in die Abzweigleitung übertragen werden. Nähere Einzelheiten hierüber, siehe Abbildung auf die nächste Seite.

Beispiele für Montagekombinationen

Längen der
Abzweigleitung
und Einführung
in Gebäuden

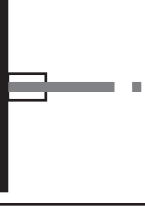
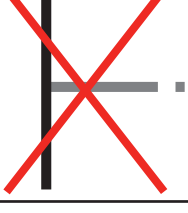
Abzweigpunkt	Abzweigleitung	Einführung in Gebäude
		Bewegung nicht erlaubt 
		Bewegung erlaubt 
		
		

*) Wird Beschlag unmittelbar innerhalb der Wand verwendet, ist Bewegung nicht erlaubt.

PexFlextra TwinPipes

Beispiele für Montagekombinationen

Die Hauptleitung

Hauptleitung mit Stahlmediumrohr	Abzweigleitung	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

*) Den Abzweig mit einem 40 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

**) Den Abzweig mit einem 80 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

***) Bei Bewegungen in der Hauptleitung > 56 mm dürfen Abzweige mit FlexPipe nicht ausgeführt werden.

AluFlextra TwinPipes

Übersicht

Einleitung

AluFlextra TwinPipe ist ein komplettes flexibles Rohrsystem.

AluFlextra TwinPipe hat eine gewellte Ummantelung.

FlexPipes sind für Abzwegleitungen sowie kleinere Verteilungsleitungen geeignet.

Inhalt

Projektierungsrichtlinien

Beispiele für Montagekombinationen

AluFlextra TwinPipes

Projektierungsrichtlinien

Allgemein

AluFlextra TwinPipe hat eine Mindestlebensdauer von 30 Jahren bei untenstehendem Temperturprofil und Druck:

Betriebstemperatur:	80°C für 29 Jahre
Maximale Betriebstemperatur:	90°C für 7760 Stunden
	95°C für 1000 Stunden
Störung:	100°C für 100 Stunden
Maximaler Betriebsdruck:	10 bar

Biegeradius

Bei Richtungsänderungen kann FlextraPipe vor Ort mit einem Biegewerkzeug zum Mindestbiegeradius R gebogen werden.

Die Flexibilität von FlextraPipe hängt von der Temperatur des Rohres ab.

Bei Temperaturen unter 10°C ist das Mantelrohr vor dem Ausrollen oder Biegen mit einem Gasbrenner auf handwarm zu erwärmen.

Bei Verlegung kann Sicherung der Position der Rohre z.B. durch teilweises Einsanden erforderlich sein.

Mantelrohr ä. ø mm	Min. Biegeradius, R m
90	0,7
110	0,9
125	1,0
140	1,4

Abzweigen - Stahl an AluFlextra

In gewissen Fällen ist es notwendig, ein Hauptrohr aus Stahl zu verstärken, wenn an einen Abzweig mit AluFlextra abgezweigt wird mit einem Rohrstutzen oder einer Stahl/Alu Übergangskupplung, der/die direkt an das Stahlmediumrohr geschweißt wird. Die Kriterien ergeben sich aus einer Kombination der Höchsttemperatur und Dimension des Systems.

Höchsttemperatur	Verstärkungsring ist erforderlich, wenn:
Alle Temperaturen	Das Hauptrohr 1 Dimension größer als die Dimension des Übergangsstutzens ist
	Verstärkungsring ist erforderlich bei Axialspannung $\sigma > 150$ MPa im Hauptrohr, wenn:
$T \leq 80$ C°	Das Hauptrohr 1 oder 2 Dimensionen > die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T \leq 85$ C°	Das Hauptrohr 1, 2, 3 oder 4 Dimensionen > die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T > 85$ C°	Alle Dimensionen des Hauptrohres

Es wird vorausgesetzt, dass $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$.

Bitte beachten: Sind die Dimension des Hauptrohres und die des Übergangsstutzens die gleiche, wird die Verwendung vom Schweiß-T-Stück empfohlen.

AluFlextra TwinPipes

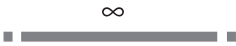
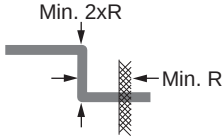
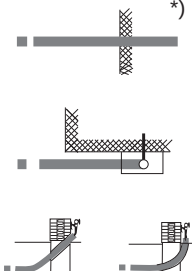
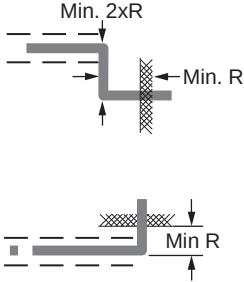
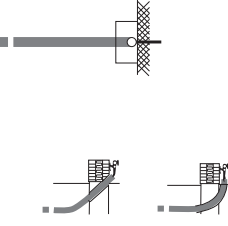
Beispiele für Montagekombinationen

Dehnung

Es ist ein flexibles Rohrsystem, das keine Sondermaßnahmen bei Erdverlegung erfordern. Es ist selbstkompensierend, und wegen der Eigenschaften des Mediumrohres ist es nicht erforderlich die Dehnung in erdverlegten Systemen zu berücksichtigen.

Beim Anschluss von AluFlextra TwinPipe an ein vorgedämmtes Stahlrohr ist zu sichern, dass nicht zu große Bewegungen vom Stahlrohr in das AluFlextra TwinPipe-System übertragen werden. Das wird dadurch gesichert, dass der Übergang vom Stahlrohr zu AluFlextra TwinPipe an einem Abzweig oder nach einem Bogen erfolgt. Erfolgt der Übergang direkt im Anschluss an eine Stahlrohrleitung, darf die Länge der Stahlrohrleitung vom nächsten Dehnungsbogen 2 m nicht übersteigen. Beim Abzweigen mit AluFlextra TwinPipe von einer Stahlrohrleitung ist zu sichern, dass Bewegungen in der Hauptleitung nicht in die Abzweigleitung übertragen werden. Nähere Einzelheiten hierüber, siehe untenstehende Abbildung.

Längen der Abzweigleitung und Einführung in Gebäuden

Abzweigpunkt	Abzweigleitung	Einführung in Gebäude
		Bewegung nicht erlaubt 
		Bewegung erlaubt *) 
		
		

*) Wird Beschlag unmittelbar innerhalb der Wand verwendet, ist Bewegung nicht erlaubt.

AluFlextra TwinPipes

Beispiele für Montagekombinationen

Die Hauptleitung

Hauptrohr mit Stahlmediumrohr	Abzweigrohr	

*) Den Abzweig mit einem 40 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

**) Den Abzweig mit einem 80 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

***) Bei Bewegungen in der Hauptleitung > 56 mm dürfen Abzweige mit FlexPipe nicht ausgeführt werden.

CuFlex TwinPipes

Übersicht

Einleitung	CuFlex TwinPipe ist ein komplettes flexibles Rohrsystem für Verteilungsleitungen und kleine Abzweigungen.
-------------------	---

Inhalt	Projektierungsrichtlinien Beispiele für Montagekombinationen
---------------	---

CuFlex TwinPipes

Projektierungsrichtlinien

Allgemein

Das Rohrsystem kommt den Forderungen in EN15632-2 an eine mindest Betriebslebensdauer von 30 Jahren bei folgenden Betriebsbedingungen: Kontinuierlicher Betrieb mit Heißwasser bei bis zu 120°C und in unterschiedlichen Zeitintervallen mit einer Spitzenlasttemperatur von bis zu 140 °C. Die Summe der unterschiedlichen Zeitintervalle dürfen im Durchschnitt nicht 300 Stunden pro Jahr übersteigen.
Max. Betriebsdruck: 16 bar.

Biegeradius

Bei Richtungsänderungen kann CuFlex vor Ort zum Mindestbiegeradius R gebogen werden.

Die Flexibilität von CuFlex hängt von der Temperatur des Rohres ab.

Bei Temperaturen unter 10°C ist das Mantelrohr vor dem Ausrollen oder Biegen mit einem Gasbrenner auf handwarm zu erwärmen.

Bei Verlegung kann Sicherung der Position der Rohre z.B. durch teilweises Einsanden erforderlich sein.

Mantelrohr ä. ø mm	Min. Biegeradius, R m
90	0.9
110	1.1

Abzweigen - Stahl an CuFlex

In gewissen Fällen ist es notwendig, ein Hauptrohr aus Stahl zu verstärken, wenn an einen Abzweig mit CuFlex abgezweigt wird mit einem Rohrstutzen oder einer Stahl/ Cu Übergangskupplung, die direkt an das Stahlmediumrohr geschweißt wird. Die Kriterien ergeben sich aus einer Kombination der Höchsttemperatur und Dimension des Systems.

Höchst- temperatur	Verstärkungsring ist erforderlich, wenn:
$T \leq 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Das Hauptrohr 1 Dimension größer als die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T \leq 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Das Hauptrohr 1 oder 2 Dimensionen größer als die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T \leq 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Das Hauptrohr 1, 2, 3 oder 2 Dimensionen größer als die Dimension des Übergangsstutzens ist
$T > 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Alle Dimensionen Hauptrohr

Es wird vorausgesetzt, dass $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$.

Bitte beachten: Sind die Dimension des Hauptrohres und die des Übergangsstutzens die gleiche, wird die Verwendung vom Schweiß-T-Stück empfohlen.

Beispiele für Montagekombinationen

Dehnung

CuFlex TwinPipe ist ein flexibles Rohrsystem, das keine Sondermaßnahmen bei Erdverlegung fordern.

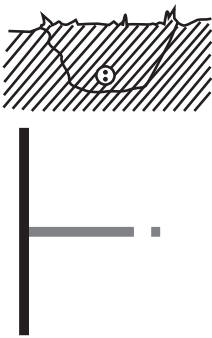
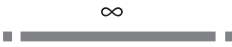
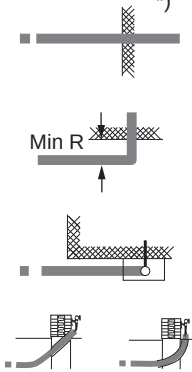
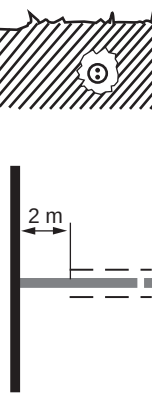
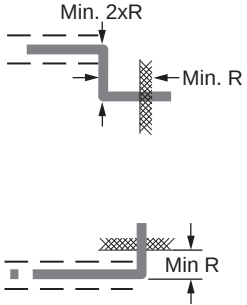
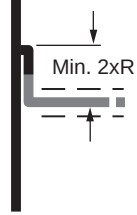
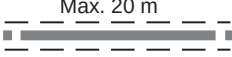
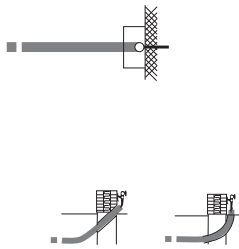
Das System ist selbstkompensierende und wegen der Eigenschaften des Mediumrohres ist es nicht erforderlich die Dehnung in erdverlegten Systemen zu berücksichtigen.

Beim Anschluss von CuFlex TwinPipe an ein vorgedämmtes Stahlrohr ist sicherzustellen, dass nicht zu große Bewegungen vom Stahlrohr in das CuFlex TwinPipe-System übertragen werden.

Das wird dadurch gesichert, dass der Übergang vom Stahl zu CuFlex TwinPipe an einem Abzweig oder nach einem Bogen erfolgt. Erfolgt der Übergang direkt im Anschluss an eine Stahlrohrleitung, darf die Länge der Stahlrohrleitung vom nächsten Dehnungsbogen 2 m nicht übersteigen.

Beim Abzweigen mit CuFlex TwinPipe von einer Stahlrohrleitung ist zu sichern, dass Bewegungen in der Hauptleitung nicht in die Abzweigleitung übertragen werden.

Längen der Abzweigleitung und Einführung in Gebäuden

Abzweigpunkt	Abzweigleitung	Einführung in Gebäude
		
		
		

*) Wird Beschlag unmittelbar innerhalb der Wand verwendet, ist Bewegung nicht erlaubt.

Beispiele für Montagekombinationen

Bewegungen in
der Hauptleitung

Hauptrohr mit Stahlmediumrohr	Abzweigrohr	

*) Den Abzweig mit einem 40 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

**) Den Abzweig mit einem 80 mm dicken und 1 m langen Dehnungspolster montieren.

***) Bei Bewegungen in der Hauptleitung > 56 mm dürfen Abzweige mit CuFlex nicht ausgeführt werden.

Einleitung

Dieser Abschnitt beschreibt das Know-how von LOGSTOR über Berechnung der Dämmwerte und des Wärmeverlustes von vorgedämmten Rohrsystemen.

Hier werden die Möglichkeiten des online Berechnungsprogramms "LOGSTOR Calculator" zur Berechnung folgender Werte beschrieben:

- Wärmeverlust unter Berücksichtigung der Alterung des PUR-Schaumes
- Wirtschaftlichkeit
- Emission (CO₂-Ausstoß)

Diese Berechnungen können wie folgt ausgeführt werden:

- Als Standardberechnungen nach EN 13941-1
- Als erweiterte Berechnungen, die den Einfluss der Temperatur auf die Lambda (λ)-Werte mit einbeziehen.

In Ergänzung zur Ausweisung der Berechnungsergebnisse kann das Programm die Ergebnisse und Unterschiede zwischen verschiedenen Rohrsystemen als Graphiken anzeigen. Das erweiterte Modell kann auch graphische Bilder der Isothermen in den Rohren und um die Rohre herum zeigen.

Die Werte des Wärmeverlustes können auch in die Analyse der Lebensdauerkosten mit einbezogen werden.

LOGSTORs Total Cost of Ownership (TCO) Tool kann als Richtschnur für die Wahl des optimalsten, vorgedämmten Rohrsystems dienen. Die Berechnung umfasst Investitionskosten für vorgedämmte Materialien, Tiefbauarbeiten, Montage sowie Betriebskosten für Wärmeverlust und CO₂-Steuer.

Die Berechnung berücksichtigt somit die Kosten von CAPEX; Rohrmaterialien, Tiefbauarbeiten und Rohrmontage sowie von OPEX; Energieverlust, Investition und CO₂-Steuer. Für die Berechnung des Energieverlustes werden Dämmwerte und Wärmeverlust in den vorgedämmten Rohren angewandt.

Inhalt

Allgemein
Berechnungen

Wärmeverlust Allgemein

Wärmeverlust- berechnung

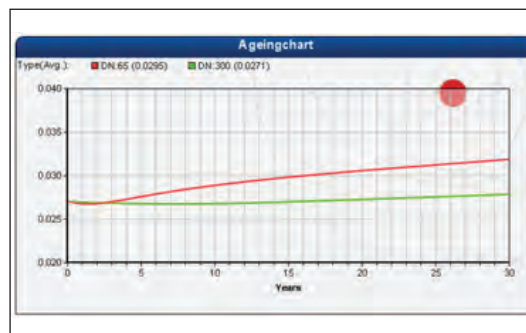
Zur Berechnung des Wärmeverlustes der verschiedenen Rohrsysteme hat LOGSTOR das online Berechnungsprogramm "LOGSTOR Calculator" entwickelt.

Dieses Programm ermöglicht die Berechnung des Wärmeverlustes von allen Rohrprodukten des Standardproduktprogramms von LOGSTOR für Fernwärme.

Mit diesem Programm ist es auch möglich, Parameter, die den Wärmeverlust beeinflussen, zu justieren, um das genaueste Ergebnis zu erzielen.

Jede Kombination von Rohrtypen und Dimensionen hat ihren eigenen Alterungsverlauf abhängig von der Dicke der Dämmung und der Ummantelung, und davon, ob das Rohr traditionell oder kontinuierlich (Konti) und ob es mit oder ohne Diffusionssperre produziert ist.

Unter Berücksichtigung dieser Parameter kann LOGSTOR Calculator die Alterungskurve eines spezifischen Rohres angeben.



LOGSTOR Calculator enthält zwei Berechnungsmethoden:

- Standard nach EN 13941-1
- Erweitert



Standard- berechnung nach EN 13941

Die Berechnung des Wärmeverlustes nach EN 13941-1 erfolgt auf der Formelgrundlage und den Prinzipien der Norm.

In den Wärmeverlustberechnungen wird ein Koeffizient der Wärmeleitfähigkeit, λ_{50} , für den PUR-Schaum verwendet. Das ist der standardisierte Test- λ -Wert bei einer Temperatur von 50°C im Schaum.

Darüber hinaus wird die Änderung im λ -Wert des PUR-Schaums über die Zeit berechnet.

So lässt sich der Wärmeverlust aller Rohrtypen der LOGSTOR Standard-Produktpalette - ohne Diffusionssperre sowie kontinuierlich hergestellte Rohre mit Diffusionssperre - berechnen.

Was die Produktionsverfahren betrifft, siehe den Produktkatalog den Abschnitt: "Das KMR-System Einzelrohre: Materialspezifikation".

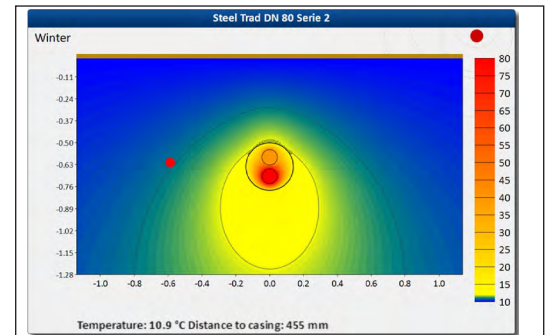
Abhängig vom Rohrsystem wird der Wärmeverlust mit und ohne Alterung über den gewählten Zeitraum mit entsprechenden Werten der Wirtschaftlichkeit und Emission berechnet.

Wärmeverlust Berechnungen

Erweiterte Berechnung

Bei der erweiterten Berechnungsmethode wird außer der Alterung des PUR-Schaumes infolge Diffusion auch der Einfluss der Temperaturänderungen innerhalb der Dämmung auf den λ -Wert berücksichtigt. Diese Variablen sind in der erweiterten Berechnungsmethode mit einbezogen, was zu einer präziser Wärmeverlustberechnung führt. Die Methode basiert auf die Formeln und Prinzipien in Petter Wallenténs Bericht "Steady-state heat loss from insulated pipes".

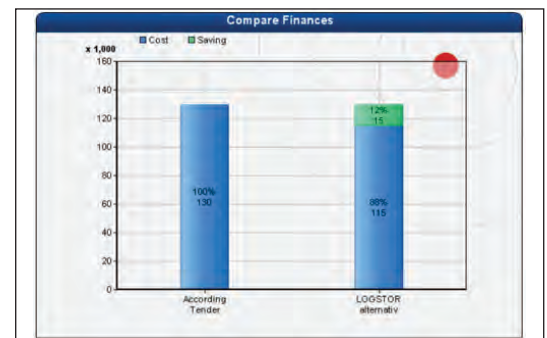
Diese Methode gibt auch ein graphisches Bild (Isotherme) vom Einfluss der Temperatur auf den umgebenden Boden und die Rohre und gibt die Oberflächentemperatur des Mantelrohres an.



Wirtschaftlich- keitsberechnung

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, die auf dem Kalkulationszins und den Energiepreisen basiert, kann mit dem LOGSTOR Calculator ausgeführt werden. Das Ergebnis ist der Gegenwartswert des Wärmeverlustes, basiert auf den gewählten Zeitraum. Diese Funktion erleichtert die Beurteilung davon, welcher Rohrtyp am profitabelsten ist. Die Zeitspanne für die Wirtschaftlichkeitsberechnung kann zu 1-30 Jahren gesetzt werden.

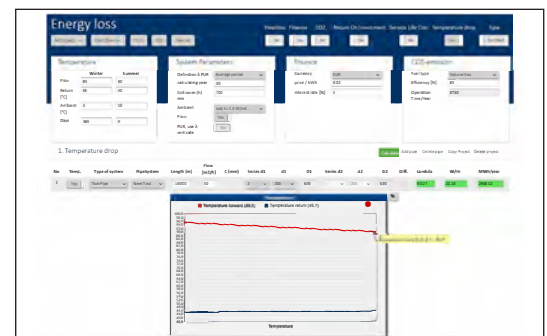
Um eine Wirtschaftlichkeitsberechnung auszuführen, ist ein Energiepreis je kWh und zur Berücksichtigung der Kosten ein Zinssatz anzugeben. Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsberechnung ist für eine direkte Beurteilung der gesamten Lebensdauerkosten maßgeschneidert.



Rendite (ROI)

Beim Vergleich von 2 Projekten ist es möglich aufgrund des unterschiedlichen Energieverlustes die einfache Amortisationsdauer zu berechnen.

Die Berechnung setzt voraus, dass der Energiepreis in kWh und der Kostenunterschied zwischen den 2 Projekten bekannt sind. Zu den Kosten gehören Material- und Montagekosten. Sind die jährlichen Betriebskosten auch unterschiedlich, können sie eingegeben werden. Danach wird die einfache Amortisationsdauer berechnet, d.h. wieviele Jahre es dauert, bis die 2 Systeme balanzieren.

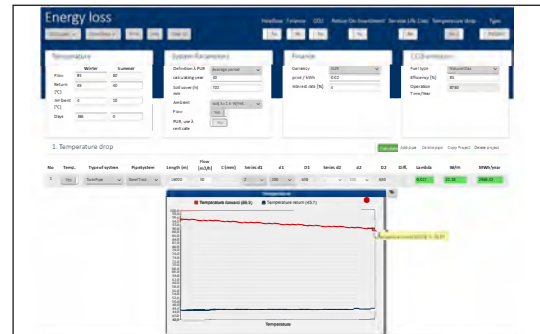


Wärmeverlust Berechnungen

Temperaturabfall

Es ist möglich für eine gegebene Rohrleitung mit einer gegebenen Strömung - entweder in m^3/h oder als Leistung in kW - den Temperaturabfall zu berechnen.

Die Berechnungen basieren auf die Strömung, die Temperatur der Umgebung und den λ -Wert des Erdbodens.

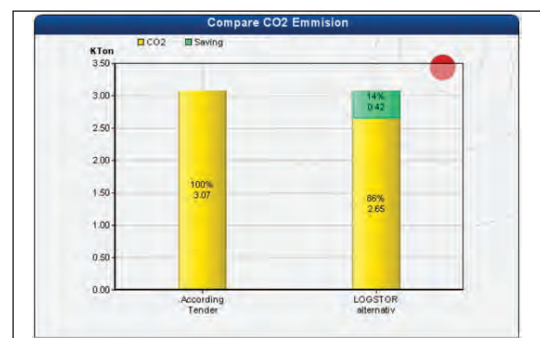


Emission

Zum Ausgleich der Wärmeverluste in den verschiedenen Rohrsystemen wird Energie verbraucht. Mit dem LOGSTOR Calculator lässt sich die Emission errechnen, die bei der Erzeugung dieser notwendigen Energie anfällt.

Das Ergebnis kann für ein Jahr oder als Summe einer gewählten Zeitspanne dargestellt werden.

Die Berechnung berücksichtigt den eingesetzten Brennstofftyp und die Effizienz der Wärmeerzeugungsanlage.



Lebensdauer- kosten

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Rohrsysteme werden die Lebensdauerkosten errechnet. Diese Berechnung umfasst alle Investitionen in das Rohrsystem, die Verlege- und Montagekosten, sowie die Betriebskosten während der gesamten Lebensdauer.

Die Lebensdauer wird mit 30 Jahren angesetzt, obwohl die Rohrsysteme oft viel länger in Betrieb sein können.

Die Betriebskosten werden in Gegenwartswert berechnet, d.h. die Geldsumme, die heute in der Bank zu deponieren wäre, um die gesamten Betriebskosten während der Lebensdauer abzudecken. Die Kosten bedingt durch Wärmeverlust sind Teil der Betriebskosten und können mit dem LOGSTOR Calculator berechnet werden.

Der Wert des Wärmeverlustes während der Lebensdauer kann mit den gewählten Voraussetzungen direkt mit dem LOGSTOR Calculator berechnet und in die Beurteilungsgrundlage für die Wahl vom Rohrsystem und der Rentabilität des Projektes mit einbezogen werden.

Verweise

Das Calculator-Programm

<http://calc.logstor.com>.

Produktkatalog

Das KMR-System Einzelrohre: Materialspezifikation

Rohrdimensionierung

Übersicht

Einleitung

Rohrdimensionierungen können mit dem LOGSTOR Online-Berechnungsprogramm Calculator durchgeführt werden.

Mit diesem Programm lassen sich Rohrleitungen, die Teil eines der Rohrsysteme aus LOGSTORs Standardproduktprogramm sind, dimensionieren.

Das Programm eignet sich besonders gut für die Dimensionierung von einigen wenigen Abschnitten oder Abzweigungen.

Der Druckverlust in einer gegebenen Rohrleitung lässt sich auch berechnen.

In einem Rohrsystem mit vielen Abzweigen sind die kritischen Strecken und der Differenzdruck unter Berücksichtigung von Parametern wie Höhenunterschiede, Einzelwiderstände usw. zu berechnen.

Das Programm berücksichtigt diese Parameter nicht, daher wird empfohlen, das Programm nur als ergänzendes Werkzeug zur Rohrdimensionierung zu verwenden.

Die Dimensionierung und Druckverlustberechnung basieren auf der Formelgrundlage und den Prinzipien von Colebrook & White.

Inhalt

Allgemein

Rohrdimensionierung

Allgemein

Grundparameter

Zur Rohrdimensionierung sind folgende Eingangsdaten erforderlich:

- Menge der von der Rohrleitung zu liefernden Energie
- Der tatsächliche Temperaturunterschied
- Der zulässige Druckverlust

Zugrunde gelegt wird, dass eine Abkühlung vom Vorlauf zum Rücklauf stattfindet.

Die Forderungen zur Kühlung und Energieversorgung bestimmen die Wasserströmung in kg/sek.

Die erforderliche Energieversorgung eines Haushaltes wird unter Berücksichtigung folgender Parameter festgelegt: Raumheizung, Brauchwassererwärmung und ob Wärmeaustauscher oder Heißwasserbehälter installiert sind oder nicht.

Die Energieversorgung einer Verteilerleitung wird durch Addition des Verbrauches der Einzelhaushalte, multipliziert mit einer Gleichzeitigkeitsfaktor festgelegt.

Hinzukommt der Wärmeverlust an die Umgebungen:

$$P = \sum (q \cdot S) + \phi$$

P = Gesamte Energieversorgung, W

q = Energieversorgung je Haushalt, W

S = Gleichzeitigkeitsfaktor i %

ϕ = Wärmeverlust des Rohres, W

Gleichzeitigkeitsfaktoren

Folgende Gleichzeitigkeitsfaktoren werden normalerweise zur Bestimmung des Energiebedarfes eines Einfamilienhauses verwendet, aber örtliche Erfahrungen oder Regeln können/müssen auch berücksichtigt werden:

Heizung:
$$s = 0.62 + \frac{0.38}{n}$$

Warmes Brauchwasser:
$$s_{\Delta} = \frac{1.0 \cdot n^{-0.5} \cdot (51 - n)}{50}$$

n = Anzahl von Häusern

Bei > 50 Häusern ist der Faktor s_{Δ} für warmes Brauchwasser = 0

Druckverlust

Der Druckverlust in geraden Rohrstrecken werden nach folgender Formel berechnet: $\Delta P = \frac{1}{2} \cdot P \cdot C^2 \cdot \zeta$

Dabei ist:

P = Dichte des Wassers

C = Durchschnittsgeschwindigkeit des Wassers über den Querschnitt [m/s]

ζ = Druckverlustkoeffizient für gerade Rohre

Bei der Berechnung der Druckverlustkoeffizient werden abhängig vom Mediumrohrmaterial folgende Rauheiten verwendet

Mediumrohrmaterial	Rauheit, k mm
Stahl	0,1
PEX	0,01
Mehrschichtig (Alu)	0,01
Cu	0,01
PE-RT	0,01

Rohrdimensionierung

Allgemein

Grenzwerte

LOGSTOR empfiehlt folgende
Höchstgeschwindigkeiten zur
Vermeidung von:

- Eventuellem Lärm
- Erosionsgefahr in Transportleitungen.

Rohrtyp	Höchstgeschwindigkeit m/s
Transportleitung	3,5
Hauptrohr	2,5
Abzweigrohr	1,0

Die Mindestgeschwindigkeit wird unter Berücksichtigung der Vorlauftemperatur des am entferntesten liegenden Verbrauchers und des Differenzdruckes in der Rohrleitung festgelegt.

Verweise

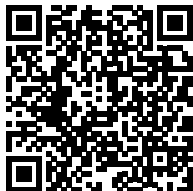
Das Berechnungsprogramm "Calculator" <http://calc.logstor.com>.

Contact details

Denmark

LOGSTOR Denmark Holding ApS
Danmarksvej 11 | DK-9670 Løgstør

T: +45 99 66 10 00
E: logstor@kingspan.com



Für Informationen zum Produktangebot in anderen Märkten wenden Sie sich bitte an Ihren lokalen Vertrieb oder besuchen Sie uns unter www.logstor.com.

Es wurde sorgsam auf die Richtigkeit der Angaben in dieser Publikation geachtet. Dennoch übernehmen Kingspan Limited und seine Tochtergesellschaften keinerlei Haftung für Fehler oder Informationen, die sich als irreführend erweisen. Vorschläge oder Beschreibungen im Hinblick auf die letztendliche Nutzung oder Anwendung von Produkten oder Arbeitsverfahren dienen lediglich zur Information. Kingspan Limited und seine Tochtergesellschaften übernehmen diesbezüglich keinerlei Haftung.

Um sicherzustellen, dass Ihnen die neuesten und präzisesten Produktinformationen angezeigt werden, scannen Sie bitte den QR-Code direkt über diesem Abschnitt.

