



Allgemeiner technischer Katalog

INHALTVERZEICHNIS

Allgemein			
03	Ecoline: Die Geschichte		
04	Unsere Standorte		
05	Qualität und Zertifizierungen		
06	Support und Servicedienstleistungen		
SYSTEM ECOTHERM			
08	Ecotherm System		
09	Einsatzbereiche für das System Ecotherm		
10	Fernwärme		
11	Rohreigenschaften		
16	Eigenschaften der Bogenrohre		
17	Eigenschaften Bogen		
20	Eigenschaften von Eigenschaften T-Stücke		
21	T-Stücke 45°, parallele und gerade T-Stücke		
22	Tabellen: T-Stücke 45°		
28	Tabellen Parallele T-Stücke		
34	Tabellen: Gerade T-Stücke		
40	Armaturen		
42	Armaturen mit 1 Entlüftungseinheit		
43	Armaturen mit 2 Entlüftungseinheiten		
44	Gerade T-Stücke für Entlüftungen/Entleerungen		
48	Vorisolierte Reduktionen		
52	Formstücke Bauseits		
53	Einmalkompensator		
54	Festpunkte		
57	Muffen		
65	Endmuffen		
68	Muffen Dämmung		
72	Zubehör		
75	Überwachungssystem		
FERNWÄRMENETZ VERBUNDSYSTEM			
Planung			
Einleitung			
Mechanische Dimensionierung			
79	1. Vorbemerkung	118	7.1 Kompensationen durch Verwendung von L, Z und U Bogen
82	2. Reibungskräfte	119	7.2 Bogen mit Winkelgrad zwischen 80° und 90° L förmige Kompensationselemente
84	3. Größte Beanspruchung in der Rohrleitung, natürlicher Festpunkt und Haftbereich	126	7.3 Z förmige Kompensationselemente
91	4. Berechnung der maximalen zulässigen Beanspruchung	129	7.4 U Kompensation
93	5. Verlegemethode	131	7.5 Bogen mit Winkelgrad im Bereich 5°-80°
93	5.1 Kaltverlegung	133	7.6 Verlegung durch Ausnutzung der elastischen Biegung
96	5.2 Natürliche Kompensation	135	7.7 Netzanschlüsse und Versorgungsanschlüsse
102	5.3 Vorwärmung	139	7.8 Reduzierstücke
104	5.4 Vorspannung	VERLEGEVERFAHREN UND INSTALLATION	
104	5.4.1 Vorspannung mit Einmalkompensatoren	140	1. Vorbemerkung
104	5.4.2 Elektrische Vorspannung	140	2. Hydraulische Dimensionierung
105	5.4.3 Mechanische Auswirkungen der Vorspannung (elektrisch oder mit heißem Wasser)	148	3. Wärmeverluste in einem Fernwärmenetz
112	5.5 Vergleich zwischen den möglichen Verlegetechniken	VERLEGUNG UND INSTALLATION	
113	6. Ausdehnung an den Rohrenden	156	1. Einleitung
118	7. Dimensionierung und Ausdehnung	157	2. Vorbereitungsarbeiten zur Erdverlegung
		157	2.1 Entladung und Handhabung
		159	2.2 Lagerung
		162	2.3 Besondere Anweisungen für den Winter
		163	2.4 Prüfung der Vorarbeiten zur Verlegung der vorisolierten Komponenten
		163	3. Rohrgraben
		163	3.1 Vorbemerkungen
		164	3.2 Aushub des Rohrgrabens
		166	4. Vorbereitung der Formteile im Rohrgraben
		167	4.1 Kürzen der Rohrleitungen und Vorbereitung der Verbindungen
		169	4.2 Auslegung im Rohrgraben
		169	4.3 Oberirdische Auslegung
		170	4.4 Auslegung am Ende der Rohrleitung
		170	4.5 Verlegung durch Ausnutzung der elastischen Biegung
		172	4.6 Verfüllung des Rohrgrabens
		173	5. Schweißen
		174	6. Muffen
		175	7 Installation spezifischer Bestandteile des Netzes
		175	7.1 "Einmal" Kompensator
		177	7.2 7.2 Auslegung der Dehnungspolster
		180	7.3 Verlegung von Trennungsarmaturen und Entlüftungen
		181	8. Überwachungssystem
		181	8.1 Vorwort
		183	8.2 Das Überwachungssystem für Fernwärmenetze
		183	8.3 Drahtverbindung im Muffenbereich
		185	8.4 Prüfung des Überwachungssystems
		187	8.5 Überwachungssysteme
		188	Doppeldichtes system
		192	Vernetzte PE Muffe
		197	Vernetztes System mit Achteckmuffe
		206	Elektroschweissmuffe
		214	Drahtausführungen

ALLGEMEIN ECOLINE: DIE GESCHICHTE

1980 begann **ECOLINE**, werkseitig vorisolierte Rohrleitungen herzustellen und ist inzwischen zu einem der erfahrensten Produzenten europaweit geworden.

Unseren Kunden bieten wir seit fast vierzig Jahren die höchste Zuverlässigkeit und Kompetenz, die unsere Geschichte von Anfang an geprägt haben.

Die Unternehmensinhaber geben den neuen Generationen die gleichen Grundsätze weiter, die schon seit Gründung der Gesellschaft die Grundsteine für die Geschäftsentwicklung waren. Die Arbeit der Mitarbeiter wird getragen von dem Wunsch, den gestellten Kundenerwartungen gerecht zu werden und sich das entgegengebrachte Vertrauen immer wieder neu zu

erarbeiten. Höchster Wert wird auf kurze Lieferzeiten und innovative flexible Lösungen gelegt. Mit der Zahl der neu entstehenden Versorgungsnetze wachsen auch die Anforderungen an ein flexibles, leistungsfähiges Nah- und Fernwärmesystem.

Wir vertrauen auch auf ein erfahrenes und kompetentes technisches Team, das geeignete Projektlösungen für jedes Problem bereitstellen kann. Es steht ein umfangreiches Lager zur Verfügung. Qualifizierte Mitarbeiter können Teile in kürzester Zeit nach Maß herstellen. Unsere Techniker bemühen sich stets um individuelle Projektlösungen. Vor allem garantieren wir unseren Kunden kompetente Ansprechpartner in Technik und Vertrieb.



ALLGEMEIN: UNSERE STANDORTE

Unser Standort in Vescovato, in der Provinz Cremona, 100 km von Mailand entfernt, erstreckt sich auf einer Fläche von über 60.000 Quadratmetern (10.000 davon bebaut). Auf diesem Gelände werden alle Zubehörteile hergestellt, die für die Ausführung von Fernwärmenetzen zum Einsatz kommen. Jährlich werden mehr als 300.000 Meter Rohrleitung und 50.000 Zubehörteile produziert. Im neuen Standort in Casalromano, in der

Provinz Mantua, ebenfalls etwa 100 km von Mailand entfernt, werden auf einer Fläche von 50.000 Quadratmetern, 5.000 davon bebaut, flexible vorisolierte PE, PEX, INOX Rohre hergestellt, die in Rollen, sowohl in UNO als auch in DUO geliefert werden.

Die Fertigungsanlagen erfüllen die modernsten Standards, um unseren Kunden hervorragende Leistungen garantieren zu können.



Die Fertigungsanlagen **ECOLINE** und **ECOTECH** mit den jeweiligen Lagern

ALLGEMEIN: QUALITÄT UND ZERTIFIZIERUNGEN

Im Laufe von über vierzig Jahren sind so hohe Qualitätsstandards erreicht worden, dass sämtliche von uns hergestellten Produkte den europäischen Vorschriften EN 253/448/488/489 entsprechen. In den letzten Jahren kamen hinzu:

- Die EN 13941 Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze;
- Die EN 14419 Fernwärmerohre – Werkmäßig gedämmte Verbund-Mantelrohrsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze – Überwachungssysteme.

Die TÜV-Bestätigung ist die Anerkennung unseres ständigen Einsatzes, hohe Qualität zu gewährleisten. Die Herstellung aller Materialien, die Prüfungen der Anlagen und die Betreuung auf der Baustelle entsprechen der Norm ISO 9001 (Qualitätssystem). Die Produkte, die an dem **ECOLINE** Standort von Vescovato (CR) produziert werden, bekamen im Januar 2012 die DET NORSKE VERITAS-Zertifizierung, die die Übereinstimmung der Produkte mit den Richtlinien EHP/001 von EUROHEAT & POWER bestätigt. Im Juni 2012 erlangten sie ebenso die Konformität des Umweltmanagementsystems gemäß der Richtlinie UNI EN ISO 14001.



SUPPORT UND SERVICEDIENSTLEISTUNGEN



ECOLINE kann die statischen Berechnungen und die Auslegung der vorisolierten erdverlegten Rohrleitungsnetze entsprechend der EN 13491 durchführen. Diese Berechnungen werden mit der speziellen Software sisKMR (immer in der aktuellsten verfügbaren Version) und von einem technischen Team mit nachgewiesener Erfahrung durchgeführt. Weitere Servicedienstleistungen, die unser Team bieten kann, sind:

- Projektprüfung des Netzes;
- Berechnung der Materialien;
- Ausbildung des Personals, das die Verlegung und die Nachdämmung der Verbindungsstellen durchführt;
- Ausbildung des Personals des Auftraggebers,

- der die Verlegung der Rohrleitungen überwacht;
- Ständige Projekt-Betreuung im Falle einer Trassenänderung;
- Prüfung der statischen Berechnungen nach den thermischen Ausdehnungskoeffizienten;
- Planung des Überwachungssystems;
- Lieferung der Gebrauchsanweisungen für die Installation;
- Lieferung der detaillierten Verlegepläne.

Das Unternehmen **ECOLINE** gewinnt, heute wie vor vierzig Jahren, die Loyalität seiner Kunden durch eine ganze Reihe von Servicedienstleistungen. Zu diesen gehören z.B. ein umfangreiches Lager, in dem für die Kunden alle Teile von DN 20 bis DN 500 vorrätig sind. (Für höhere DN können wir über vorrätige Rohstoffe bei unseren Lieferanten verfügen). Heute, wie vor vierzig Jahren, kann eine genaue Auflistung der zu bestellenden Materialien meist erst genau festgelegt werden, nachdem der Rohrgraben ausgehoben worden ist. Das ist einer der wichtigsten Vorteile, den wir bieten: wir können schnell auf solche Notfälle reagieren und EUROHEAT AND POWER zertifizierte Produkte liefern. Bei der Anfertigung der Bestandteile und bei der Ausführung der Wärmenetze ist auf ungeeignete und unzulässige Produkte zu verzichten.



ECOTHERM® SYSTEM



ECOTHERM® SYSTEM

Das System **Ecotherm®** besteht aus den Rohrleitungen, Formstücken und Zubehöerteilen zur Ausführung von Fernwärme- bzw. Fernkühlungsnetzen. **ECOLINE** stellt vorisolierte Rohrleitungen her, die Flüssigkeiten mit Temperaturen zwischen -200°C und +300°C transportieren können. Vorisolierte Rohrleitungen für Fernwärme und -kälte werden für Temperaturen zwischen 0° C und 140°C eingesetzt. Als Medium für den Wärmetransport wird meistens kaltes, heißes oder aufgeheiztes Wasser verwendet. Bei geringem Druck kann ebenso Dampf zum Einsatz kommen. Außerdem sind

Rohrleitungen auch für den Transport anderer Flüssigkeiten geeignet. Ihre Isolierung besteht aus Polyurethanschaum mit hochwertigen Eigenschaften. Erhältlich sind die Rohrleitungen in starren oder flexiblen Ausführungen. Das am meisten verwendete Material für die Mediumrohre ist Kohlenstoffstahl. In den unten stehenden Tabellen sind die Eigenschaften und die Anwendungsbereiche und -Grenzen der Rohre aufgeführt. Auf Anfrage können wir andere Mediumrohre liefern: nahtlose Stahlrohre, Stahl höherer Qualität, Edelstahl, verzinkter Stahl, Pex, Kupfer usw.

MEDIUMROHR

Geschweißter Stahl nach UNI EN 10217 mit mindester Streckgrenze von 235N/mm². Alle Stahlrohre werden während des Produktionsverfahrens auf Wasserdichtheit hydraulisch (oder mit anderen Alternativsystemen) geprüft. Auf Anfrage können Stahlrohre mit anderen Eigenschaften geliefert werden.

ISOLIERUNG

Polyurethan-Hartschaum nach Norm EN 253. Wärmeleitfähigkeit ist $\leq 0,027 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei einer durchschnittlichen Temperatur von 50°C.
Dichte: $\geq 60 \text{ Kg/m}^3$
PUR Kompression: $\geq 0,3 \text{ MPa}$

MANTELROHR

Polyethylen hoher Dichte nach EN 253 (EINZELBLOCK).

ÜBERWACHUNGSSYSTEM

In der Dämmung sind zwei 1,5 mmq starke Kupferdrähte (einmal blank, einmal verzinkt) eingeschäumt, die zur Ermittlung von möglichen Leckagen dienen. Auf Anfrage können die Rohrleitungen mit dem Überwachungssystem "Brandes" versehen werden.

VERBUNDMANTELOHRE

Verbundmantelrohre sind in Längen von 6 Metern für die Durchmesser von DN 20 bis zu DN 150 (inkl.) erhältlich und in Längen von 12 Metern ab DN 25 (inkl.) lieferbar. Die Länge der freien Rohrenden beträgt mindestens 150/200mm. Der Einsatz von Verbundmantelrohresystemen ist mit einer Betriebstemperatur von 155°C begrenzt. Bei höheren Temperaturen können wir andere Systeme anbieten, welche Betriebstemperaturen bis zu 300°C ermöglichen.



EINSATZBEREICHE FÜR DAS SYSTEM ECOTHERM®



HEIZUNG



KÜHLUNG



GEOOTHERMIE



TRINKWASSER



BRANDSCHUTZ



KLIMATISIERUNG



GEWÄCHSHÄUSER



WELLNESS



VERARBEITUNGSANLAGEN



DAMPFTRANSPORT

FERNWÄRME

Fernwärme ist die Bezeichnung für die Versorgung von thermischer Energie, die in einem oder mehreren Wärmekraftwerken erzeugt wird.

Ein Fernwärmesystem besteht daher aus drei wesentlichen Phasen:

1. **Wärmeerzeugung;**
2. **Wärmetransport;**
3. **Wärmeverbrauch.**

Die im Kraftwerk erzeugte Wärme wird über einen flüssigen Vektor (Flüssigkeit) zu passenden Wärmetauschern geleitet. Durch ein erdverlegtes Rohrsystem (Druckleitung oder Vorlauf genannt) wird die von der Wärmequelle erzeugte Wärme zu den Wärmetauschern in den Gebäuden geliefert, wo sie bei der Warmwasseraufbereitung und Heizung zum Einsatz kommt. Die abgekühlte Flüssigkeit wird von den Wärmetauschern zurück zur Wärmequelle (als Rücklauf bezeichnet) geleitet, wo sie erneut erwärmt und in das Leitungssystem wieder zugeführt wird.

Die Wärmeerzeugung in einem Fernwärmenetz kann in zahlreichen Arten erfolgen, indem unterschiedliche Wärmequellen genutzt werden. Laut der neuen Richtlinie 27/2012 über Energieeinsparung liegt einer der größten Vorteile der Fernwärme auf der Hand: dadurch ist es möglich, die von anderen Wärmequellen erzeugte überschüssige Wärme zur Versorgung von Gebäuden mit Heizung und Warmwasser auszunutzen. Die thermische Energie eines Fernwärmenetzes kann z.B. von folgenden Quellen geliefert werden:

- **Thermische Verarbeitung von Müll;**
- **Kraftwärmekopplung (gleichzeitige Lieferung von Strom und Wärme);**
- **Fossile und biofossile Brennstoffe;**
- **Industrieprozesse;**

Darüber hinaus können in Fernwärmenetzen zahlreiche wiederverwendbare Energiequellen eingesetzt werden wie:

- **Biomasse;**
- **Geothermische Energie bei hoher und niedriger Enthalpie (über Wärmepumpe);**
- **Solarthermische Energie.**

Fernwärmenetze können verschiedene vor Ort liegende Wärmequellen nutzen, die zusammen integriert werden können. Fernwärmesysteme sind daher eine umweltfreundliche und kosteneffiziente Lösung, Städte mit Heizung und Warmwasser zu versorgen.

ECOLINE beschäftigt sich mit der Phase des Wärmetransports zum Abnehmer und mit der dazu notwendigen Ausrüstung. Wie im Abschnitt über die Produkte erklärt, sind unsere Rohrleitungen nach dem Verbundsystem "Bonded" hergestellt. Im Detail handelt es sich um vorisolierte Rohrleitungen, die aus folgenden Teilen bestehen:

- **Mediumrohr:** das Rohr, durch das die Flüssigkeit fließt;
- **Mantelrohr:** das Rohr, in dem das Mediumrohr mittig angeordnet ist.
- **Wärmedämmung:** über einen Polyurethan-Hartschaum, der zwischen dem Mantelrohr und dem Mediumrohr werkmäßig eingebracht wird.

ROHREIGENSCHAFTEN

PRODUKTIONSVERFAHREN VON VORISOLIERTEN ROHREN

ECOLINE stellt vorisolierte Rohre gemäß der Richtlinie EN 253 her. Der Polyurethan- Schaum, der die Endisolierung darstellt, wird in den Zwischenraum zwischen dem Stahlrohr und dem äußeren, aus hochdichtem Polyethylen bestehenden, Mantel eingebracht.

HAUPTEIGENSCHAFTEN DER VERWENDETEN MATERIALIEN

Mediumrohr

- Geschweißtes Stahlrohr nach der Norm 10217 - 1,2,3 oder 5;
- Stahlklasse = P235GH, P355NH (P235TR1 und P235TR2 bis zu DN50);
- Streckgrenze bei Raumtemperatur
min. 235 N/mm² (P235)
min. 355 N/mm² (P355)
- Bruchbelastung bei Raumtemperatur
360÷500 N/mm² (P235)
490÷650 N/mm² (P355)
- Bruchdehnung
23-25% (P235);
20-22% (P355);
- Schweißfaktor = 1;
- Verfügbare Dokumentation nach der EN 10204 3.1;
- Abgefaste Enden nach der UNI ISO 6761;
- Stahlkugelgestrahlte Außenfläche

Dämmung

- Polyurethan getriebener Hartschaum nach der EN 253;
- CCOT: 160 °C für 30 Jahre;
- Treibmittel = Cyclopentan;
- Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,027 \text{ W/mK}$ (bei 50°C);
- Druckbelastbarkeit $\geq 0,3 \text{ MPa}$.

Überwachungsdrähte¹

- Vorbereitung für ein Netzüberwachungssystem. Das Netzüberwachungssystem besteht aus zwei 1,5 mm² starken Kupferdrähte (einmal blank, einmal verzinkt), die auf der Position 11 Uhr 05 in der Dämmung, ca. 15 mm vom Mediumrohr entfernt, angebracht sind;
- System gemäß EN 14419.

Außenmantel

- Aus hochdichtem Polyethylen nach der EN253;
- Mindestqualität ist PE80 nach ISO 12162;
- MFI Änderungen $\leq 0,5 \text{ g/10 m}$;
- Corona behandelt auf der Innenfläche ("Corona Treatment").

Verbundmantelrohr

- Vorisoliertes Rohr nach der EN253, erhältlich in Längen von 6 Metern für die Durchmesser bis zu DN 150 und in Längen von 12 Metern für DN25;
- Die Länge der freien Rohrenden beträgt mindestens:
 - 150/200 (+/-20) mm, bis zu DN 200/315;
 - 200 (+/-20) mm für Größere DN.
- Höchste Betriebstemperatur = 155 °C.

¹ Für Alternativsysteme bitten wir Sie darum, sich mit unserem Fachpersonal der technischen Abteilung in Verbindung zu setzen

KENNZEICHNUNG DER MATERIALIEN

MATERIALKENNZEICHNUNG

Sämtliche vorisolierte Rohre sind durch einen Rohraufkleber mit entsprechendem Barcode gekennzeichnet.

ECOLINE

PIPE **Number: P08893 – Q**

Carrier Pipe: EN10217 – 2 / P235GH Welded

Insulation: Series 1 Wires: Nordic

Diameter steel pipe: 88,9 mm Wt: 3,2mm

Diameter casing: 160 mm

Lenght steel pipe: 6 m

Foam: PUR/CP Reference: EN 253

www.ecoline.it – Tel. +39 (030) 96 15 62 – FAX +39 (030) 96 15 99



P08893-Q



P08893-Q



P08893-Q



**EUROHEAT
& POWER**
GUIDELINES EMP/DG1
CERTIFICATE 06 / 01

NETZELEMENTE: GERADE ROHRE



KENNZEICHNUNG DER MATERIALIEN

SERIE 1

Stahlrohr			PEHD Rohr	Gewicht des fertigen Rohres	Flüssiger Inhalt	Gewicht des vollen Rohres	Erhältliche Längen	
DN	De [mm]	Sp. [mm]	D [mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]	L=6 m.	L=12 m.
20	26,9	2,0	90	2,5	0,4	2,9	x	
25	33,7	2,3	90	3,0	0,7	3,7	x	x
32	42,4	2,6	110	4,1	1,1	5,2	x	x
40	48,3	2,6	110	4,5	1,5	6,0	x	x
50	60,3	2,9	125	6,0	2,4	8,4	x	x
65	76,1	2,9	140	8,0	3,9	11,8	x	x
80	88,9	3,2	160	10,0	5,5	15,4	x	x
100	114,3	3,6	200	13,0	9,0	21,8	x	x
125	139,7	3,6	225	17,0	14,0	30,7	x	x
150	168,3	4,0	250	21,0	20,0	40,6	x	x
200	219,1	4,5	315	31,0	34,7	65,0		x
250	273,0	5,0	400	44,0	54,4	97,3		x
300	323,9	5,6	450	57,0	77,0	132,5		x
350	355,6	5,6	500	64,0	93,2	155,4		x
400	406,4	6,3	560	81,0	122,0	200,6		x
450	457,0	6,3	630	94,0	155,3	246,3		x
500	508,0	6,3	710	108,0	193,0	297,3		x
600	610,0	7,1	800	140,0	278,5	413,1		x
700	711,0	8,0	900	180,0	380,0	552,6		x
800	813,0	8,8	1000	222,0	497,0	709,4		x

KENNZEICHNUNG DER MATERIALIEN

SERIE 2

Stahlrohr			PEHD Rohr	Gewicht des fertigen Rohres	Flüssiger Inhalt	Gewicht des vollen Rohres	Erhältliche Längen	
DN	De [mm]	Sp. [mm]	D [mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]	L=6 m.	L=12 m.
20	26,9	2,0	110	2,9	0,4	3,3	x	
25	33,7	2,3	110	3,4	0,7	4,1	x	x
32	42,4	2,6	125	4,4	1,1	5,5	x	x
40	48,3	2,6	125	4,8	1,5	6,3	x	x
50	60,3	2,9	140	6,5	2,4	8,9	x	x
65	76,1	2,9	160	8,0	3,9	11,8	x	x
80	88,9	3,2	180	10,0	5,5	15,4	x	x
100	114,3	3,6	225	14,5	9,0	23,3	x	x
125	139,7	3,6	250	17,5	14,0	31,2	x	x
150	168,3	4,0	280	22,5	20,0	42,1	x	x
200	219,1	4,5	355	33,0	34,7	67,0		x
250	273,0	5,0	450	47,5	54,4	100,8		x
300	323,9	5,6	500	61,0	77,0	136,5		x
350	355,6	5,6	560	69,2	93,2	160,6		x
400	406,4	6,3	630	88,0	122,0	207,6		x
450	457,0	6,3	710	103,0	155,3	255,3		x
500	508,0	6,3	800	120,0	193,0	309,3		x
600	610,0	7,1	900	155,0	278,5	428,1		x
700	711,0	8,0	1000	196,0	380,0	568,6		x
800	813,0	8,8	1100	240,0	497,0	727,4		x

KENNZEICHNUNG DER MATERIALIEN

SERIE 3

Stahlrohr			PEHD Rohr	Gewicht des fertigen Rohres	Flüssiger Inhalt	Gewicht des vollen Rohres	Erhältliche Längen	
DN	De [mm]	Sp. [mm]	D [mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]	L=6 m.	L=12 m.
20	26,9	2,0	125	3,2	0,4	3,6	x	
25	33,7	2,3	125	3,7	0,7	4,4	x	x
32	42,4	2,6	140	4,8	1,1	5,9	x	x
40	48,3	2,6	140	5,2	1,5	6,7	x	x
50	60,3	2,9	160	7,0	2,4	9,4	x	x
65	76,1	2,9	180	8,4	3,9	12,2	x	x
80	88,9	3,2	200	10,5	5,5	15,9	x	x
100	114,3	3,6	250	15,5	9,0	24,3	x	x
125	139,7	3,6	280	18,8	14,0	32,5	x	x
150	168,3	4,0	315	24,2	20,0	43,8	x	x
200	219,1	4,5	400	36,0	34,7	70,0		x
250	273,0	5,0	500	51,7	54,4	105,0		x
300	323,9	5,6	560	66,5	77,0	142,0		x
350	355,6	5,6	630	77,0	93,2	168,4		x
400	406,4	6,3	710	97,5	122,0	217,1		x
450	457,0	6,3	800	114,5	155,3	266,8		x
500	508,0	6,3	900	134,0	193,0	323,3		x
600	610,0	7,1	1000	171,0	278,5	444,1		x
700	711,0	8,0	1100	214,0	380,0	586,6		x
800	813,0	8,8	1200	260,0	497,0	747,4		x

EIGENSCHAFTEN DER BOGENROHRE

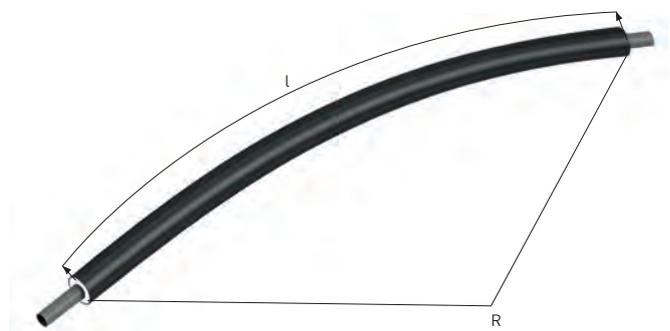
BOGENROHRE

Um die Verlegung zu erleichtern und den Trassenverlauf zu optimieren, sollten in einigen Fällen werkseitig gebogene Rohre bzw. vor Ort gebogene Rohre anstatt der vorgefertigten Bogen verwendet werden. Werkseitig gebogene Rohre bzw. bauseitig gebogene Rohre sind, auch unter bestimmten Verlegungsumständen wie z.B. bei Höhenversprüngen, ideal. Dabei sind die entsprechenden Vorschriften streng zu beachten. Rohre mit einem maximalen Durchmesser bis zu DN80 sind leicht vor Ort zu biegen (Siehe Abschnitt über die Verlegungsmethoden). Rohre mit einem Durchmesser bis zu DN80 können leicht auf der Baustelle vor Ort gebogen werden (Siehe Abschnitt über Verlegungssysteme).

Für Durchmesser über DN80 stellt **ECOLINE** in den Fertigungshallen des Unternehmens Bogen in Intervallen von 1° in Form von 12 meter langen Stangen her. Dabei werden dieselben Materialien

wie bei der Herstellung von geraden Rohren verwendet. Bei den statischen Berechnungen liegt die mechanische Bestandsfähigkeit der **Bogenrohre** innerhalb der zulässigen Werte, weshalb sie ebenso bei PN25 Anlagen verwendet werden können. Bogenwinkel ist auf der Etikette angegeben.

Die Platzierung der Drähte des Überwachungssystems, falls dieses vorhanden ist, hängt von der Position der **Bogenrohre** im Verlegelayout ab.



Stahlrohr	Max. Bogenwinkel	Radius der Krümmung	Tatsächlicher Radius	Länge der geraden Enden	Toleranz am Winkel (+/-)
De x Sp. (mm)	(°)	(m)	(m)	(m)	(°)
114,3x3,6	38	16,4	18,1	0,56	3,8
139,7x3,6	43	14,3	16	0,63	3,1
168,3x4,0	45	13,4	15,3	0,67	2,6
219,1x4,5	41	14,3	16,8	0,89	2
273,0x5,0	36	15,7	19,2	1,02	1,6
323,9x5,6	29	18,9	23,8	1,21	1,4
355,6x5,6	25,5	21,7	27	1,16	1,2
406,4x6,3	19	27,4	36,2	1,47	1,1
457,2x6,3	14	37	49,1	1,48	0,9
508,0x6,3	9	58,9	76,4	1,38	0,8
609,6x7,1	4,8	100	143,3	1,81	0,7

EIGENSCHAFTEN DER BOGEN

Montagebogen

Wir bieten zwei Sorten von Bogen an, je nach Dimension, Projekttyp und Kundenspezifizierungen:

- Bogen, die aus Stahlrohren der selben Qualität wie die vorisolierten Rohre, bestehen. Diese werden mit einem Biegeradius von $R=2,5D$ kaltgebogen.
- Geschmiedete Bogen nach der EN 10253-2 mit einem Biegeradius von $R=1,5D$.

Auf Anfrage liefern wir auch Bogen mit anderem Biegeradius.

Der erhältliche Winkelgrad bei Standardbogen beträgt 45° oder 90° .

Auf Anfrage bieten wir Bogen mit anderem Winkelgrad in Sprüngen von 15° oder mit bestimmten vom Kunden gewünschten Eigenschaften an.

Anmerkung: weicht der Winkelgrad des Bogens von 90° ab, ist es sicherzustellen, dass das Projekt diesbezüglich sorgfältig nachgeprüft wird. Zur Abklärung im Zweifelsfall bitten wir Sie darum, Kontakt mit unserer technischen Abteilung aufzunehmen.

Dämmung

- Polyurethan-Hartschaum (PUR) nach der EN253;
- CCOT $>160^\circ\text{C}$ für 30 Jahre "im Vortext immer 155° ";
- Treibmittel = Cyclopentan;
- Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,027\text{W/m}^\circ\text{C}$ (bei 50°C);
- Druckbelastbarkeit $\geq 0,3\text{ MPa}$.

Überwachungssystem

- Vorbereitung des Überwachungssystems. Die Vorbereitung besteht aus zwei 1,5 mm starken

Kupferdrähten (einmal blank, einmal verzinkt), die auf Position 11 und 13 Uhr in der Dämmung, ca. 15 mm vom Mediumrohr entfernt, angebracht sind.

- System gemäß EN 14419.

Für Alternativsysteme bitten wir Sie darum, sich mit unserem Fachpersonal der technischen Abteilung in Verbindung zu setzen.

Außenmantel

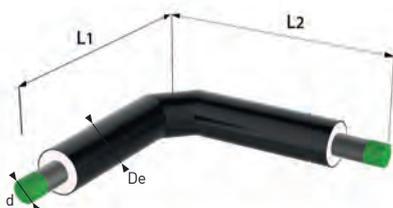
- Aus Polyethylen hoher Dichte nach der EN253;
- Mindestqualität ist PE80 nach ISO 12162;
- MFI Änderungen $\leq 0,5\text{ g/10 m}$;
- Coronabehandelt ("Corona Treatment") auf der Innenfläche.

Vorisolierter Bogen

- Vorisolierte Bogen nach der EN 448 mit einem Winkelgrad von 45° bis zu 90° erhältlich;
- Auf Anfrage bieten wir Bogen mit anderem Winkelgrad in Sprüngen von 15° oder mit bestimmten vom Kunden gewünschten Eigenschaften;
- Die Länge der freien Rohrenden beträgt mindestens 150/200mm.;
- Coronabehandelt ("Corona Treatment") auf der Innenfläche;
- Höchste Betriebstemperatur = 155°C .

HINWEIS: Die Beschaffenheit der Bogen kann leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen. Die Toleranz liegt im Bereich der geltenden Vorschriften. Wenn nötig, fragen Sie unsere TECHNISCHE ABTEILUNG nach Datenbestätigung.

90°



45°



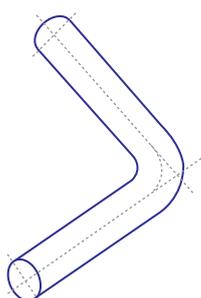
EIGENSCHAFTEN DER BOGEN

VORISOLIERTE BOGEN 90°

Stahlrohr		SERIE 1 PEHD ROHR	SERIE 2 PEHD ROHR	SERIE 3 PEHD ROHR	Standard- länge	Zusätzliche Länge	Asymmetrische	
DN	d [mm]	De [mm]	De [mm]	De [mm]	L1=L2 [mm]	L1=L2 [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
20	26,9	90	110	125	440	1000	440	1500
25	33,7	90	110	125	440	1000	440	1500
32	42,4	110	125	140	495	1000	495	1500
40	48,3	110	125	140	495	1000	495	1500
50	60,3	125	140	160	530	1000	530	1500
65	76,1	140	160	180	550	1000	550	1500
80	88,9	160	180	200	580	1000	580	1500
100	114,3	200	225	250	680	1000	680	1500
125	139,7	225	250	280	690	1000	690	1500
150	168,3	250	280	315	840	1000	840	1500
200	219,1	315	355	400	860	1000	860	1500
250	273,0	400	450	500	1000			
300	323,9	450	500	560	1200			
350	355,6	500	560	630	880			
400	406,4	560	630	710	960			
450	457,0	630	710	800	1020			
500	508,0	710	800	900	1085			
600	610,0	800	900	1000	1210			
700	711,0	900	1000	1100	1500			
800	813,0	1000	1100	1200	2000			

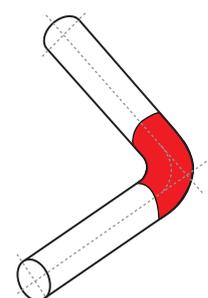
VORGEFERTIGTE BOGEN

Bogen für einen maximalen Durchmesser bis zu DN300, kaltgebogen, die aus Stahlrohren der selben Qualität wie die vorisolierten Rohren bestehen.



GESCHMIEDETE BOGEN

Geschmiedete Stahlbogen nach EN 10253-2, mindeste Klasse P235GH, mit Schenkeln der selben Qualität wie die Rohre. Für einen Durchmesser über DN300.



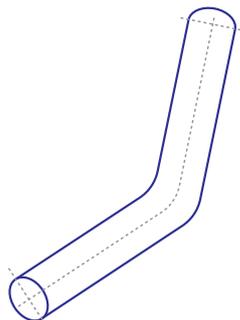
EIGENSCHAFTEN DER BOGEN

VORISOLIERTE BOGEN 45°

Stahlrohr		SERIE 1 PEHD ROHR	SERIE 2 PEHD ROHR	SERIE 3 PEHD ROHR	Standard- länge	Zusätzliche Länge	Asymmetrische	
DN	d [mm]	De [mm]	De [mm]	De [mm]	L1=L2 [mm]	L1=L2 [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
20	26,9	90	110	125	420	1000	420	1500
25	33,7	90	110	125	420	1000	420	1500
32	42,4	110	125	140	465	1000	465	1500
40	48,3	110	125	140	465	1000	465	1500
50	60,3	125	140	160	490	1000	490	1500
65	76,1	140	160	180	510	1000	510	1500
80	88,9	160	180	200	530	1000	530	1500
100	114,3	200	225	250	610	1000	610	1500
125	139,7	225	250	280	610	1000	610	1500
150	168,3	250	280	315	760	1000	760	1500
200	219,1	315	355	400	760	1000	760	1500
250	273,0	400	450	500	875			
300	323,9	450	500	560	1050			
350	355,6	500	560	630	585			
400	406,4	560	630	710	650			
450	457,0	630	710	800	670			
500	508,0	710	800	900	700			
600	610,0	800	900	1000	740			
700	711,0	900	1000	1100	1500			
800	813,0	1000	1100	1200	2000			

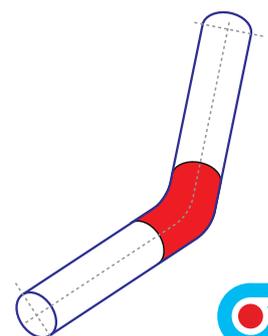
VORGEFERTIGTE BOGEN

Bogen für einen maximalen Durchmesser bis zu DN300, kaltgebogen, die aus Stahlrohren der selben Qualität wie die vorisolierten Rohren bestehen.



GESCHMIEDETE BOGEN

Geschmiedete Stahlbogen nach EN 10253-2, mindeste Klasse P235GH, mit Schenkeln der selben Qualität wie die Rohre. Für einen Durchmesser über DN300.



EIGENSCHAFTEN T-STÜCKE

T-Stücke

Wir bieten zwei Sorten von T-Abzweigen an, je nach Dimension, Projekttyp und Kundenspezifikationen:

- T-Stücke, die aus Stahlrohren der selben Qualität der vorisolierten Rohren bestehen. Die Verbindung ist direkt auf dem Leitungsrohr angeschweißt;
- Aus geschmiedetem Material hergestellte Stahl T-Stücke, mit stumpfgeschweißten Schenkeln aus Stahlrohren nach EN 10253-2.

Nach Anfrage oder wenn es sich nach den statischen Berechnungen als nötig erweist, können Abzweige mit anderen Materialien bzw. anderen Dichten angefertigt werden.

Dämmung

- Polyurethan-Hartschaum (PUR) nach EN253;
- CCOT \square 160°C für 30 Jahre;
- Treibmittel = Cyclopentan;
- Wärmeleitfähigkeit $\leq 0,027\text{W/m}^\circ\text{C}$ (bei 50°C);
- Druckbelastbarkeit $\geq 0,3\text{ MPa}$.

Überwachungsdrähte

- Überwachungssystem Vorbereitung Die Vorbereitung besteht aus zwei 1,5 mm starken Kupferdrähten (einmal blank, einmal verzinkt), die auf Position 11:05 Uhr in der Dämmung, ca. 15 mm vom Mediumrohr entfernt, angebracht sind;
- System gemäß EN 14419.

Außenmantel

- Aus Polyethylen hoher Dichte nach EN253;
- Mindestqualität ist PE80 nach ISO 12162;
- MFI Änderungen $\leftarrow = 0,5\text{ g/10 m}$;
- Coronabehandelt ("Corona Treatment") auf der Innenfläche.

Werkseitig vorisolierte T-Abzweige

- Vorisolierte T-Abzweige nach EN 448 mit 45° Abzweigung rechtwinklig zum Hauptleitungsrohr;
- Die Länge der freien Rohrenden beträgt mindestens 150/200mm;
- Höchste Betriebstemperatur = 155 °C.

HINWEIS: Die Beschaffenheit der Bogen kann leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen. Die Toleranz liegt im Bereich der geltenden Vorschriften. Wenn nötig, fragen Sie unsere TECHNISCHE ABTEILUNG nach Datenbestätigung.

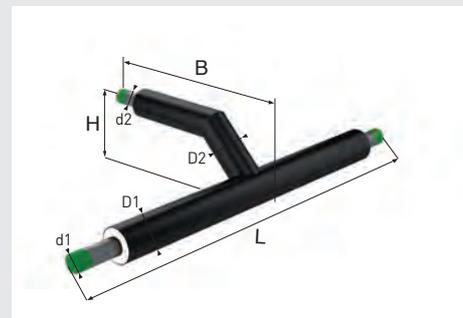
T-STÜCKE 45° PARALLELE UND GERADE T-STÜCKE

SERIEN 1-2-3

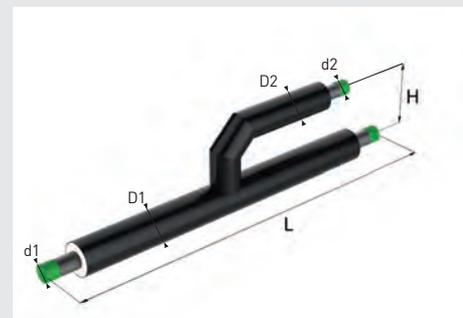
A) T-Abzweige aus Stahl derselben Qualität wie die Rohre. Direkt eingeschweißt oder mit Verstärkungsplatte, für Abzweigungen um zwei Durchmesser kleiner als das Durchgangsrohr. Für die an der Abzweigung angebrachten 45° Bogen gelten die selben Hinweise und Vorschriften wie bei den vorisolierten Bogen.

B) T- Abzweige aus geschmiedetem Stahl nach EN 10253-2, mind. Klasse P235GH, mit stumpfgeschweißten Schenkeln aus Stahlrohren der selben Qualität wie die Rohre als Verlängerung der Enden. Für Abzweige mit dem gleichen oder um einen Durchmesser kleiner wie der des Hauptrohres. Für die angebrachten 45° Bogen gelten die selben Hinweise und Vorschriften wie bei den vorisolierten Bogen.

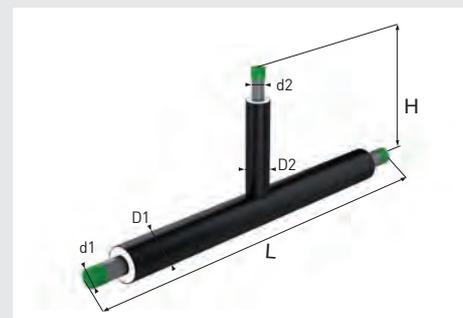
T-STÜCKE 45°



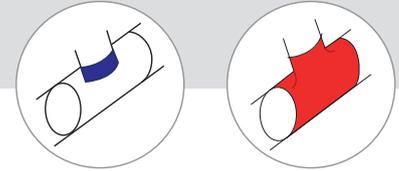
PARALLELE T-STÜCKE



T-STÜCKE



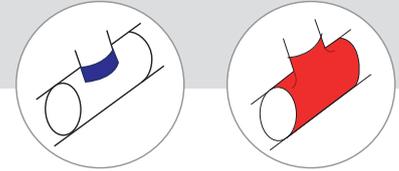
T-STÜCKE 45°



SERIE 1

Abzweigrohr										
	d2	20	25	32	40	50	65	80	100	
	D2	90	90	110	110	125	140	160	200	
Durchgangsrohr										
d1	D1									
20	90	H	170							
		B	590							
25	90	H	170	170						
		B	590	590						
32	110	H	180	180	190					
		B	600	600	655					
40	110	H	185	185	190	190				
		B	605	605	655	655				
50	125	H	190	190	210	200	210			
		B	610	610	675	665	700			
65	140	H	200	200	215	220	210	220		
		B	620	620	680	685	700	725		
80	160	H	200	200	220	220	230	230	240	
		B	620	620	685	685	720	735	765	
100	200	H	230	230	230	230	240	260	260	280
		B	650	650	695	695	730	765	785	890
125	225	H	240	240	250	240	250	270	310	290
		B	660	660	715	705	740	775	835	900
150	250	H	250	250	260	270	260	280	320	330
		B	670	670	725	735	750	785	845	940
200	315	H	290	290	300	300	310	300	350	350
		B	710	710	765	765	800	805	875	960
250	400	H	350	350	350	350	360	370	380	400
		B	770	770	815	815	850	875	905	1010
300	450	H	370	370	380	380	390	400	400	430
		B	790	790	845	845	880	905	925	1040
350	500	H	400	400	400	400	400	410	420	440
		B	822	822	865	865	890	915	945	1050
400	560	H			430	430	430	440	450	480
		B			895	895	920	945	975	1090
450	630	H			470	470	470	480	490	520
		B			935	935	960	985	1015	1130
500	710	H								
		B								
600	800	H								
		B								

T-STÜCKE 45°

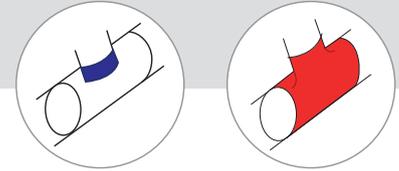


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
225	250	315	400	450	500	560	630	710	800	

										900
										1000
										1100
310										1200
765										1400
320	340									1500
775	795									1600
360	370	410								1800
815	825	895								1900
420	430	470	520							2000
875	885	955	1070							
440	460	490	540	570						
895	915	975	1090	1145						
450	470	500	550	580	590					
905	925	985	1100	1155	1175					
490	500	540	590	610	640	670				
945	955	1025	1140	1185	1225	1315				
530	540	580	630	650	680	720	750			
985	995	1065	1180	1225	1265	1365	1420			
		630	680	700	730	770	810	850		
		1115	1230	1275	1315	1415	1480	1545		
			730	750	780	820	860	900	950	
			1280	1325	1365	1465	1530	1595	1685	

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

T-STÜCKE 45°



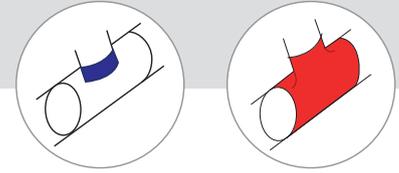
SERIE 2

Abzweigrohr	d2	20	25	32	40	50	65	80	100
	D2	110	110	125	125	140	160	180	225

Durchgangsrohr											
d1	D1										
20	110	H	170								
		B	590								
25	110	H	170	170							
		B	590	590							
32	125	H	180	180	190						
		B	600	600	655						
40	125	H	185	185	190	190					
		B	605	605	655	655					
50	140	H	190	190	210	200	210				
		B	610	610	675	665	700				
65	160	H	200	200	215	220	210	220			
		B	620	620	680	685	700	725			
80	180	H	200	200	220	220	230	230	240		
		B	620	620	685	685	720	735	765		
100	225	H	230	230	230	230	240	260	260	280	
		B	650	650	695	695	730	765	785	890	
125	250	H	240	240	250	240	250	270	310	290	
		B	660	660	715	705	740	775	835	900	
150	280	H	250	250	260	270	260	280	320	330	
		B	670	670	725	735	750	785	845	940	
200	355	H	290	290	300	300	310	300	350	350	
		B	710	710	765	765	800	805	875	960	
250	450	H	350	350	350	350	360	370	380	400	
		B	770	770	815	815	850	875	905	1010	
300	500	H	370	370	380	380	390	400	400	430	
		B	790	790	845	845	880	905	925	1040	
350	560	H	400	400	400	400	400	410	420	440	
		B	822	822	865	865	890	915	945	1050	
400	630	H			430	430	430	440	450	480	
		B			895	895	920	945	975	1090	
450	710	H			470	470	470	480	490	520	
		B			935	935	960	985	1015	1130	
500	800	H									
		B									
600	900	H									
		B									

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

T-STÜCKE 45°

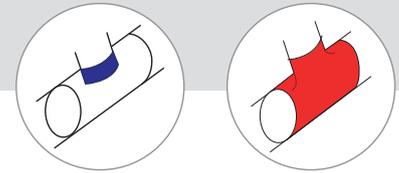


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
250	280	355	450	500	560	630	710	800	900	

										900
										1000
										1100
310										
765										
320	340									
775	795									
360	370	410								
815	825	895								1200
420	430	470	520							
875	885	955	1070							1400
440	460	490	540	570						
895	915	975	1090	1145						
450	470	500	550	580	590					1500
905	925	985	1100	1155	1175					
490	500	540	590	610	640	670				1600
945	955	1025	1140	1185	1225	1315				
530	540	580	630	650	680	720	750			1800
985	995	1065	1180	1225	1265	1365	1420			
		630	680	700	730	770	810	850		1900
		1115	1230	1275	1315	1415	1480	1545		
			730	750	780	820	860	900	950	2000
			1280	1325	1365	1465	1530	1595	1685	

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

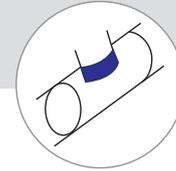
T-STÜCKE 45°



SERIE 3

Abzweigrohr										
	d2	20	25	32	40	50	65	80	100	
D2	125	125	140	140	160	180	200	250		
Durchgangsrohr										
d1	D1									
20	125	H	185							
		B	560							
25	125	H	185	185						
		B	560	560						
32	140	H	195	195	200					
		B	570	570	580					
40	140	H	195	195	200	200				
		B	570	570	580	580				
50	160	H	205	205	210	210	220			
		B	580	580	590	590	605			
65	180	H	215	215	220	220	230	240		
		B	590	590	600	600	615	710		
80	200	H	255	255	255	265	275	285	310	
		B	635	635	635	650	745	770	815	
100	250	H	230	230	230	230	240	260	260	280
		B	650	650	695	695	730	765	785	890
125	280	H	265	265	270	270	280	290	300	325
		B	640	640	650	650	665	760	785	830
150	315	H	285	285	290	290	300	310	320	345
		B	660	660	670	670	685	780	805	850
200	400	H	325	325	330	330	340	350	360	385
		B	700	700	710	710	725	820	845	890
250	500	H	375	375	380	380	390	400	410	435
		B	750	750	760	760	775	870	895	940
300	560	H			410	410	420	430	440	465
		B			790	790	805	900	925	970
350	630	H			445	445	455	465	475	500
		B			825	825	840	935	960	1005
400	710	H				425	435	445	515	540
		B				805	820	915	1000	1045
450	800	H				530	540	550	560	585
		B				910	925	1020	1050	1090
500	900	H								
		B								
600	1000	H								
		B								

T-STÜCKE 45°

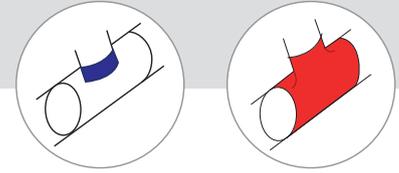


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
280	315	400	500	560	630	710	800	900	1000	

										900
										1000
										1100
340										1100
800										1100
360	375									1100
820	830									1100
400	420	469								1200
860	875	945								1200
450	470	510	560							1400
910	925	995	1115							1400
480	500	540	590	620						1500
940	955	1025	1145	1195						1500
515	535	575	625	655	690					1500
975	990	1060	1180	1230	1280					1600
555	757	615	665	695	730	770				1600
1015	1030	1100	1220	1270	1320	1415				1600
600	620	660	710	740	775	815	860			1800
1060	1075	1145	1265	1315	1365	1460	1530			1800
		740	790	810	840	880	920	960		1900
		1240	1350	1395	1440	1525	1590	1655		1900
			840	860	890	930	970	1010	1060	2000
			1400	1445	1490	1575	1640	1705	1795	2000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

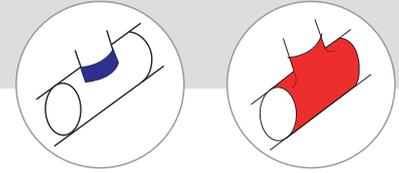
PARALLEL T-STÜCKE



SERIE 1

Abzweigrohr										
	d2	20	25	32	40	50	65	80	100	
D2	90	90	110	110	125	140	160	200		
Durchgangsrohr										
d1	D1									
20	90	H								
25	90	H		270						
32	110	H		280	285					
40	110	H		280	285	285				
50	125	H		285	295	295	310			
65	140	H		265	270	270	315	335		
80	160	H		290	290	290	330	350	380	
100	200	H		305	310	310	345	365	395	350
125	225	H		320	325	325	355	375	410	370
150	250	H		340	335	335	370	390	425	390
200	315	H		365	375	375	395	415	450	425
250	400	H		420	425	425	435	445	475	470
300	450	H		445	450	450	560	470	500	500
350	500	H		475	480	480	490	500	520	530
400	560	H								
450	630	H								
500	710	H								
600	800	H								

PARALLEL T-STÜCKE

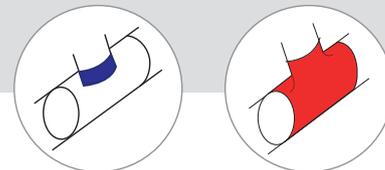


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
225	250	315	400	450	500	560	630	710	800	

										900
										1000
385										1100
395	410									
430	445	485								1200
500	520	560	595							1400
515	525	580	620	710						
545	560	600	640	730	810					1500
	600	630	680	710	840	915				1600
	635	670	720	745	860	960	1030			1800
		720	770	790	890	970	1060	1150		1900
			820	840	940	1020	1110	1200	1350	2000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

PARALLEL T-STÜCKE

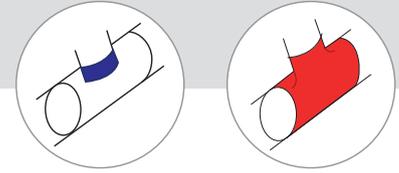


SERIE 2

Abzweigrohr		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	110	110	125	125	140	160	180	225

Durchgangsrohr										
d1	D1									
20	110	H								
25	110	H		270						
32	125	H		280	285					
40	125	H		280	285	285				
50	140	H		285	295	295	310			
65	160	H		265	270	270	315	335		
80	180	H		290	290	290	330	350	380	
100	225	H		305	310	310	345	365	395	350
125	250	H		320	325	325	355	375	410	370
150	280	H		340	335	335	370	390	425	390
200	355	H		365	375	375	395	415	450	425
250	450	H		420	425	425	435	445	475	470
300	500	H		445	450	450	560	470	500	500
350	560	H		475	480	480	490	500	520	530
400	630	H								
450	710	H								
500	800	H								
600	900	H								

PARALLEL T-STÜCKE

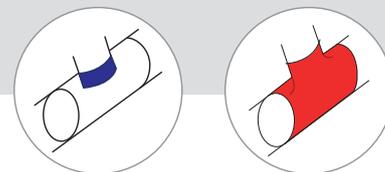


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
250	280	355	450	500	560	630	710	800	900	

										900
										1000
385										1100
395	410									1200
430	445	485								1400
500	520	560	595							1500
515	525	580	620	710						1600
545	560	600	640	730	810					1800
	600	630	680	710	840	915				1900
	635	670	720	745	860	960	1030			2000
		720	770	790	890	970	1060	1150		
			820	840	940	1020	1110	1200	1350	

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

PARALLEL T-STÜCKE

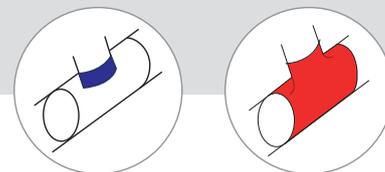


SERIE 3

Abzweigrohr		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	125	125	140	140	160	180	200	250

Durchgangsrohr											
d1	D1										
20	125	H									
25	125	H		310							
32	140	H		320	325						
40	140	H		320	325	325					
50	160	H		325	335	335	350				
65	180	H		305	310	310	355	375			
80	200	H		340	330	330	370	390	420		
100	250	H		345	350	350	385	405	435	390	
125	280	H		360	365	365	395	415	450	410	
150	315	H		380	375	375	410	440	465	430	
200	400	H		405	415	415	435	455	490	465	
250	500	H		460	465	465	475	485	515	510	
300	560	H		485	490	490	600	510	540	540	
350	630	H		515	520	520	530	540	560	570	
400	710	H									
450	800	H									
500	900	H									
600	1000	H									

PARALLEL T-STÜCKE

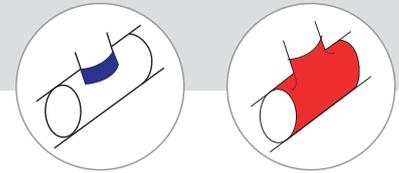


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
280	315	400	500	560	630	710	800	900	1000	

										900
										1000
425										1100
435	450									
470	485	525								1200
540	560	600	635							1400
555	565	620	660	750						1500
585	600	640	680	770	850					
	660	700	750	780	840	915				1600
	710	750	800	830	860	960	1050			1800
		800	850	880	890	970	1060	1150		1900
			900	930	940	1020	1110	1200	1350	2000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

GERADE T-STÜCKE



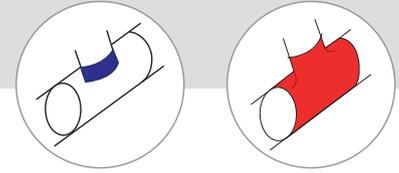
SERIE 1

Abzweigrohr		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	90	90	110	110	125	140	160	200

Durchgangsrohr											
d1	D1										
20	90	H	500								
25	90	H	500	500							
32	110	H	500	500	500						
40	110	H	500	500	500	500					
50	125	H	500	500	500	500	500				
65	140	H	500	500	500	500	500	500			
80	160	H	500	500	500	500	500	500	500		
100	200	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
125	225	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
150	250	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
200	315	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
250	400	H	700	700	700	700	700	700	700	700	700
300	450	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
350	500	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
400	560	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
450	630	H	900	900	900	900	900	900	900	900	900
500	710	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
600	800	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

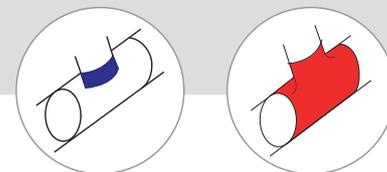
GERADE T-STÜCKE



125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
225	250	315	400	450	500	560	630	710	800	
										900
										1000
										1100
600										1200
600	600									1400
600	600	600								1500
700	700	700	700							1600
800	800	800	800	800						1800
800	800	800	800	800	800					1900
800	800	800	800	800	800	800				2000
900	900	900	900	900	900	900	900			
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

GERADE T-STÜCKE

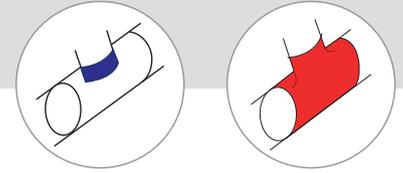


SERIE 2

Abzweigrohr		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	110	110	125	125	140	160	180	225

Durchgangsrohr											
d1	D1										
20	110	H	500								
25	110	H	500	500							
32	125	H	500	500	500						
40	125	H	500	500	500	500					
50	140	H	500	500	500	500	500				
65	160	H	500	500	500	500	500	500			
80	180	H	600	600	600	600	600	600	600		
100	225	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
125	250	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
150	280	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
200	355	H	700	700	700	700	700	700	700	700	700
250	450	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
300	500	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
350	560	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
400	560	H	900	900	900	900	900	900	900	900	900
450	630	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
500	710	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
600	800	H	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100

GERADE T-STÜCKE

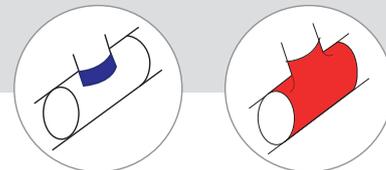


125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
250	280	355	450	500	560	630	710	800	900	

										900
										1000
600										1100
600	600									
700	700	700								1200
800	800	800	800							1400
800	800	800	800	800						1500
800	800	800	800	800	800					
900	900	900	900	900	900	900				1600
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000			1800
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		1900
1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	2000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

GERADE T-STÜCKE

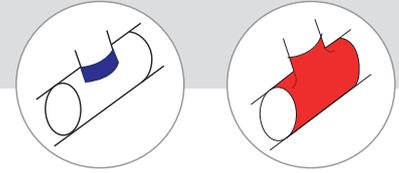


SERIE 3

Abzweigrohr		d2	20	25	32	40	50	65	80	100
		D2	125	125	140	140	160	180	200	250

Durchgangsrohr											
d1	D1										
20	125	H	500								
25	125	H	500	500							
32	140	H	500	500	500						
40	140	H	500	500	500	500					
50	160	H	500	500	500	500	500				
65	180	H	500	500	500	500	500	500			
80	200	H	600	600	600	600	600	600	600		
100	250	H	600	600	600	600	600	600	600	600	
125	280	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
150	315	H	600	600	600	600	600	600	600	600	600
200	400	H	700	700	700	700	700	700	700	700	700
250	500	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
300	560	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
350	630	H	800	800	800	800	800	800	800	800	800
400	560	H	900	900	900	900	900	900	900	900	900
450	630	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
500	710	H	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
600	800	H	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100

GERADE T-STÜCKE



125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	L
280	315	400	500	560	630	710	800	900	1000	

										900
										1000
600										1100
600	600									
700	700	700								1200
800	800	800	800							1400
800	800	800	800	800						1500
800	800	800	800	800	800					
900	900	900	900	900	900	900				1600
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000			1800
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		1900
1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	2000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern angegeben

ARMATUREN

Die vorisolierten Armaturen (Absperhähne) können überall im, in der Erde verlegten, Leitungsnetz angebracht werden und sind für jede Installationsmethode geeignet.

Die vorisolierten Armaturen mit vermindertem Durchgang sind wartungsfrei und sind mit einem "Schwimmkegel" ausgestattet.

- **Spindel:** mit Edelstahlgehäuse;
- **Stahlkörper:** mind. P235GH;
- **Dichtungen:**
 1. Für die Spindel, Kohlenstoff verstärkt PTFE und FPM;
 2. Für die Schwimmkugel, Kohlenstoff verstärkt PTFE;
- **Max. zulässige axiale Belastung** = 300 N/mm² (DN < 300 und high axial stress Bedingungen);
- **Betriebsdruck** = PN25;
- **Erhältlich von DN 25 bis zu DN 300**

(Für andere Durchmesser bitten wir Sie darum, mit unserer Handelsabteilung Kontakt aufzunehmen).

Dämmung, Überwachungsdrähte und Außenmantel wie bei den vorher beschriebenen Produkten. Die Standardsperrarmaturen sind in der Spindelhöhe der Flachverlegung angepasst.

Armaturen werkseitig vorisoliert

- **Vorisolierte Armaturen** nach EN 448 mit vermindertem Durchfluss und Spindel. Reduzierventil mit 90° Winkelgetriebe für DN>150;
- **Die Länge der freien Rohrenden** beträgt mindestens 150/200mm;
- **Höchste Betriebstemperatur** = 155°C
- Armaturen können auch mit 1 bzw. 2 Entlüftungs- und Entleerungsvorrichtungen mit Edelstahlarmaturen und "water Stop" Vorrichtung ausgestattet werden.

HINWEIS: Die Beschaffenheit der Armaturen kann leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen. Die Toleranz liegt im Bereich der geltenden Vorschriften. Wenn nötig, fragen Sie unsere TECHNISCHE ABTEILUNG nach Datenbestätigung.



1.



2.



3.

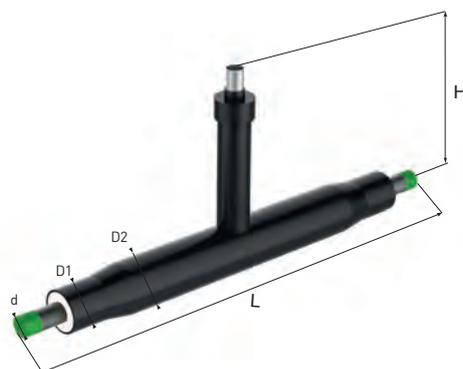
¹ Armatur

² Armatur mit 1 Entlüftungseinheit oder Entleerung

³ Armatur mit 2 Entlüftungseinheiten oder Entleerungen

ARMATUREN

		SERIE 1		SERIE 2		SERIE 3				
Stahlrohr		PEHD Rohr	Ø Durchgang	Höhe H	Länge L					
DN	d [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	DN	[mm]	[mm]
25	33,7	90	90	110	110	125	125	20	620	1500
32	42,4	110	110	125	125	140	140	25	630	1500
40	48,3	110	110	125	125	140	140	32	650	1500
50	60,3	125	125	140	140	160	160	40	650	1500
65	76,1	140	160	160	160	180	180	50	650	1500
80	88,9	160	200	180	180	200	200	65	650	1500
100	114,3	200	250	200	200	250	250	80	650	1500
125	139,7	225	250	250	250	280	280	100	650	1500
150	168,3	250	280	280	280	315	315	125	700	1500
200	219,1	315	355	355	355	400	400	150	700	1500
250	273,0	400	500	450	450	500	500	200	700	1500
300	323,9	450	560	500	500	560	560	250	700	1800



Für Armaturen anderer Art und/oder anderer Dimensionen, bitte nehmen Sie Kontakt mit unserer Verkaufsabteilung auf

ABSPERRARMATUREN MIT 1 ENTLÜFTUNGSEINHEIT

		SERIE 1		SERIE 2		SERIE 3						
Stahlrohr	PEHD Rohr	Ø Durchgang	Ø Entlüfter	I	Höhe H	Länge L						
DN	d [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	DN	DN	[mm]	[mm]	[mm]
40	48,3	110	110	125	125	140	140	32	25	320	650	1500
50	60,3	125	125	140	140	160	160	40	25	320	650	1500
65	76,1	140	160	160	160	180	180	50	25	320	650	1500
80	88,9	160	200	180	180	200	200	65	25	320	650	1500
100	114,3	200	250	200	200	250	250	80	25	320	650	1500
125	139,7	225	250	250	250	280	280	100	25	320	650	1500
150	168,3	250	280	280	280	315	315	125	25	320	700	1500
200	219,1	315	355	355	355	400	400	150	25	320	700	1500
250	273,0	400	500	450	450	500	500	200	25	320	700	1500
300	323,9	450	560	500	500	560	560	250	25	420	700	1800



1.

¹ Kugelhahn mit 1 Hahn zur Entlüftung bzw. Entleerung

Für Armaturen anderer Art und/oder anderer Dimensionen, bitte nehmen Sie Kontakt mit unserer Verkaufsabteilung auf.

ABSPERRARMATUREN MIT 2 ENTLÜFTUNGSEINHEITEN

SERIE 1
SERIE 2
SERIE 3

Stahlrohr	PEHD Rohr	Ø Durchgang	Ø Entlüfter	I	Höhe H	Länge L					
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-------------	-------------	---	--------	---------

DN	d [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	D1 [mm]	D2 [mm]	DN	DN	[mm]	[mm]	[mm]
40	48,3	110	110	125	125	140	140	32	25	320	650	1500
50	60,3	125	125	140	140	160	160	40	25	320	650	1500
65	76,1	140	160	160	160	180	180	50	25	320	650	1500
80	88,9	160	200	180	180	200	200	65	25	320	650	1500
100	114,3	200	250	200	200	250	250	80	25	320	650	1500
125	139,7	225	250	250	250	280	280	100	25	320	650	1500
150	168,3	250	280	280	280	315	315	125	25	320	700	1500
200	219,1	315	355	355	355	400	400	150	25	320	700	1500
250	273,0	400	500	450	450	500	500	200	25	320	700	1500
300	323,9	450	560	500	500	560	560	250	25	420	700	1800



1.

¹ Kugelhahn mit 2 Hahn zur Entlüftung bzw. Entleerung

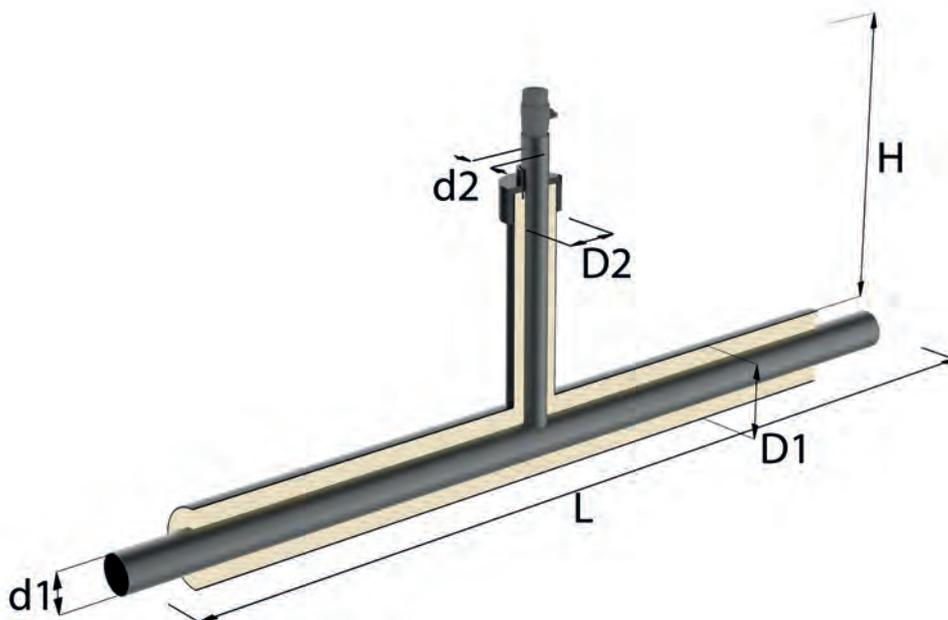
Für Armaturen anderer Art und/oder anderer Dimensionen, bitte nehmen Sie Kontakt mit unserer Verkaufsabteilung auf.

GERADE T-STÜCKE FÜR ENTLÜFTUNGEN/ENTLEERUNGEN

Wenn Entlüftungen und Entleerungen vorhanden sein müssen, ist es möglich, gerade T-Abzweige einzubauen, die mit einem Ventil aus Edelstahl ausgestattet und einem wasserdichten Schrumpfabschluss versiegelt sind.

Die anderen verwendeten Materialien sind die selben wie bei Standard T-Abzweigen. Dieser Zubehörteil entspricht der EN 448.

- **Max. zulässige Axialspannung** = 300 N/mm²; (DN < 300 und high axial stress Bedingungen);
- **Betriebsdruck** = PN25.



GERADE T-STÜCKE FÜR ENTLÜFTUNGEN/ENTLEERUNGEN

SERIE 1

Abzweig			d2	25	32	40	50	L
			D2	90	110	110	125	
Durchgangsrohr								
d1	D1							
32	110	H	500					900
40	110	H	500					
50	125	H	500	500	500			
65	140	H	500	500	500	550		1000
80	160	H	550	550	550	600		
100	200	H	550	550	550	600		1100
125	225	H	550	550	550	600		
150	250	H	550	550	550	600		1200
200	315	H	600	600	600	650		
250	400	H	600	600	600	650		1400
300	450	H	650	650	650	700		1500
350	500	H	650	650	650	700		
400	560	H	700	700	700	750		1600
450	630	H	700	700	700	750		1800
500	710	H	750	750	750	800		1900
600	800	H	750	750	750	800		2000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern ausgedruckt.

GERADE T-STÜCKE FÜR ENTLÜFTUNGEN/ENTLEERUNGEN

SERIE 2

Abzweig			d2	25	32	40	50	L
			D2	110	125	125	140	
Durchgangsrohr								
d1	D1							
32	125	H	500					900
40	125	H	500	500	500			
50	140	H	500	500	500	550		
65	160	H	500	500	500	550		1000
80	180	H	550	550	550	600		
100	225	H	550	550	550	600		1100
125	250	H	550	550	550	600		
150	280	H	550	550	550	600		1200
200	355	H	600	600	600	650		
250	450	H	600	600	600	650		1400
300	500	H	650	650	650	700		1500
350	560	H	650	650	650	700		
400	560	H	700	700	700	750		1600
450	630	H	700	700	700	750		1800
500	710	H	750	750	750	800		1900
600	800	H	750	750	750	800		2000

*Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern ausgedruckt.

GERADE T-ABZWEIGE FÜR ENTLÜFTUNGEN/ENTLEERUNGEN

SERIE 3

Abzweig			d2	25	32	40	50	L
			D2	125	140	140	160	
Durchgangsrohr								
d1	D1							
25	125	H	500	500	500			900
32	140	H	500	500	500			
40	140	H	500	500	500			
50	160	H	500	500	500	550		
65	180	H	500	500	500	550		1000
80	200	H	550	550	550	600		
100	250	H	550	550	550	600		1100
125	280	H	550	550	550	600		
150	315	H	550	550	550	600		
200	400	H	600	600	600	650		1200
250	500	H	600	600	600	650		1400
300	560	H	650	650	650	700		1500
350	630	H	650	650	650	700		
400	560	H	700	700	700	750		1600
450	630	H	700	700	700	750		1800
500	710	H	750	750	750	800		1900
600	800	H	750	750	750	800		2000

* Alle in den Tabellen angegebenen Dimensionen sind in Millimetern ausgedruckt.

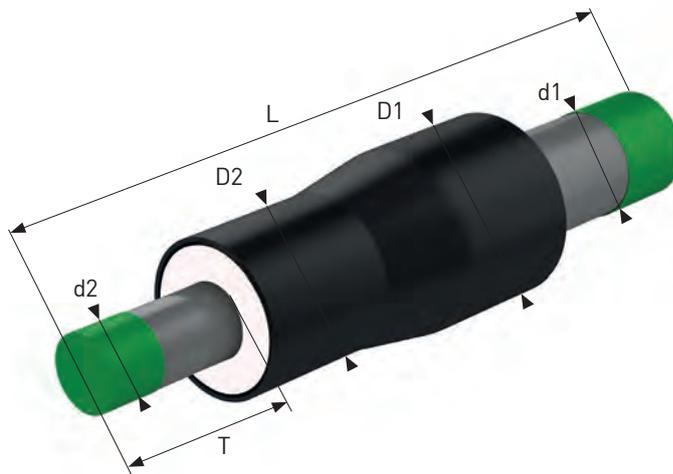
VORISOLIERTE REDUKTIONEN

ECOLINE beliefert ihre Kunden mit werkmäßig vorisierten Reduzierstücken, die die selben Eigenschaften aufweisen wie die anderen vorisierten Teile (Rohre, Bogen, T-Abzweige usw.). Sie sind mit der notwendigen Vorbereitung ausgestattet, um ins Überwachungssystem eingebaut zu werden. Der übliche Übergang beträgt maximal 2 Durchmesser. Ein Übergang von einem Durchmesser gewährleistet einen höchsten Wert der axialen Belastung von 300 N/mm^2 (bei $\text{DN} < 300$ und high axial stress Bedingungen) während sich

bei einem Übergang von zwei Durchmessern der Wert auf 150 N/mm^2 reduziert.

Größere Übergänge sind auf Kundenanfrage jedoch möglich, solange die Voraussetzungen im Projekt das erlauben.

HINWEIS: Die Beschaffenheit der Formteile kann leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen. Die Toleranz liegt im Bereich der geltenden Vorschriften. Wenn nötig, fragen Sie unsere TECHNISCHE ABTEILUNG nach Datenbestätigung.



VORISOLIERTE REDUKTIONEN

SERIE 1

Stahl		PEHD	x	Stahl		PEHD	L [mm]
DN ₁	d ₁ [mm]	D ₁ [mm]	x	DN ₂	d ₂ [mm]	D ₂ [mm]	
25	33,7	90	x	20	26,9	90	1000
32	42,4	110	x	25	33,7	90	1000
32	42,4	110	x	20	26,9	90	1000
40	48,3	110	x	32	42,4	110	1000
40	48,3	110	x	25	33,7	90	1000
50	60,3	125	x	40	48,3	110	1000
50	60,3	125	x	32	42,4	110	1000
65	76,1	140	x	50	60,3	125	1000
65	76,1	140	x	40	48,3	110	1000
80	88,9	160	x	65	76,1	140	1000
80	88,9	160	x	50	60,3	125	1000
100	114,3	200	x	80	88,9	160	1000
100	114,3	200	x	65	76,1	140	1000
125	139,7	225	x	100	114,3	200	1000
125	139,7	225	x	80	88,9	160	1000
150	168,3	250	x	125	139,7	225	1000
150	168,3	250	x	100	114,3	200	1000
200	219,1	315	x	150	168,3	250	1000
200	219,1	315	x	125	139,7	225	1000
250	273,0	400	x	200	219,1	315	1200
250	273,0	400	x	150	168,3	250	1200
300	323,9	450	x	250	273,0	400	1200
300	323,9	450	x	200	219,1	315	1200
350	355,6	500	x	300	323,9	450	1400
350	355,6	500	x	250	273,0	400	1400
400	406,4	560	x	350	355,6	500	1400
400	406,4	560	x	300	323,9	450	1400
450	457,0	630	x	400	406,4	560	1400
450	457,0	630	x	350	355,6	500	1400
500	508,0	710	x	450	457,0	630	1600
500	508,0	710	x	400	406,4	560	1600
600	609,6	800	x	500	508,0	710	1600
600	609,6	800	x	450	457,0	630	1600

VORISOLIERTE REDUKTIONEN

SERIE 2

Stahl		PEHD	x	Stahl		PEHD	L [mm]
DN ₁	d ₁ [mm]	D ₁ [mm]	x	DN ₂	d ₂ [mm]	D ₂ [mm]	
25	33,7	110	x	20	26,9	110	1000
32	42,4	125	x	25	33,7	110	1000
32	42,4	125	x	20	26,9	110	1000
40	48,3	125	x	32	42,4	125	1000
40	48,3	125	x	25	33,7	110	1000
50	60,3	140	x	40	48,3	125	1000
50	60,3	140	x	32	42,4	125	1000
65	76,1	160	x	50	60,3	140	1000
65	76,1	160	x	40	48,3	125	1000
80	88,9	180	x	65	76,1	160	1000
80	88,9	180	x	50	60,3	140	1000
100	114,3	225	x	80	88,9	180	1000
100	114,3	225	x	65	76,1	160	1000
125	139,7	250	x	100	114,3	225	1000
125	139,7	250	x	80	88,9	180	1000
150	168,3	280	x	125	139,7	250	1000
150	168,3	280	x	100	114,3	225	1000
200	219,1	355	x	150	168,3	280	1000
200	219,1	355	x	125	139,7	250	1000
250	273,0	450	x	200	219,1	355	1200
250	273,0	450	x	150	168,3	280	1200
300	323,9	500	x	250	273,0	450	1200
300	323,9	500	x	200	219,1	355	1200
350	355,6	560	x	300	323,9	500	1400
350	355,6	560	x	250	273,0	450	1400
400	406,4	630	x	350	355,6	560	1400
400	406,4	630	x	300	323,9	500	1400
450	457,0	710	x	400	406,4	630	1400
450	457,0	710	x	350	355,6	560	1400
500	508,0	800	x	450	457,0	710	1600
500	508,0	800	x	400	406,4	630	1600
600	609,6	900	x	500	508,0	800	1600
600	609,6	900	x	450	457,0	710	1600

VORISOLIERTE REDUKTIONEN

SERIE 3

Stahl		PEHD	x	Stahl		PEHD	L [mm]
DN ₁	d ₁ [mm]	D ₁ [mm]	x	DN ₂	d ₂ [mm]	D ₂ [mm]	
25	33,7	125	x	20	26,9	125	1000
32	42,4	140	x	25	33,7	125	1000
32	42,4	140	x	20	26,9	125	1000
40	48,3	140	x	32	42,4	140	1000
40	48,3	140	x	25	33,7	125	1000
50	60,3	160	x	40	48,3	140	1000
50	60,3	160	x	32	42,4	140	1000
65	76,1	180	x	50	60,3	160	1000
65	76,1	180	x	40	48,3	140	1000
80	88,9	200	x	65	76,1	180	1000
80	88,9	200	x	50	60,3	160	1000
100	114,3	250	x	80	88,9	200	1000
100	114,3	250	x	65	76,1	180	1000
125	139,7	280	x	100	114,3	250	1000
125	139,7	280	x	80	88,9	200	1000
150	168,3	315	x	125	139,7	280	1000
150	168,3	315	x	100	114,3	250	1000
200	219,1	400	x	150	168,3	315	1000
200	219,1	400	x	125	139,7	280	1000
250	273,0	500	x	200	219,1	400	1200
250	273,0	500	x	150	168,3	315	1200
300	323,9	560	x	250	273,0	500	1200
300	323,9	560	x	200	219,1	400	1200
350	355,6	630	x	300	323,9	560	1400
350	355,6	630	x	250	273,0	500	1400
400	406,4	710	x	350	355,6	630	1400
400	406,4	710	x	300	323,9	560	1400
450	457,0	800	x	400	406,4	710	1400
450	457,0	800	x	350	355,6	630	1400
500	508,0	900	x	450	457,0	800	1600
500	508,0	900	x	400	406,4	710	1600
600	609,6	1000	x	500	508,0	900	1600
600	609,6	1000	x	450	457,0	800	1600

FORMSTÜCKE BAUSEITS

ECOLINE ist auch in der Lage, auf Anfrage der Kunden, besondere Materialien zur Herstellung von Spezialteilen zur Verfügung zu stellen. Unten folgt eine Kurzbeschreibung der gelieferten Materialien pro herzustellendem Spezialteil. Für weitere Informationen steht das Fachpersonal der technischen Abteilung von **ECOLINE** den Kunden gerne zur Verfügung, um mit ihnen die beste Lösung zu finden. In bestimmten Fällen, zum Beispiel bei kleinen Anlagen oder bei niedrigen Betriebstemperaturen, ist es erforderlich, einen Bogen bauseits auszuführen. Dazu stellen wir ein Set zur Verfügung, das aus folgendem Inhalt besteht:

Bogen

- Bogen aus Stahl mit den gleichen Eigenschaften wie bei vorisolierten Rohren;
- Abstandhalter;
- PEHD wärmeschrumpfende Balgenmuffe;
- Entlüftungsstopfen;
- Verschlussstopfen.

Wenn ein Übergang eingebaut werden soll (z.B. auf einem vorverlegten Netz, egal ob schon in Betrieb oder nicht), kann man die folgenden von **ECOLINE** gelieferten Elemente verwenden.

T- Abzweig

- Das Set besteht aus Stahlrohrstützen und Stahlbogen mit den selben Eigenschaften wie das Leitungsrohr;
- Abstandhalter;

- Zu extrudierende PEHD Auflagesattel und PEHD wärmeschrumpfende Balgenmuffe für die Abgangsbogen;
- Stopfen zur Nachdämmung

Wenn es wegen des nicht ausreichenden vorhandenen Raums unmöglich ist, ein vorisoliertes Reduzierstück einzubauen, kann man den Durchmesser vor Ort (bis zu DN 150) durch die folgenden von **ECOLINE** gelieferten Elemente reduzieren:

Reduzierstücke

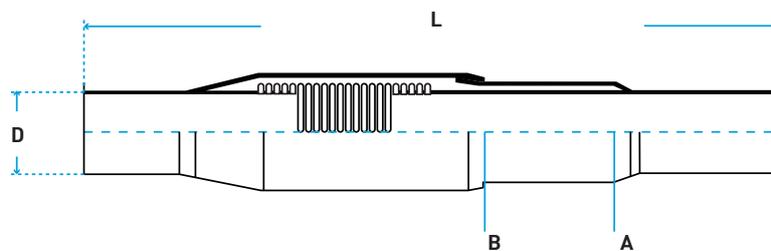
- Reduzierstücke aus Stahl nach EN 10253-2;
- Abstandhalter;
- Wärmeschrumpfende Reduziermuffe, doppel-dichtend oder vernetzt;
- Stopfen zur Nachdämmung.

EINMALKOMPENSATOR

Einmalompensator

Unter "Einmal" Kompensator versteht man einen Axialkompensator, der nur einmal in Gang gesetzt wird um axialen Belastungen in der Leitung zu reduzieren. Der Einmalkompensator muss im voraus auf eine bestimmte Dehnungsaufnahme eingestellt werden. Bei einer Zwischentemperatur der Verlegungs- und Betriebstemperatur nimmt der Kompensator die Betriebsausdehnung partial auf. Danach wird der Kompensator endgültig blockiert und nur ein Teil der bleibenden Ausdehnungsbewegungen beansprucht das Mediumrohr. Der Einmalkompensator ist für Systeme mit einem maxi-

malen Betriebsdruck von 16 bar entwickelt worden (Druckprüfung bei 24 bar). Auf Anfrage sind Einmal kompensatoren auch für einen höheren Betriebsdruck lieferbar. Die anzuschweißenden Enden des Kompensators sind aus Kohlenstoff während der Faltenbalg aus rostfreiem Stahl AISI 321 ausgeführt ist. "L" bezieht sich auf die Länge des gelieferten Kompensators. Der angezeigte Delta-Wert (A-B) ist die maximale zusammenpressbare Länge oder wird auch maximale Längenausdehnung genannt. Auf Anfrage bzw. besonderen Kundenwunsch kann **ECOLINE** den Kompensator auf ein bestimmtes delta-L voreinstellen und liefern.



EINMALKOMPENSATOR		
D (DN)	L [mm]	Delta (A-B) [mm]
40	450	50
50	450	50
65	500	70
80	500	70
100	550	80
125	550	80
150	630	100
200	700	120

EINMALKOMPENSATOR		
D (DN)	L [mm]	Delta (A-B) [mm]
250	700	120
300	730	140
350	730	140
400	730	140
450	800	150
500	800	150
600	800	150

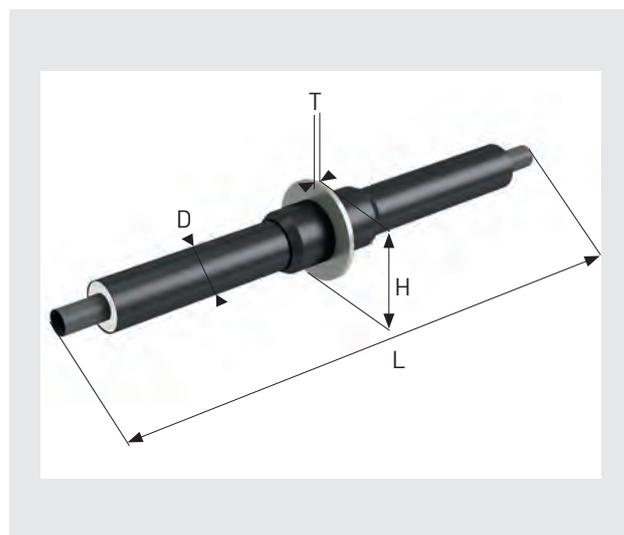
FESTPUNKTE

Festpunkte oder Verankerungsstellen

Vorisolierte Festpunkte dienen dazu, die Leitungen zu blockieren und die unerwünschten Dehnungskräfte zu vermeiden, indem sie die daraus entstehenden mechanischen Belastungen aufnehmen. Die Fixierung einer Leitung wird durch das Einschweißen eines vorgedämmten Festpunktes erreicht.

Anwendungsdaten

Max.Betriebsdruck: **25 bar** Maximale Axialbelastung der Fetspunktplatte: **150 N/mm²**. Wenn vorgesehen, sind die Festpunkte mit Drähten zur Verbindung mit dem Überwachungssystem ausgestattet, die die selben Eigenschaften aufweisen, wie die vorisolierten Rohre.



SERIE 1

FESTPUNKTE				
DN	D [mm]	L [mm]	H [mm]	T [mm]
20	90	2000	215	15
25	90	2000	215	15
32	110	2000	215	15
40	110	2000	215	15
50	125	2000	215	15
65	140	2000	245	15
80	160	2000	260	15
100	200	2000	300	15
125	225	2000	350	25
150	250	2000	380	25
200	315	2000	415	25
250	400	2400	500	30
300	450	2400	550	35
350	500	2400	600	35
400	560	2400	660	35
450	630	2400	730	45
500	710	2400	810	45
600	800	2400	900	50

FESTPUNKTE

Haupteigenschaften der verwendeten Materialien

Mediumrohr:

- Eingeschweißtes Rohr gemäß Vorschrift 10217 1,2,3 oder 5;
- Stahlklasse = P235GH, P355NH;
- Stahlplatte [S235JR].

Dämmung: nach EN 448

Ummantelung:

- Plattengehäuse durch entsprechenden wärmeschrumpfenden vorgeformten Mantel.
- Die Länge der freien Rohrenden beträgt mindestens 150 ÷ 200mm.

HINWEIS: Die Beschaffenheit der Formteile kann leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstan-

dards zurückzuführen. Die Toleranz liegt im Bereich der geltenden Vorschriften. Wenn nötig, fragen Sie unsere TECHNISCHE ABTEILUNG nach Datenbestätigung.

SERIE 2

FESTPUNKTE				
DN	D [mm]	L [mm]	H [mm]	T [mm]
20	110	2000	215	15
25	110	2000	215	15
32	125	2000	215	15
40	125	2000	215	15
50	140	2000	245	15
65	160	2000	260	15
80	180	2000	280	15
100	225	2000	350	25
125	250	2000	350	25
150	280	2000	380	25
200	355	2000	500	30
250	450	2400	550	35
300	500	2400	600	35
350	560	2400	660	35
400	630	2400	730	45
450	710	2400	810	45
500	800	2400	900	50

FESTPUNKTE

SERIE 3

FESTPUNKTE				
DN	D [mm]	L [mm]	H [mm]	T [mm]
20	125	2000	215	15
25	125	2000	215	15
32	140	2000	245	15
40	140	2000	245	15
50	160	2000	260	15
65	180	2000	280	15
80	200	2000	300	15
100	250	2000	350	25
125	280	2000	380	25
150	315	2000	415	25
200	400	2000	500	30
250	500	2400	600	35
300	560	2400	660	35
350	630	2400	730	45
400	710	2400	810	45
450	800	2400	900	50
500	900	2400	1000	50

MUFFEN

SET ZUR NACHISOLIERUNG

ECOLINE bietet vier verschiedene Systeme zur Nachdämmung in den Verbindungszonen an. Sämtliche Systeme sind gemäß der EN489 (zertifiziert bei 100/1000 Bewegungszyklen):

1) Doppeldichtende Muffe

- Erhältlich für \varnothing PEHD = 90÷900 mm;
- Gefertigtes zylinderförmiges wärmeschrumpfendes PEHD Rohrstück und zwei wärmeschrumpfende geschlossene Manschetten;
- Dichtheitsprüfung und darauffolgendes Ausschäumen vor Ort.

2) Vernetzte Muffe ohne Schalung

- Erhältlich für \varnothing e PEHD = 90÷710 mm;
- Gefertigtes zylinderförmiges wärmeschrumpfendes vernetztes PEHD Rohrstück;
- Dichtheitsprüfung und darauffolgendes Ausschäumen vor Ort.

3) Vernetzte Muffe mit Schalung

- Erhältlich für \varnothing e PEHD = 90÷250 mm mit Einwegschalung;
- Erhältlich für \varnothing e PEHD = 280÷710 mm mit wiederverwendbarer Schalung;
- Vorgefertigtes zylinderförmiges wärmeschrumpfendes vernetztes PEHD Rohrstück und Ausschäumen der Schalung vor Ort. Störungsprüfung und Endversiegelung durch Wärmeschrumpfung des vernetzten Rohrstückes.

4) Elektroschweißmuffe

- Erhältlich für \varnothing e PEHD = 90÷900 mm;
- Vorgefertigtes zylinderförmiges wärmeschrumpfendes Rohrstück;
- Dichtheitsprüfung und darauf folgendes Ausschäumen vor Ort.



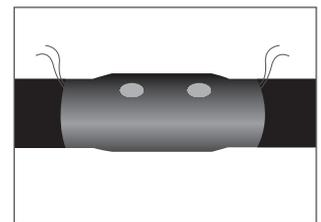
1.



2.



3.



4.

MUFFEN

EIGENSCHAFTEN UND VORTEILE DER ERHÄLTlichen MUFFEN

Eine große Anzahl von Bedingungen bestimmt welches System am besten zum Einsatz kommt:

- a) Bodenverhältnisse;
- b) Erfahrungen/Gewohnheiten des Auftraggebers/des Planers;
- c) Kostenanalyse;
- d) Reproduzierbarkeit der Dichtheit;
- e) Erfahrungsniveau der beauftragten Firma.

ECOLINE unterstützt Sie bei der Wahl des am besten für Sie geeigneten Systems dank ihrer langjährigen Erfahrung. Das Fachpersonal wird Ihnen die Vorteile und Nachteile der jeweiligen Systeme erläutern, damit Sie die beste Entscheidung treffen können.

Spezifische Eigenschaften/Vorteile

1) Doppeldichtende Muffe

- a) Preiswert;
- b) Geprüftes erfolgreiches System.

2) Vernetzte Muffe ohne Schalung

- a) Gewährleistet Dichtheit unter schwierigen Bedingungen (Grundwasser usw.);
- b) Anwenderfreundliche Montage.

3) Vernetzte Muffe mit Schalung

- a) Es ist möglich, das Ausschäumen vor der Versiegelung zu überprüfen;
- b) Keine Luftblasen in der Nachdämmungszone;
- c) Keine Löcher, daher keine Verschlussstopfen.

4) Elektroschweißmuffe

- a) Gewährleistete Dichtheit bei ständigem Vorhandensein von Wasser;
- b) Dichtheit ist durch Elektroschweißen und nicht durch Wärmeschrumpfung gewährleistet.

MUFFEN

EINBAUVORAUSSETZUNGEN

Die Voraussetzungen für die Monteure und für das benötigte Arbeitsmaterial hängen vom gewählten Nachisolierungssystem ab.

	VORAUSSETZUNGEN FÜR MONTEURE	ARBEITSMATERIAL
Schweißmuffen:	Darf nur von zertifiziertem Fachpersonal ausgeführt werden	Schweißmaschine
Vernetzte Muffen:	Darf nur von zertifiziertem Fachpersonal ausgeführt werden	Übliche Werkzeuge (Quetschzange, Abisolierzange, Meißel, Hammer) + Schweißbrenner + Stopfenschweißgerät zum Schweißen der Verschlussstopfen
Doppeldichtende Muffe:	Eine gewisse Erfahrung ist erforderlich, die Verbindung kann aber auch unter Beachtung einfacher Anleitungen richtig ausgeführt werden	Übliche Werkzeuge (Quetschzange, Abisolierzange, Meißel, Hammer) + Schweißbrenner + Stopfenschweißgerät zum Schweißen der Verschlussstopfen

Hinweis zu jedem System: sämtliche im Set enthaltene Materialien und Stoffe sind in trockenen und belüfteten Räumen aufzubewahren. Darüber hinaus sind sie in der Originalverpackung zu lagern. Direkte Sonneneinstrahlung und andere Umwelteinflüsse wie Regen, Schnee und Staub

sind zu vermeiden. Besonders für Polyurethan Komponenten soll die Lagertemperatur zwischen 10°C und 25°C liegen.

Es ist empfehlenswert, Kontakt mit der Firma ECOLINE aufzunehmen, um die Aus- und Weiterbildung der Muffen Monteure zu planen.

Technische Eigenschaften für jedes erhältliche System: **DOPPELDICHTENDE MUFFE: Inhalt des Sets**



- A) N. 1 Wärmeschrumpfendes Muffen Rohr aus mechanisch aufgeweitetem Polyethylen;
- B) Abdichtendes Butyl Kautschukband;
- C) N. 2 wärmeschrumpfende Manschetten;
- D) N. 2 Entlüftungsstopfen;
- E) N. 2 Verschlussstopfen*;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort;
- Elektrosatz (Kabel, Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, falls vorhanden.

* Alternativ können 2 wärmeschrumpfende Verschluss "padges" (FOPS) geliefert werden

MUFFEN

Folgende Ausrüstung sollte auf der Baustelle vorhanden sein:

- Ausstattung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfenschweißgerät;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit einer Öffnung von \varnothing 30÷50 mm;
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Spiralfräser \varnothing 24 mm;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60÷80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Alkohol und Lappen;
- Ausrüstung zur Druckprüfung.

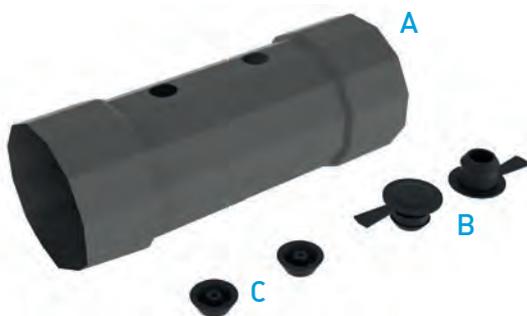
PEHD [mm]	Länge Muffen Rohr STD Set [mm]	Länge Muffen Rohr Set mit Einmalkompensator [mm]
90	500	1500
110	500	1500
125	500	1500
140	500	1500
160	500	1500
180	500	1500
200	500	1500
225	500	1500
250	500	1500
280	500	1500
315	500	1500
355	500	1500
400	600	1500
450	600	1500
500	600	1500
560	600	1500
630	600	1500
710	600	1500
800	600	1500
900	600	1500
1000	600	1500

HINWEIS: Die Dimensionen können leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen. Die Toleranz liegt im Bereich der geltenden Vorschriften. Wenn nötig, fragen Sie unsere TECHNISCHE ABTEILUNG nach Datenbestätigung.

MUFFEN

VERNETZTE MUFFE OHNE SCHALUNG

Inhalt des Sets



- A) N. 1 Wärmeschrumpfendes Muffen Rohr aus vernetztem Polyethylen (mit Spachtelmasse an den Endteilen);
- B) N. 2 Entlüftungsstopfen;
- C) N. 2 Verschlussstopfen;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort;
- Elektrosatz (Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden.

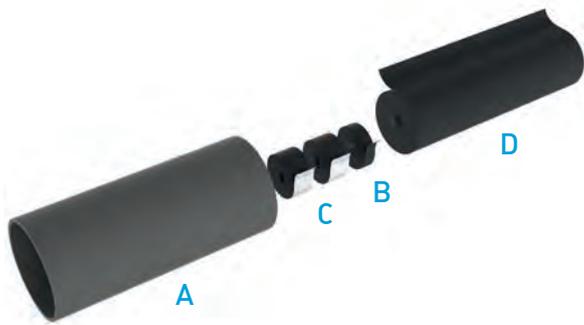
Folgende Ausrüstung sollte auf der Baustelle vorhanden sein:

- Ausrüstung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfenschweißgerät;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit einer Öffnung von \varnothing 30÷50 mm;
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Kegelfräser \varnothing 27 mm;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60÷80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Ausrüstung zur Druckprüfung;
- Reinigungslösungsmittel.

De PEHD [mm]	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710
Länge vom Muffen Rohr STD Set [mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	700	700	700	700	700	700

MUFFEN

VERNETZTE MUFFE MIT SCHALUNG Inhalt des Sets



- A) N. 1 Wärmeschrumpfendes Muffen Rohr aus vernetztem Polyethylen;
- B) Spannbänder;
- C) N. 2 Klebebänder;
- D) N. 1 Schrumpffilm (erforderlich bei Grundwasser);
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort;
- Elektrosatz (Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden;
- Schalung, Einweg oder wiederverwendbar je nach Dimension.

Folgende Ausrüstung sollte auf der Baustelle vorhanden sein:

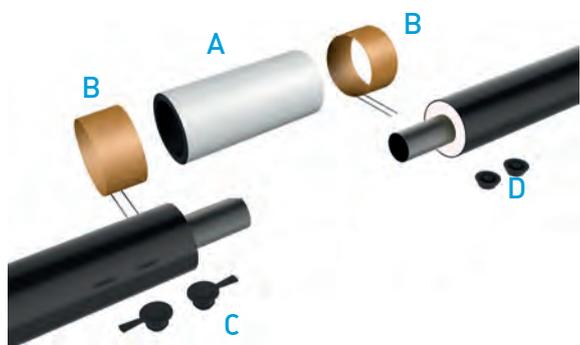
- Thermometer;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit Öffnung $\varnothing 30 \div 50$ mm;
- Druckregler;
- Rollgerät;
- Reinigungslösungsmittel;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von $60 \div 80$ auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Dreikantschaber.

MUFFEN

De PEHD [mm]	Länge Muffen Rohr STD Set [mm]	Schalung
90	750	einweg
110	750	einweg
125	750	einweg
140	750	einweg
160	750	einweg
180	750	einweg
200	750	einweg
225	750	einweg
250	750	einweg
280	750	einweg
315	750	einweg
355	750	einweg
400	750	einweg
450	750	einweg
500	750	einweg
560	750	einweg
630	750	einweg
710	750	einweg

MUFFEN

ELEKTROSCHWEISSMUFFE: Inhalt des Sets



- A) N. 1 Elektroschweißbares Muffen Rohr aus Polyethylen;
- B) N. 2 Widerstände und Temperaturfühler;
- C) N. 2 Entlüftungsstopfen;
- D) N. 2 Verschlussstopfen;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort
- Elektrosatz (Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden.

Folgende Ausrüstung sollte auf der Baustelle vorhanden sein:

- Ausrüstung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfenschweißgerät;
- Schweißmaschine und entsprechende Spannreifen zum Elektroschweißen der Muffe;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit einer Öffnung von \varnothing 30÷50 mm
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Spiralfräser \varnothing 24 mm;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60÷80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Reinigungslösungsmittel;
- Ausrüstung zur Druckprüfung.

De PEHD [mm]	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280
Länge vom Muffen Rohr STD Set [mm]	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

De PEHD [mm]	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000
Länge vom Muffen Rohr STD Set [mm]	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700

HINWEIS: Die Dimensionen können leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen. Die Toleranz liegt im Bereich der geltenden Vorschriften. Wenn nötig, fragen Sie unsere TECHNISCHE ABTEILUNG nach Datenbestätigung.

ENDMUFFEN

Am Ende einer Leitung oder eines Anschlusses können Endelemente je nach Auftrag hinzugefügt werden.

1) Endmuffe

- Erhältlich für \varnothing_e PEHD = 90÷900 mm.;
- Sie dient als Schutz der Abschlussteile im Boden der vorisolierten Leitungen, die im Erdreich bis zu eventuell künftigen Erweiterungen verlegt bleiben müssen;
- Voreingebautes zylindrisches wärmeschrumpfendes Muffenrohr mit verschweißter Endplatte;
- Dichtheitsprüfung und darauffolgendes Ausschäumen vor Ort.

2) Vernetzte Schrumpfkappe

- Erhältlich für \varnothing_e PEHD = 90÷900 mm.;
- Sie dient als Schutz der Polyurethan-Dämmung vor Feuchtigkeit. Sie wird gewöhnlich am Ende der vorisolierten Leitung angebracht, in Unterstationen und/oder im Heizkraftwerk;

- Schutz erfolgt durch gleichzeitige Wärmeschrumpfung auf den Außenflächen des Stahlrohres (freies Rohrende) und auf dem Außenmantel aus PEHD;
- Die Schrumpfkappe ist vor dem Schweißen in die Leitungen einzustecken;
- Wenn die Leitungen schon eingeschweißt worden sind oder im Falle von größeren oder vom Standard abweichenden Durchmessern, sind auf Anfrage andere Produkte mit demselben Zweck erhältlich.

3) Mauerdurchführung

- Erhältlich für \varnothing_e PEHD = 90÷900 mm, besteht aus widerstandsfähigem Gummi und wird zur Versiegelung der Rohraußenfläche im Mauerwerk verwendet. Darüber hinaus erlaubt es leichte Ausdehnungen, ohne die Kontaktflächen zu schädigen.



1.



2.



3.

ENDMUFFEN

Allgemeine Beschreibung mit erhältlichen Teilen
und Anwendung ENDMUFFE

Inhalt des Sets:



- A) N. 1 Wärmeschrumpfendes Muffen Rohr aus mechanisch erweitertem Polyethylen;
- B) abdichtendes Butyl Kautschukband;
- C) N. 1 wärmeschrumpfende Manschette;
- D) N. 1 Entlüftungsstopfen;
- E) N. 1 Verschlussstopfen;
- Abschlussklappe aus Stahl;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort
- Elektrosatz (Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden;

Folgende Ausrüstung sollte auf der Baustelle vorhanden sein:

- Ausrüstung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfenschweißgerät;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit Öffnung \varnothing 30÷50 mm;
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Spiralfräser \varnothing 24 mm;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60÷80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Reinigungslösungsmittel;
- Ausrüstung zur Druckprüfung.

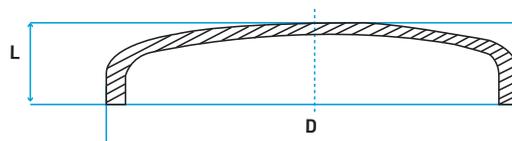
ENDMUFFEN

De PEHD mm	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280
Länge vom Muffen Rohr STD Set mm	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

De PEHD mm	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000
Länge vom Muffen Rohr STD Set mm	600	600	600	700	700	700	700	700	700	700	700

ABMESSUNGEN DER GEWÖLBTEN STAHLVERSCHLUSSKAPPEN

D (DN)	L [mm]	D (DN)	L [mm]	D (DN)	L [mm]
20	25	80	51	300	152
25	25	100	64	350	165
32	38	125	76	400	178
40	38	150	89	450	203
50	38	200	102	500	229
65	38	250	127	600	267



DÄMMUNG DER MUFFEN

DÄMMUNG DER MUFFEN

ECOLINE hat ein System zur Nachdämmung entwickelt, das die Lieferung von zwei in Kanistern enthaltenen Chemikalien vorsieht, deren Inhalt zum Herstellen des Polyurethan- Schaums dient. Wenn nach den Anweisungen richtig aufbewahrt, können die Behälter bis zu 3 Monaten ab dem Verpackungsdatum gelagert und deren Inhalt ver-

wendet werden. Die in den Behältern gelieferten Chemikalien entsprechen der EN 253.

In den Kunststoffbehältern sind die zwei-Komponenten Chemikalien (A = Polyol + **Cyclopentan**, B= Isocyanat) je nach Leitungsdurchmesser vordosiert worden.

Die Behälter sind anschließend in einer Styrolschachtel verpackt, um den Wärmeaustausch mit der Umgebung zu reduzieren.



VORSICHT!

Die Behälter, die die Bestandteile zum Herstellen des Polyurethan- Schaumes enthalten, sollen bei einer Temperatur zwischen 15 °C und 25 °C gelagert werden. Sie sind mindestens bis zu 3 Monaten ab dem auf der Verpackung angezeigten

Datum haltbar. Nachdem die Chemikalien verarbeitet worden sind, ist es wichtig, einen Teil der Mischung in den zweiten Behälter zu gießen, so dass beide Behälter das reagierte Produkt enthalten.

Auf diese Weise werden gefährliche Produkte, die schwer zu beseitigen sind, vermieden.

DÄMMUNG DER MUFFEN

SERIE 1

Vordosierte Komponente des Polyurethan-Schaumes im Set zur Nachisolierung			
DN Mediumrohr	D _e PEHD [mm]	Polyol [kg]	Isocyanat [kg]
20	90	0,10	0,14
25	90	0,10	0,14
32	110	0,14	0,19
40	110	0,14	0,19
50	125	0,17	0,23
65	140	0,19	0,26
80	160	0,24	0,33
100	200	0,37	0,5
125	225	0,42	0,57
150	250	0,47	0,64
200	315	0,68	0,92
250	400	1,42	1,92
300	450	1,73	2,34
350	500	2,19	2,96
400	560	2,6	3,52
450	630	2,57	3,47
500	710	4,17	5,63
600	800	4,56	6,16

HINWEIS: Die Mengen könnten Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen

DÄMMUNG DER MUFFEN

SERIE 2

Vordosierte Komponente des Polyurethan-Schaumes im Set zur Nachisolierung			
DN Mediumrohr	D _e PEHD [mm]	Polyol [kg]	Isocyanat [kg]
20	110	0,12	0,17
25	110	0,12	0,17
32	125	0,17	0,23
40	125	0,17	0,23
50	140	0,20	0,28
65	160	0,23	0,31
80	180	0,29	0,40
100	225	0,44	0,60
125	250	0,50	0,69
150	280	0,56	0,77
200	355	0,82	1,10
250	450	1,70	2,30
300	500	2,08	2,80
350	560	2,63	3,55
400	630	3,12	4,22
450	710	3,08	4,16
500	800	5,00	6,75
600	900	5,47	7,40

DÄMMUNG DER MUFFEN

SERIE 3

Vordosierte Komponente des Polyurethan-Schaumes im Set zur Nachisolierung

DN Mediumrohr	D _e PEHD [mm]	Polyol [kg]	Isocyanat [kg]
20	125	0,14	0,20
25	125	0,14	0,20
32	140	0,20	0,27
40	140	0,20	0,33
50	160	0,24	0,33
65	180	0,27	0,37
80	225	0,34	0,48
100	250	0,53	0,72
125	280	0,60	0,82
150	315	0,68	0,92
200	400	0,98	1,32
250	500	2,04	2,76
300	560	2,49	3,37
350	630	3,15	4,26
400	710	3,74	5,06
450	800	3,70	5,00
500	900	6,00	8,10
600	1000	6,56	8,90

ZUBEHÖR

SCHRUMPFENDKAPPE



MEDIUMROHR		PEHD
DN	d [mm]	De [mm]
20-25	26,9 - 33,7	90
25-32	33,7 - 42,4	110-125
32	42,4	140
40	48,3	110-140
50-65	60,3-76,1	125-140
50-80	60,3-88,9	160-180
80-100	88,9 - 114,3	200
100-125	114,3 - 139,7	225
125 - 150	139,7 - 168,3	250
150	168,3	280
200	219,1	315
200 - 250	219,1 - 273	355 - 400
300	323,9	450

MAUERDICHTUNG FÜR WANDDURCHFÜHRUNGEN

Die Mauerdichtungen sind ungefähr 18,5 mm dick (T=ca. 18,5mm) und ungefähr 50 mm lang (L= ca. 50 mm)



PEHD De [mm]	Mauerdichtung D [mm]
90	127
110	147
125	162
140	177
160	197
180	217
200	237
225	262
250	287
280	317
315	352
355	392
400	437
450	487
500	537
560	597
630	667
710	747
800	837
900	937
1000	1037

HINWEIS: Die Dimensionen können leichte Abweichungen bzw. Unterschiede aufweisen. Das ist auf die ständige Verbesserung der Produktionsstandards zurückzuführen. Wenn nötig, fragen Sie unsere **TECHNISCHE ABTEILUNG** nach Datenbestätigung.

ZUBEHÖR

ZUBEHÖR

Dehnpolster

Dehnpolstermaterial ist dazu gedacht, das Verformen der Leitungen zu absorbieren, das auf die Ausdehnung zurückzuführen ist, welche die Folge der Erwärmung der transportierten Flüssigkeit ist. Die Art und Weise und die Intensität solcher Wärmeausdehnungen des Systems bestimmen die Strecke der Leitung, die anzubringen ist und die Anzahl der Schichten des Dehnpolsters, die anzuwenden ist.

Das Dehnpolstermaterial soll so um die PEHD

Leitung angebracht werden, dass keine Dauerbetriebstemperaturen über 50°C entstehen. Das Dehnpolstermaterial besteht aus komplett geschlossenzelligem PESchaumstoff, welcher unverrotbar, innen geschlitzt und ca. 30 Kg/m³ dicht ist. Das Dehnpolstermaterial wird in 40 mm starken Platten mit zwei unterschiedlichen Abmessungen geliefert:

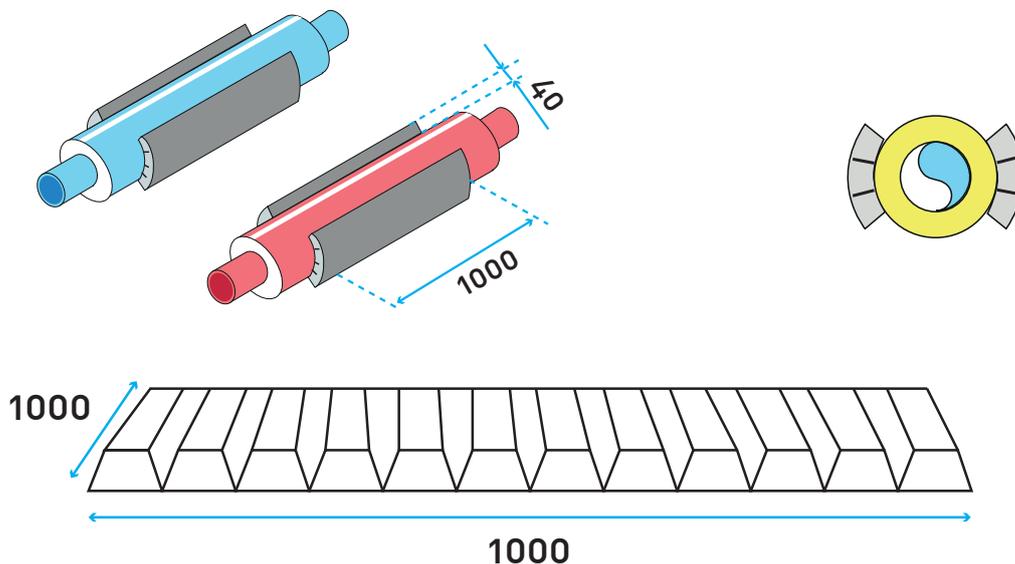
1) 1000 x 1000 mm.

2) 2000 x 1000 mm.

Der Außendurchmesser der Leitung bestimmt welche zwischen den zwei o.g. Dimensionen zu bestellen ist, zusammen mit der benötigten Menge.

AUSLEGUNG UND ANBRINGEN DES DEHNPOLSTERS

Anmerkung: Die benötigte Menge des Dehnpolsters wird im Verlegungslayout angezeigt.



ZUBEHÖR

Warnband

Wenn die Leitung im Erdreich verlegt werden muss, ist es empfehlenswert ein detektierbares Warnband unter Berücksichtigung der vor Ort geltenden Vorschriften einzusetzen. Der Abstand zwischen dem Warnband und dem Graben soll ca. 50 cm betragen. Die geltenden Vorschriften müssen diesbezüglich beachtet werden. Das Warnband weist die Menschen darauf hin, dass Fernwärmeleitungen vorhanden sind. Das von **ECOLINE** angelieferte Band aus Kunststoff weist die Aufschrift "ACHTUNG, FERNWÄRMELEITUNG" auf, ist rötlich/violett und ist auf 200 m langen und 100 mm breiten Rollen erhältlich.



ÜBERWACHUNGSSYSTEM

Grundsätze und Bedeutung des Überwachungssystems

Das zur ständigen Überwachung des Leitungsnetzes entwickelte Überwachungssystem besteht aus zwei blanken Kupferdrähten, die in der Rohrdämmung angebracht sind.

Das System erlaubt ein frühzeitiges Erkennen von auftretenden Störungen des PEHD Außenmantels, der Verbindungen und des Mediumrohres. Es meldet die eintretende Störung (Leckage), bevor die Korrosion oder Feuchte die Rohrleitungen bzw. die Polyurethan-Dämmung schädigen können.

Im Fall eines vorisolierten im Erdreich verlegten Leitungsnetzes ist ein Überwachungssystem in zwei Phasen besonders vorteilhaft:

1) Einbauphase

Das Fernüberwachungssystem kann als Bestandteil der Maßnahmen zur Qualitätsgewährleistung des abgelieferten Fernwärmenetzes vor seiner ersten Inbetriebnahme genutzt werden.

2) Betriebsphase

Das Fernüberwachungssystem erlaubt ein frühzeitiges Erkennen von Leckagen bei der Dämmung, von eventuellen Leitungsbrüchen, Fehlern oder Feuchteschäden.

Auf jeden Fall trägt ein Fernüberwachungssystem dazu bei, dass geringere Unannehmlichkeiten, Aufwand und Kosten zur Problembehebung anfallen.

Beschreibung des Überwachungssystems

Um fernüberwacht werden zu können, sind die vorisolierten Rohrleitungen und Zubehörteile mit zwei 1,5 mm² starken blanken Kupferdrähten (einmal verzinkt, einmal nicht) ausgestattet, die in der Polyurethan-Dämmung angebracht sind. Ein solches System wird üblicherweise "Nordisches System" genannt. Der Markt bietet heutzutage andere Fernüberwachungssysteme an, die nach anderen Grundsätzen funktionieren. Weitere Informationen darüber erhalten Sie von unserem Fachpersonal.

Elemente zum Herstellen von Drahtausführungen

Abhängig von der Länge des FW-Netzes und des Überwachungssystems können eine oder mehrere "Drahtausführungen" notwendig sein. Unter "Ausführung" versteht man eine oder mehrere Stellen, an denen die Drähte aus der Leitung herausgezogen werden müssen, um die Kreisläufe zu trennen oder weil sie geprüft werden müssen. **ECOLINE** bietet das im Folgenden beschriebene notwendige Arbeitsmaterial zu diesem Verfahren.

Kabel

Ein 3/5 adriges Kabel mit dem gleichen Querschnitt wie die Überwachungsdrähte im Rohr wird gewöhnlich eingesetzt, um die Drähte in den Rohren mit dem Anschlussklemmenbrett zu verbinden. Das 5 adrige Kabel ist geeignet, im Erdreich verwendet zu werden. Es ist mit einem Doppelmantel ausgestattet und ist temperaturbeständig. Unterschiedliche Längen sind erhältlich.

ÜBERWACHUNGSSYSTEM

Zubehör Drahtausführungen

Das o.g. Kabel ist mit den Drähten der Rohrleitung über bestimmte Klemmhülsen verbunden. Es handelt sich hier um die gleichen Klemmhülsen, die in den elektrischen Sets zur Nachisolierung zu finden sind. Das Kabel ragt aus der Rohrleitung durch einen 90° Krümmer (oder "Pipette") hinaus, der direkt auf dem PEHD Rohraußenmantel angeschweißt ist. Das Schweißverfahren ist dasselbe wie bei den Verschlussstopfen der Muffen. Um das Kabel dicht zu verschließen, wird ein wärmeschrumpfender Pfropfen mitgeliefert.

Zusammenfassend:

- A) Klemmhülsen (CRIMP)
- B) PEHD 90° Krümmer
- C) Wärmeschrumpfender Pfropfen zum Dichtverschluss des Krümmers.

Fernüberwachungssysteme

Die herausragenden freien Kabel des Überwachungssystems können je nach der gewünschten Prüfung an unterschiedliche Prüfgeräte angeschlossen werden. Bei passiven Prüfungen, die von einem Mitarbeiter vor Ort durch Messungen durchgeführt werden, können die frei liegenden Kabeln mit einem in einer Fiberglas Umhüllung liegenden Klemmbrett verbunden werden. Bei aktiven Prüfungen, die ständig vom Überwachungssystem durchgeführt werden, sind die Kabel an das entsprechende Steuergerät des Fernüberwachungssystems angeschlossen.

ECOLINE verfügt über unterschiedliche Überwachungssysteme bzw. Fernüberwachungssysteme. Unser Fachpersonal steht Ihnen gern zur Beratung des für Sie am besten passenden Systems zur Verfügung.

**FERNWÄRMENETZE
VERBUNDSYSTEM**
Planung



VORBEMERKUNG

Die Projektierung eines Fernwärmenetzes untergliedert sich in drei Makrophasen:

- **Planung der Wärmeerzeugung;**
- **Planung des Wärmetransports;**
- **Planung der Wärmeübergabe zu Abnehmern.**

Ziel dieses Abschnitts des Katalogs von **ECOLINE** ist es, den Projektplanern die Richtlinien zur korrekten Projektierung des Versorgungsnetzes bei einem Fernwärmenetz zu geben.

Die Planung eines Wärmeversorgungsnetzes untergliedert sich in die folgenden Makrophasen:

- **Geländeaufnahme;**
- **Strömungsplanung;**
- **Mechanische Projektierung;**
- **Fließplanung;**
- **Festlegung der Eigenschaften der bei dem Fernwärmenetz verwendeten Materialien (spezielle Baubeschreibung);**
- **Berechnung der Bauteile.**

Im Folgenden sind die Anweisungen zur Planung im Bereich Strömung und Mechanik eines Versorgungsnetzes bei einem Fernwärmesystem anhand vereinfachter Grundlayouts erklärt. Projektierung für kompliziertere Systeme benötigt weitere Vertiefungen durch den beauftragten Planer.

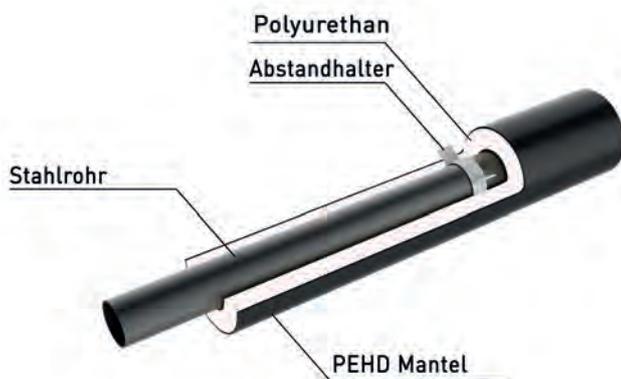
Die technische Abteilung der Firma ECOLINE steht Kunden/Planern gern für individuelle Beratung und Unterstützung zur Verfügung.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

1. Vorbemerkung

Die modernen Fernwärmeanlagen sind ein Verbundsystem, d.h. ein werkmäßiges Verbundmantelrohrsystem, bestehend aus vorisolierten Rohren. Die ganze Anlage ist wie folgt zusammengesetzt:

1. Mediumrohr;
2. Dämmung aus Polyurethan-Hartschaum;
3. Außenmantel aus Polyethylen hoher Dichte.



In den vorliegenden Planungsanleitungen werden Verbundmantelrohrnetze betrachtet, in denen das Mediumrohr aus Stahl besteht.

Die erdverlegten Leitungen sind Verformungen wegen des Temperaturunterschiedes zwischen Verlegungs- und Betriebstemperatur ausgesetzt. Solche Verformungen werden teilweise durch die Reibung zwischen dem Boden und dem Polyethylen-Mantel vermieden. In vorisolierten Leitungen

wird die Reibkraft vom Mantel durch den Polyurethan-Hartschaum zum Mediumrohr übertragen. Dadurch entstehen axiale Druck und Spannungen im Rohrsystem. Beim Planen ist es daher notwendig, solche axialen Spannungen in Betracht zu ziehen und eine mechanische Berechnung der Hauptleitung durchzuführen. Dazu soll man:

- Die axialen Spannungen in punkto Druck/Zugkraft im Rohrsystem berechnen und nachprüfen, ob sie kompatibel mit der zulässigen Spannung sind;
- Die Absorption der Verformungen an Endteilen der geraden Rohrleitungen berechnen und bestimmen, um Beschädigungen des Polyurethan-Hartschaums zu vermeiden;
- Die Bestandteile (Bogen, T-Stücke) unter Spannung prüfen.

Auf europäischer Ebene ist das Gebiet der mechanischen Projektierung für Fernwärmenetze durch die Vorschrift UNI EN 13941 geregelt. Nach dieser Norm werden die Fernwärmenetze je nach dem axialen Spannungsniveau des Mediumrohres in drei Gruppen unterteilt:

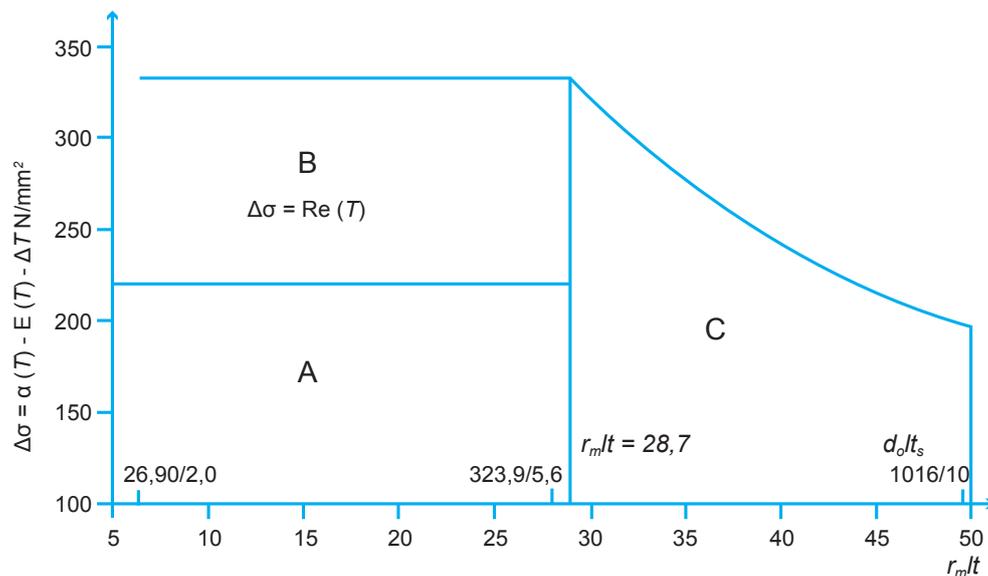
Projektklasse A: Rohre kleinen oder mittleren Durchmessers mit niedrigen axialen Spannungen.

Projektklasse B: Rohre kleinen oder mittleren Durchmessers mit hohen axialen Spannungen.

Projektklasse C: Rohre großen Durchmessers und/oder hoher Druck.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

In der nächsten Abbildung, von der o.g. Norm wiedergegeben, sind die drei Projektklassen dargestellt:



1.

Je nach der Projektklasse, sieht die o.g. Norm gewisse Regelungen vor, die bei der Planung und Auslegung des Verbundmantelrohrleitungsnetzes beachtet werden sollen, wie zum Beispiel:

- **Schweißnahtkontrolle;**
- **Ermüdungsanalyse;**
- **Überdeckungshöhe bei der mechanischen Projektierung.**

Bezüglich der Überdeckungshöhe bei der mechanischen Projektierung schreibt die Norm vor, dass die mechanische Projektierung für Rohrsysteme der Klassen A und B nach den in den Tabellen angeführten Werten erfolgen darf. Das heißt, dass die Werte des zu projektierenden Rohrleitungsnetzes aus den Herstellerhandbüchern entnommen werden dürfen. Dabei sind aber die spezifi-

¹ Abbildung aus der Norm UNI EN 13941 entnommen

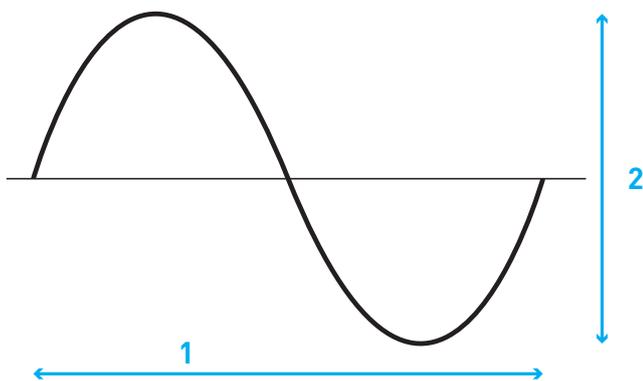
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

schen Parameter des auszuführenden Netzes zu berücksichtigen.

Für Rohrsysteme, die dagegen zur Klasse C gehören, muss die Projektierung nach sämtlichen erforderlichen Prüfungen erfolgen. In dieser Hinsicht kann ein Berechnungsprogramm für Finite Elemente sehr hilfreich sein.

In Bezug auf den Sicherheitskoeffizient bei der Ermüdungsanalyse schreibt die Norm jeder Klas-

se einen äquivalenten Vollastwechsel vor. Mit Vollastwechsel meint die Norm die Anzahl von kompletten Wärme-Kälte Zyklen, mit der die Rohrleitungen zurechtkommen müssen, wie die folgende, aus der Norm UNI EN 13941 kopierte, Abbildung zeigt. Ein Lastwechsel umfasst einen vollen Einwirkungsverlauf (d.h. das zweifache des berechneten Mittelwertes der Einwirkungsamplitude).



1.

In diesem Handbuch sind alle Werte so berechnet worden, dass der in der oben genannten Norm angeführte Vollastwechsel immer eingehalten wird:

ART VON FERNWÄRMENETZ	VOLLASTWECHSEL
Hauptrohrleitungen	100
Verteilungsrohrleitungen	250
Hausanschlussleitungen	1000

- 1 kompletter Zyklus
- 2 Temperatur Bereich

¹ Aus der Norm UNI EN 13 941:2013

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Dieser Abschnitt des Handbuchs von **ECOLINE** ist den Anforderungen gewidmet, die bei der Projektierung eines Fernwärmenetzes der Projektklassen A oder B zu erfüllen sind.

Beim Einhalten der Anleitungen dieses Handbuchs und beim Berücksichtigen der spezifischen Bedingungen des betroffenen Netzes hat man die Sicherheit, die notwendigen statischen Einschränkungen einzuhalten.

Des Weiteren stellt dieses Handbuch einen Anhaltspunkt bei der groben Projektierung eines Netzes der Klasse C dar. Die detaillierte Projektierung muss nach den entsprechenden in der Norm angeführten Berechnungen erfolgen.

Für Vertiefungen der von Kunden durchgeführten statischen Berechnungen steht das Fachpersonal der technischen Abteilung von **ECOLINE** zur Verfügung.

Darüber hinaus können unsere Mitarbeiter die Kunden über die spezifischen Berechnungen für das auszuführende Netz gern beraten und unterstützen.

Außerdem ist ECOLINE in der Lage, Kundennetze zu prüfen, die zur Projektklasse C gehören. Diese Prüfungen werden mit der speziellen Software SiS-KMR, immer in der aktuellsten verfügbaren Version, durchgeführt. Es handelt sich um den höchsten international anerkannten Standard für die statische Berechnung von Fernwärmenetzen.

2. Reibungskräfte

Die erdverlegten Leitungen sind Verformungen aufgrund des Temperaturunterschieds zwischen Verlegungs- und Betriebstemperatur ausgesetzt. Solche Verformungen werden teilweise durch die Reibung zwischen dem Boden und dem Polyethylen-Mantel vermieden. In den Verbundmantelrohrleitungsnetzen entsteht eine Verbundstruktur, in der die Bestandteile miteinander kraftschlüssig verbunden sind. In diesen vorisolierten Leitungen wird die Reibkraft vom Mantel zum Mediumrohr durch den Polyurethan-Hartschaum übertragen. Dadurch entstehen axiale Druck und Spannungen im Rohrsystem.

Diese Beanspruchungen treten in Form von Druckspannungen während der Heizungsphase der Leitung und in Form von Zugspannungen während der Abkühlungsphase der Leitung auf.

Die Reibungskraft steigt mit der Zunahme der Länge des erdverlegten geraden Netzes. Die Reibungskraft hängt von folgenden Faktoren ab:

- Beschaffenheit des Wiederverfüllungsmaterials;
- Überdeckungshöhe;
- Flächenbelastungen;
- Rohraußendurchmesser der isolierten Leitung;
- Wasser.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Hier der mathematische Ausdruck der Reibungskraft:

$$F = \mu \left(\frac{1+K_0}{2} \sigma_v \pi D + G - \gamma_s \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right); \quad \left[\frac{N}{m} \right] \quad [\text{Eq. 2.1}]$$

μ : Reibungskoeffizient zwischen Sand und Polyethylen (Im Folgenden = 0,4)

K_0 : der Koeffizient des Bodenruhedrucks, im Folgenden = 0,5

σ_v : die effektive Bodenspannung in Höhe der Rohrmitte [N/m]

D : Außendurchmesser des PE Mantels [m]

G : Das effektive Eigengewicht des mit Wasser gefüllten Rohres [N/m]

γ_s : Spezifisches Gewicht des Bodens [N/m³]

Der Wert der Bodenspannung σ_v ändert sich je nach dem Grundwasserspiegel, falls vorhanden [H_w]. H entspricht der Tiefe der Erdverlegung der Rohrleitung, als Abstand zwischen Erdoberfläche und oberster Außenseite des Rohres gemeint.

- wenn $H_w < Z$ $\sigma_v = \gamma_s H_w + \gamma_{sw} (Z - H_w)$
- wenn $H_w \geq Z$ $\sigma_v = \gamma_s Z$

Wo $Z = H + D/2$.

Im Folgenden werden Fälle betrachtet, bei denen der Grundwasserspiegel tiefer als die Erdverlegungstiefe der Rohrleitungen, d.h. $H_w \geq Z$, liegt.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

3. Größte Beanspruchung in der Rohrleitung, natürlicher Festpunkt und Haftbereich

Ein gerader vorisolierter erdverlegter und aufgeheizter Netzabschnitt ist zweierlei Beanspruchungen ausgesetzt: mechanische und thermische Beanspruchungen.

Die mechanischen Beanspruchungen sind vom Flüssigkeitsdruck in der Leitung verursacht während die thermischen Beanspruchungen durch die Temperaturspreizungen zwischen Verlege- und Betriebstemperatur verursacht werden. Wie erwähnt, werden diese Beanspruchungen durch die Bodenreibung partial vermieden.

In der Längsrichtung, d.h. parallel dem Rohrleitungsscheitel, ergibt sich eine Spannung sowohl mechanischen als auch thermischem Ursprungs.

Die aufgrund des Innendrucks vorhandene Spannung in der Längsrichtung σ_p ist immer eine Zugspannung und kann durch die Formel dargestellt werden:

$$\sigma_p = \frac{(d_i P)}{4t}$$

d_i : Innendurchmesser des Mediumrohres;

P: Betriebsdruck;

t: Stärke des Mediumrohres.

Bei einem oberirdischen Rohrleitungsnetz oder bei einem vorisolierten erdverlegten Fernwärmenetz mit blockierten Rohrenden ist die thermische

Einwirkung konstant und direkt proportional zum Temperaturdifferenz Sprung ΔT . Es handelt sich um eine Druckspannung während der Erwärmungsphase des Rohrleitungsnetzes und um Zugwirkung während der Abkühlungsphase.

Bei einem erdverlegten Fernwärmenetz mit freien Rohrenden, die sich frei ausdehnen können, ist die Einwirkung bei jedem Netzabschnitt anders. Die Beanspruchung nimmt mit der Entfernung vom freien Rohrende zu, bis der höchste Wert im Haftbereich oder am natürlichen Festpunkt erreicht wird.

Während der Erwärmungsphase ist die von der Reibung verursachte Beanspruchung eine Druckspannung, die durch diese Formel berechnet werden kann:

$$\sigma = \frac{Fl}{A_s}$$

Wobei:

F: Reibungskraft

l: Entfernung vom freien Rohrende

A_s : Querschnitt des Mediumrohres

Die Auswirkungen des Innendrucks während der Erwärmungsphase auf die longitudinale Spannung reduzieren die Druckbeanspruchung und sind in diesem Kapitel nicht weiter vertieft.

Bei der Projektierung ist es jedoch wichtig, heftige Abkühlungen des Rohresystems auszuschließen

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

und den Druck immer auf hohem Niveau zu halten, um zusätzliche Spannungsbelastungen auf die Rohrleitung zu vermeiden.

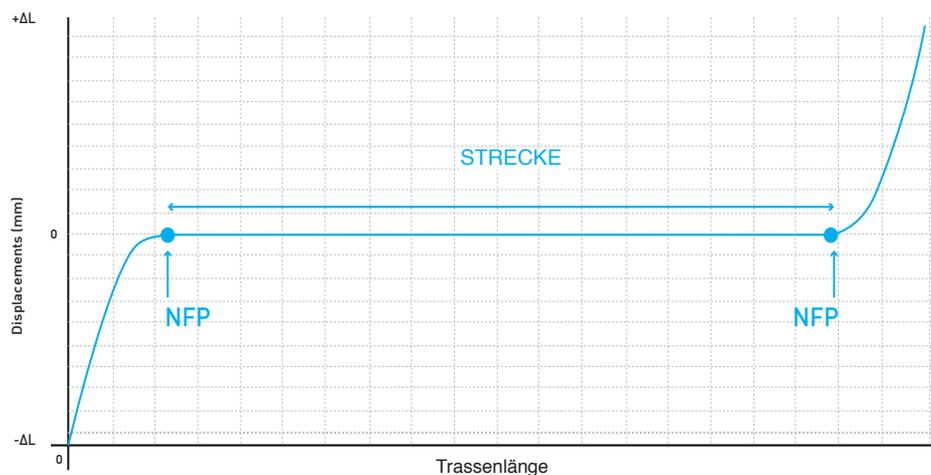
Besonders kritisch wären in diesem Fall Netzabschnitte, die mit einer Vorspannungsmethode verlegt wurden.

Bei einem geraden Rohrabschnitt eines vorisolierten erdverlegten und aufgeheizten Fernwärmenetzes sind die Ausdehnungen am höchsten beim freien Rohrende am höchsten, da die Reibungsbeanspruchung null ist. Die Ausdehnungen reduzieren sich allmählich bis zum Nullpunkt in dem Abschnitt, in welchem die thermische Be-

anspruchung und die Reibungsbeanspruchung gleich sind. An dieser Stelle entsteht die **höchste Druckspannung in der Rohrleitung**. Dieser Punkt wird **natürlicher Festpunkt (NFP Natural Fixed Point)** genannt.

Ab diesem Festpunkt ist die Rohrleitung komplett blockiert und die axiale Spannung erreicht ihren höchsten Wert. Ab diesem natürlichen Festpunkt bleibt die axiale Spannung konstant. Die Länge zwischen den freien Rohrenden und dem natürlichen Festpunkt nennt man **freie Dehnungsbe- reich** oder **Gleitbereich**.

Diagramm der Verformungen: Haftbereich



MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Die axiale Spannung erreicht ihren höchsten Wert bei dem natürlichen Festpunkt und bleibt konstant für den gesamten Haftbereich. Die Axiale Spannung ist der thermischen Belastung gleich.

$$\sigma_{\max} = E\alpha\Delta_T \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]; [\text{Eq. 3.1}]$$

E: Elastisches Stahlmodul;

α : Koeffizient der thermischen Verformung von Stahl.

Das Elastizitätsmodul und die Koeffizient der thermischen Verformung von Stahl variieren mit der Temperatur nach den in der folgenden Tabellen angeführten Werten.

TEMPERATUR	E [N/mm ²]	α [1/C°]
20	212.857	1,16x10 ⁻⁵
50	211.143	1,18x10 ⁻⁵
70	210.000	1,19x10 ⁻⁵
90	208.857	1,21x10 ⁻⁵
100	208.286	1,22x10 ⁻⁵
110	207.714	1,23x10 ⁻⁵
120	207.143	1,23x10 ⁻⁵
130	206.571	1,24x10 ⁻⁵
140	206.000	1,25x10 ⁻⁵

Im Folgenden weisen das E-Modul und der Koeffizient der thermischen Verformung von Stahl immer diese Werte auf:

$$E = 210 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$$

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Wie gesagt, die thermische Beanspruchung und die Reibungsbeanspruchung sind im Haftbereich gleich. Deshalb:

$$E\alpha\Delta_T = \frac{F L_F}{A_S} = \sigma_{\max} \quad [\text{Eq. 3.2}]$$

L_F : Abstand zwischen einem freien Ende und dem

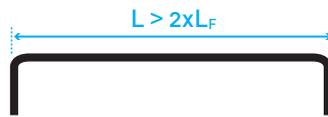
natürlichen Festpunkt. Dieser Abstand wird auch **Reibungsbereich (Gleitbereich)** genannt;

A_S : Querschnitt des Stahlrohres.

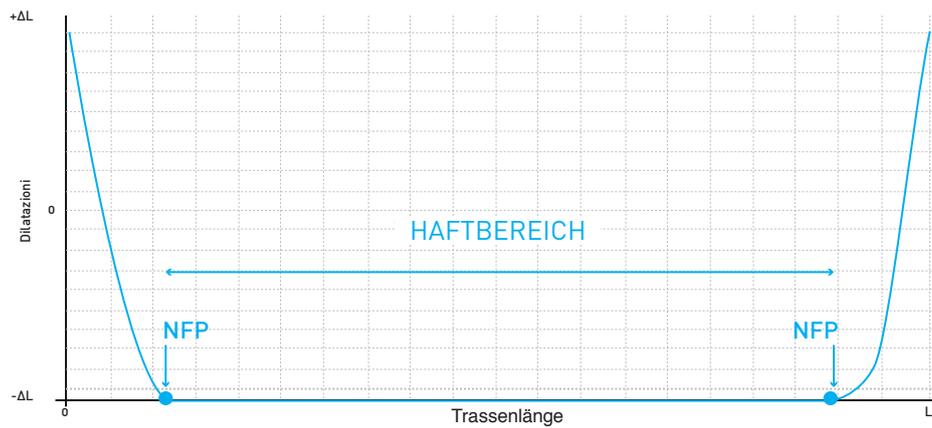
Deshalb kann man die Länge des Reibungsbereiches L_F durch diese Formel kalkulieren:

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} A_S}{F} \quad [\text{Eq. 3.3}]$$

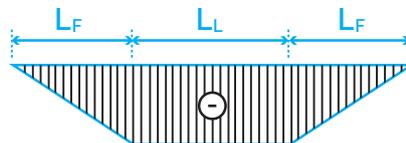
1.



2.



3.



⊖ Kompressionsbelastung

¹ Geometrisches Schema des Netzes

² Diagramm der Verformungen

³ Diagramm der Spannungen

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Wenn eine solche Situation vorkommt:

$$L \leq 2L_F$$

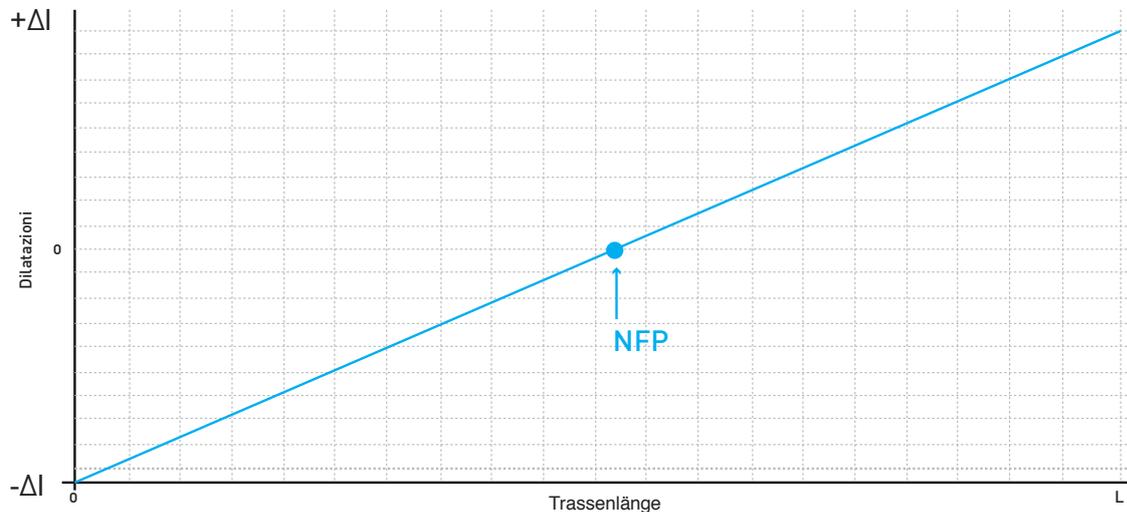
(Wo L die Länge eines geraden Leitungsabschnitts zwischen zwei freien Enden ist), dann heben sich die Verformungen beim natürlichen Festpunkt (NFP) gegenseitig auf. Das gilt sowohl für die größten als auch für die in die Gegenrichtung gehenden Verformungen bei den freien Rohrenden.

In diesem Fall entsteht kein völlig blockierter Netzabschnitt. Es gibt lediglich eine Stelle, an der die Verformungen null sind. Das ist auch die Stelle, an der die Druckbeanspruchung ihren höchsten Wert erreicht.

1.



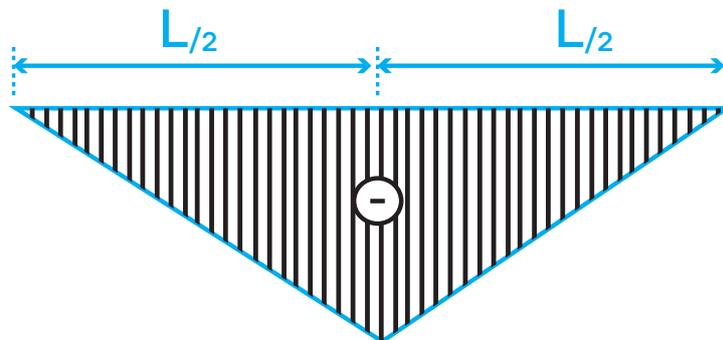
2.



¹ Geometrisches Schema des Netzes

² Diagramm der Verformungen

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG



⊖ Kompressionsbelastung

3.

In einem solchen Fall:

$$L \leq 2L_F$$

hat die maximale Spannung in der Stahlrohrleitung den folgenden Wert:

$$\sigma_{\max} = \frac{F \frac{L}{2}}{A_s} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]; \quad [\text{Eq. 3.4}]$$

³Diagramm der Spannungen

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Beispiele

1. Abschnitt mit Haftbereich

- Rohrleitung DN 200-DE 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrscheitels;
- Betriebstemperatur: 80°C;
- Verlegtemperatur: 10°C;
- Länge zwischen den freien Rohrenden: 200 m.

Es ergibt sich eine Reibungskraft mit der Formel [2.1]:

$$F = \mu \left(\frac{1+K_0}{2} \sigma_v \varpi D + G - \gamma_s \varpi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right); \quad \left[\frac{\text{N}}{\text{m}} \right]$$

γ_s : 18.000 N/m³;

G: 644,25 N/m;

Ersetzend hat man:

$F = 5.882,10 \text{ N/m}$.

Mit der Formel [3.3.] kalkuliert man die Länge des Gleitbereiches L_F :

$$\sigma_{\max} = E \alpha \Delta_T = 210.000 * 1,2 * 10^{-5} * (80 - 10) = 176,40 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s = 0,00303 \text{ m}^2$$

Es ergibt sich daher

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} A_s}{F} = \frac{176,40 * 3.033,84}{5.882,10} = 90,98 \text{ m}$$

Im betroffenen Netzabschnitt hat man $L_F < L/2$ und daher ist dies der Haftbereich l ist der Abstand von einem freien Rohrende.

- $0 \text{ m} < l < 90,98 \text{ m}$
Abschnitt mit zunehmender Beanspruchung von 0 a σ_{\max} je weiter vom freien Ende;
- $90,98 \text{ m} < l < 109,02 \text{ m}$
Haftbereich mit konstanten Beanspruchung σ_{\max} ;
- $109,02 \text{ m} < l < 200,00 \text{ m}$
Abschnitt mit abnehmender Beanspruchung von σ_{\max} a 0 je näher dem freien Rohrende.

2. Abschnitt mit natürlichem Festpunkt

- Rohrleitung DN 200 - DE 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrscheitels;
- Betriebstemperatur: 120°C;
- Verlegtemperatur: 10°C;
- Länge zwischen den freien Rohrenden: 180 m.

Wie bei dem vorherigen Beispiel ist die Reibungskraft:

$$F = 5.882,10 \text{ N/m}$$

Die maximale thermische Belastung ist:

$$\sigma_{\max} = E \alpha \Delta_T = 210.000 * 1,2 * 10^{-5} * (120 - 10) = 277,20 \text{ N/mm}^2$$

Und die Länge des Gleitbereiches L_F ist:

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} A_s}{F} = \frac{277,20 * 3.033,84}{5.882,10} = 142,97 \text{ m}$$

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Da $L_f > L/2$, entsteht im betroffenen Abschnitt ein natürlicher Festpunkt bei $L/2$ l ist der Abstand von einem freien Rohrende.

- $0 \text{ m} < l < 90 \text{ m}$
Abschnitt mit zunehmender Beanspruchung von 0 a $\sigma_{t,\max}$ je weiter vom freien Ende
- $90 \text{ m} < l < 180 \text{ m}$
Haftbereich mit abnehmender Beanspruchung von $\sigma_{t,\max}$ a 0 je näher dem freien Rohrende.

Die max. longitudinale Beanspruchung kalkuliert man mit der Formel [3.4] und ist:

$$\sigma_{t,\max} = \frac{F \frac{L}{2}}{A_s} = \frac{5.882,10 \cdot 90}{3.033,84} = 174,49 \text{ m} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

4. Berechnung der maximalen zulässigen Beanspruchung

Im letzten Abschnitt war die Rede von dem Wert der maximalen axialen Spannung, die in einer Leitung vorkommen kann. Der Wert ist:

$$\sigma_{\max} = E \alpha \Delta_T [\text{N/mm}^2].$$

Solche Beanspruchung soll aber mit der Stabilität der Leitung kompatibel sein, sowohl örtlich (Stabilität der Leitung in sich selbst) als auch global (Stabilität der Leitung im Verhältnis zur Umgebung). Der Begriff örtliche Stabilität bedeutet, dass in der Leitung keine Phänomene von Buckling oder Folding (Ausknicken oder Beulen) vorkommen können.

Buckling oder Folding tritt auf, wenn hohe axiale Beanspruchungen mit großen Durchmessern zusammenkommen. Die Stärke des Stahlrohres spielt dabei eine Rolle.

Solche Risiken können völlig vermieden werden, indem der Wert der maximalen axialen Beanspruchung unter der in der Norm UNI EN 13941 als C1 vorgegebenen Grenze eingehalten wird, wie der Diagramm auf der Seite 80 zeigt.

Im Folgenden werden die Grenzwerte genau festgestellt, die die örtliche Stabilität der Leitung garantieren.

In Bezug auf die globale Stabilität eines geraden Netzabschnittes sind mehrere Faktoren in Betracht zu ziehen, die einen Einfluss auf den Wert der axialen Beanspruchung haben können. Der Wert hängt sowohl von vorhandenen Bedingungen zur Zeit der Projektierung als auch von künftigen möglichen Entwicklungen ab, wie zum Beispiel:

- Verformungen bei den Rohrenden;
- Position, Anzahl und geometrische Eigenschaften der Abzweige;
- Durchmesserreduzierungen in der Netzstrecke;
- Position von Armaturen oder anderen Betätigungsvorrichtungen;
- Hindernisse in der Netzstrecke;
- Stabilität von Bogenrohren mit geringer Überdeckung;
- Paralleler oder quer der Leitung vorhandener Grabenaushub;
- Abstand von vorhandenen oder künftig auszuführenden Unterstationen.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Die Vorschrift UNI EN 13941 erlaubt bei der Projektierung einen Wert der maximalen axialen Beanspruchung zu verwenden, der die Grenzwerte in der früher angezeigten Kurve nicht überschreitet. Jeder Eigentümer /Versorgungsträger kann dazu noch seinen eigenen Wert der maximalen axialen Beanspruchung festlegen, der natürlich die Grenzwerte in der früher angezeigten Kurve nicht überschreiten darf.

Im Folgenden werden die Verlegungstechniken eines Fernwärmenetzes ohne Reduzierung des Spannungswertes (unter Einhaltung des früher erwähnten Grenzwertes) erklärt. Darüber hinaus wird ebenso auf die einzelnen Bedingungen der Ermüdungsanalyse hingewiesen, die zu berücksichtigen sind.

Unter den hier beschriebenen Verlegungsmethoden sind auch diejenigen, die eine Verlegung einer Rohrleitung mit einer 190 N/mm² betragenden Begrenzung der axialen Spannung erlauben.

Es handelt sich um den Wert, der am meisten bei der Projektierung von Fernwärmenetzen verwendet wird, weil er erlaubt, Werte der axialen Spannungen zu erreichen, die unter der Streckgrenze

mit einem Sicherheitsfaktor von 1,1 (mit Bezug auf ein Stahlrohr P235 GH oder gleichwertig) liegen:

$$R_e = 227 - 0,28(T - 50) \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ con } T = 114^\circ\text{C}$$

Es ist daher wichtig zu betonen, dass wenn Rohrleitungen mit anderen mechanischen Eigenschaften verwendet werden, der maximal zulässige Wert der axialen Spannung sorgfältig nachzuprüfen ist, auch in Bezug auf den einzuhaltenden Sicherheitsfaktor.

Unten ist die Tabelle mit den zulässigen Werten für eine P235GH Rohrleitung, aus der Norm UNI EN 10217 entnommen:

Anhand der Tabelle hat man bei einer Temperatur von 114°C eine Streckgrenze von ca. 195 N/mm² und daher eine maximal zulässige Spannung von 177N/mm² bei einem Sicherheitskoeffizient von 1,1. Wird in diesem Fall der übliche Wert 190N/mm² als maximal zulässige Spannung genommen, dann ist die Sicherheitskoeffizient 1,026.

Stahlqualität		Minimale Streckgrenze P _{p0,2} MPa bei Temperatur von°C						
Stahl bez.	Stahl nummer	100	150	200	250	300	350	400
P195GH	1.0348	175	165	150	130	113	102	94
P235GH	1.0345	198	187	170	150	132	120	112
P265GH	1.0425	226	213	192	171	154	141	134
16Mo3	1.5415	243	237	224	205	173	159	156

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Je nach dem in der Rohrleitung eingestellten höchsten Spannungsniveau sind die am häufigsten verwendeten Verlegetechniken für Fernwärmenetze die folgenden

1. **Kaltverlegung** (ohne Reduzierung der Beanspruchung));
2. **Natürliche Kompensation;**
3. **Vorwärmung;**
4. **Vorspannung.**

5. Verlegemethode

Wie gesagt, je nach dem in der Rohrleitung eingestellten höchsten Spannungsniveau werden die folgenden Verlegungsmethoden für Fernwärmenetze am häufigsten verwendet:

1. **Kaltverlegung** (ohne Reduzierung der Beanspruchung);
2. **Natürliche Kompensation;**
3. **Vorwärmung;**
4. **Vorspannung.**

Dieser Abschnitt ist der Erklärung jeder Art von Verlegung gewidmet. Bei jeder Verlegetechnik werden Vor- und Nachteile erläutert, besonders hinsichtlich der Einfachheit der Einbauarbeiten und der Wirtschaftlichkeit.

5.1 Kaltverlegung

Bei dieser Art von Verlegung werden gerade Rohrleitungen unbestimmter Länge verlegt, die erst nach der Wiederverfüllung auf die Betriebstemperatur direkt aufgeheizt werden.

Abhängig von der höchsten Betriebstemperatur können bei dieser Art von Verlegung zwei Fälle vorkommen. Wie schon mehrmals betont, ist das maximal axiale Spannungsniveau, das in einer Leitung entstehen kann:

$$\sigma_{\max} = E\alpha\Delta_T \text{ [N/mm}^2\text{]}.$$

Man spricht von **„niedriger axialer Spannung“ (low axial stress)“**, wenn die höchste axiale Spannung niedriger als die Streckgrenze ist. Die Streckgrenze ist hier als die höchste zulässige Spannung, die um den passend festgestellten Sicherheitskoeffizienten 1,1 reduziert wird.

Wenn in der o.g. Formel die Werte von E und σ ersetzt werden und dabei für die Streckgrenze die in der Norm UNI EN 253 und in der Norm UNI EN 13941 angegebene Formel

$$R_e = 227 - 0,28(T - 50) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

verwendet wird, resultiert der Wert von ΔT . Bei einer Verlegungstemperatur von 10°C hat man daher: $\Delta T \leq 78^\circ\text{C}$.

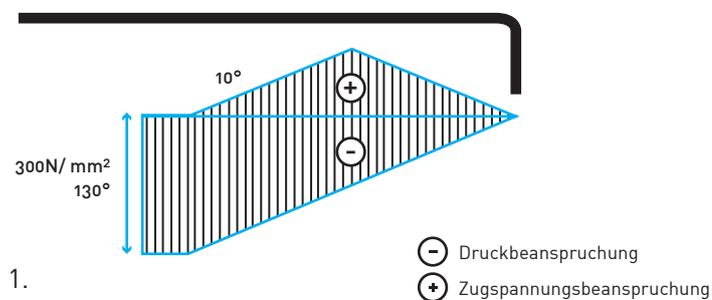
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Man spricht von **“hoher axialen Spannung” (high axial stress)**, wenn die höchste axiale Spannung die Streckgrenze überschreitet. (In diesem Fall aber wird die Bruchgrenze nicht überschritten, weil die niedrigsten in der Kurve der Norm UNI EN 13941 angegebenen Werte eingehalten werden). Die folgende Abbildung zeigt das Diagramm der axialen Spannung bei einer Verlegung des Netzes ohne Spannungsreduktion bei einer hohen axialen Spannung.

Bei einer Leitung mit einer Betriebstemperatur höher als 130 °C, die bei 10°C verlegt wird, ergibt sich eine maximale axiale Spannung knapp über 300/N mm².

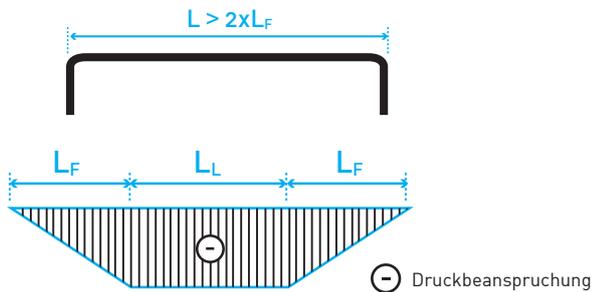
Bei einer Kaltverlegung wird die Plastizität des Stahls ausgenutzt. Hohe axiale Spannungen können dazu führen, dass die Streckspannungsgrenze vom Stahl überschritten wird. In den Netzabschnitten, wo die Streckspannungsgrenze überschritten wird und sich Stahl plastifiziert, erlebt Stahl eine Verformung, die eine Verminderung der axialen Spannung mit konsequenter “Selbstvorspannung” verursacht.

Wenn eine gerade Rohrleitung länger als L_F (rif. Eq. 3.2) ist, steigt der Wert der axialen Spannung linear, vom Null Wert beim freien Rohrende bis zum höchsten Wert $E\alpha\Delta T$. Der höchste Wert wird beim Abstand L_F vom freien Rohrende erreicht. Das Diagramm der axialen Spannung ist zum Mittelpunkt der geraden Strecke symmetrisch: an den zwei Rohrenden ergibt sich ein dreieckiges Diagramm während in der Mitte (Haftbereich) der Wert konstant bleibt und dem höchsten Wert entspricht.



¹ Diagramm der Spannungen

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG



1.

An den Punkten mit niedrigerem L_F Abstand vom freien Rohrende beträgt die axiale Spannung:

$$\sigma_x = \frac{L_x F}{A_s} \left(\frac{N}{\text{mm}^2} \right);$$

Damit die örtliche Stabilität garantiert ist, braucht man nur:

$$E\alpha\Delta_T \leq \sigma_{\text{lim}}$$

σ_{lim} ist der Wert der axialen Spannung. Er ist aus der in der Norm UNI EN 13941 angeführten Kurve zu entnehmen. Diesbezüglich sind die Daten in der folgenden Tabelle angegeben:

DN	σ_{lim} [N/mm ²]
≤ 300	334
350	308
400	303
450	270
500	244
600	230
800	214
1000	214
1200	203

Bei Rohrleitungen mit Durchmessern $DN \leq 300$ aus Stahl mit gleichwertigen Eigenschaften wie Stahl P235GH ist die örtliche Stabilität gewährleistet, wenn:

$$E\alpha\Delta_T \leq 334 \text{ [N/mm}^2\text{]};$$

Das heißt wenn:

$$\Delta_T \leq 130^\circ\text{C};$$

Bei vorisolierten Rohrleitungen, deren Mediumrohr aus Stahl mit gleichwertigen Eigenschaften wie Stahl P235GH ist, ist die Kaltverlegungstechnik für Rohrleitungen mit $DN \leq 300$ einsetzbar, die eine Temperaturspannung niedriger als 130°C erfahren.

Bei größeren Durchmessern wird die höchste Temperaturspannung niedriger, weil der Bruchwert auch niedriger ist. Wenn der höchste Spannungswert bekannt ist, kann man die Temperaturspannung mit der vorherigen Formel berechnen. ΔT Werte sind auch in der folgenden Tabelle angegeben:

DN	ΔT [°C]
≤ 300	130
350	120
400	118
450	105
500	95
600	90
800	84
1000	84
1200	76

¹ Diagramm der Spannungen

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Was bis jetzt erklärt wurde, bezieht sich auf die örtliche Stabilität der Leitung, die selbstverständlich mit der globalen Stabilität des ganzen Rohrsystems kompatibel sein muss. Für die anderen verlegten Netzkomponenten (Bogen, T-Stück usw.) ist eine Ermüdungsversagensprüfung durchzuführen.

5.2 Natürliche Kompensation

Nach dieser Verlegungstechnik werden gerade Netzstrecken verlegt, in denen der Abstand zwischen den freien Leitungsenden geringer als die zweifache maximale Verlegelänge ist.

Die maximale Verlegelänge kann hinsichtlich der festgestellten maximalen axialen Spannung berechnet werden, weil das folgenden Verhältnis erfüllt werden muss:

$$\sigma_{amm} A_s \geq FL$$

Es ergibt sich daher:

$$L_{max} = \frac{\sigma_{amm} A_s}{F}$$

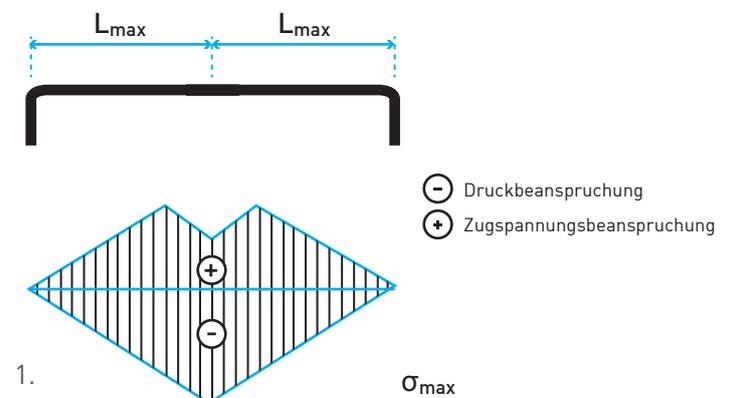
F ist die Reibungskraft, die durch diese Formel berechnet werden kann::

$$F = \mu \left(\frac{1+K_0}{2} \sigma_v \varpi D + G - \varpi_s \varpi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right); \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

L ist die maximale Länge und entspricht dem maximalen Abstand zwischen dem freien Rohrende und dem natürlichen Festpunkt. Auf diese Weise entstehen keine axialen Beanspruchungen, die den höchsten festgestellten Wert überschreiten. Das heißt: **damit keine axialen Beanspruchungen entstehen, die den höchsten festgestellten Wert überschreiten, soll die maximale gerade Strecke zwischen den zwei freien Rohrenden doppelt so lang sein, wie die maximale Länge.**

$$L_{tot,max} = 2L_{max}$$

In einem Rohrsystem, in dem die niedrigste Betriebstemperatur bei 10° C und die höchste Betriebstemperatur bei 130 °C liegen, sieht das Diagramm der Beanspruchungen wie in der folgenden Abbildung aus:



¹ Diagramm der Spannungen

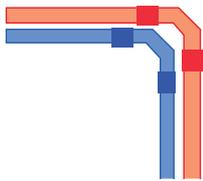
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Bei den freien Rohrenden werden geometrische Kompensationen ausgeführt, damit sich die Rohrleitung ausdehnen kann. Solche geometrischen Kompensationen erfolgen durch Verwendung von:

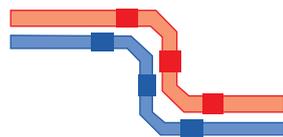
- L Bogen;
- Z Bogen;
- U Bogen.

Die Mindestlänge wird so berechnet, dass die Ermüdungsprobe bestanden wird.

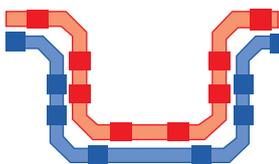
Kompensation durch Verwendung von L Bogen



Kompensation durch Verwendung von Z Bogen



Kompensation durch Verwendung von U Bogen



In den folgenden Tabellen sind die Werte der Reibungskraft und die Werte der L_{\max} hinsichtlich des Durchmessers der Rohrleitung und der Isolierungsserie angegeben.

Sämtliche Tabellen basieren auf folgenden Parametern:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{amm}} &: 190 \text{ N/mm}^2; \\ \varphi &: 32,5^\circ; \\ \gamma &: 18.000 \text{ [N/m}^3\text{]} \\ \mu &: 0,4 \end{aligned}$$

Wie schon gesagt, wird der maximale zulässige Spannungswert 190 N/mm^2 gewöhnlich bei der Projektierung von Fernwärmenetzen verwendet, weil er erlaubt, Werte der axialen Spannungen zu erreichen, die unter der Streckgrenze mit einem Sicherheitsfaktor von 1,1 (mit Bezug auf ein Stahlrohr P235 GH oder gleichwertiges) liegen. Kriechspannung wird hier nach der in der Norm UNI EN 253 und in der Norm UNI EN 13941 enthaltenen Formel kalkuliert:

$$R_e = 227 - 0,28(T - 50) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Den Wert $\sigma_{\text{amm}} \leq 190 \text{ N/mm}^2$ hat man bei einer Temperatur von $T \leq 114^\circ\text{C}$.

Damit der von der Norm UNI EN 13941 festgelegte Sicherheitskoeffizient von 1,1 eingehalten wird, sind die in der folgenden Tabelle angegebenen maximalen zulässigen Spannungswerte anzuwenden, wenn die Betriebstemperatur über $T = 114^\circ\text{C}$ liegt:

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

T_{es} [C°]	σ_{max} [N/mm ²]
115	189,82
116	189,56
117	189,31
118	189,05
119	188,80
120	188,55
121	188,29
122	188,04
123	187,78
124	187,53
125	187,27
126	187,02
127	186,76
128	186,51
129	186,25
130	186,00

Um die maximale Länge hinsichtlich der unterschiedlichen Werte der zulässigen Spannung zu berechnen, kann man das folgende Verhältnis unter Berücksichtigung der aus den folgenden Tabellen zu entnehmenden Daten einsetzen:

$$L_{max,\sigma} = L_{max,tab} \cdot \sigma / 190$$

Beispiele

- Rohrleitung DN 200-DE 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrescheitels;
- Betriebstemperatur: 120°C;
- Verlegttemperatur: 10°C;
- Länge zwischen den freien Rohrenden: 180 m

Mit der Formel [2.1] kalkuliert man die Reibungskraft:

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

Wo:

γ_s : 18.000 N/m³

G: 644,25 N/m

Ersetzend ergibt sich:

$F = 5.882,10 \text{ N/m} = 5,88 \text{ kN/m}$

Die maximale Verleglänge berechnet man hinsichtlich des höchsten zulässigen Spannungswertes mit der folgenden Formel:

$$L_{max} = \frac{\sigma_{amm} A_s}{F}$$

Nach der oben angeführten Tabelle ist $\sigma_{amm} = 188,55 \text{ N/mm}^2$ bei einer Betriebstemperatur von 120 °C

Da $A_s = 3030 \text{ mm}^2$, ergibt sich:

$$L_{max} = \frac{\sigma_{amm} A_s}{F} = \frac{188,55 \cdot 3.030}{5.882,10} = 97,13 \text{ m}$$

In diesem Beispiel unter Einhaltung des festgelegten maximal zulässigen Spannungswertes ist die maximale gerade Länge zwischen zwei freien Rohrenden doppelt so hoch wie die maximale Länge, d.h.

$$L_{tot,max} = 2 \times L_{max} = 2 \cdot 97,13 = 194,26 \text{ m}$$

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

REIBUNGSKRAFT UND MAXIMALE VERLEGELÄNGE FÜR ROHRLEITUNGEN DER ISOLIERUNGSSERIE 1

DN	D _E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		F [kN/m]	L _{max} [m]						
20	90	1,26	23,67	1,56	19,04	1,87	15,93	2,32	12,79
25	90	1,26	34,24	1,56	27,56	1,87	23,06	2,33	18,52
32	110	1,55	39,91	1,92	32,16	2,29	26,93	2,85	21,64
40	110	1,55	45,74	1,92	36,87	2,30	30,88	2,86	24,83
50	125	1,77	56,02	2,20	45,21	2,62	37,90	3,26	30,50
65	140	2,00	63,29	2,48	51,15	2,95	42,92	3,66	34,58
80	160	2,30	71,03	2,85	57,49	3,39	48,28	4,20	38,93
100	200	2,91	81,64	3,59	66,22	4,27	55,70	5,29	44,98
125	225	3,32	88,13	4,08	71,65	4,85	60,36	5,99	48,82
150	250	3,73	105,16	4,58	85,68	5,43	72,28	6,70	58,56
200	315	4,81	119,76	5,88	98,00	6,95	82,93	8,55	67,39
250	400	6,27	127,63	7,62	104,91	8,98	89,06	11,02	72,60
300	450	7,21	147,66	8,73	121,84	10,26	103,71	12,55	84,76
400	560	9,28	162,08	11,18	134,54	13,08	115,00	15,93	94,43
500	710	12,24	154,11	14,65	128,77	17,06	110,59	20,67	91,26
600	800	14,31	178,57	17,02	150,10	19,74	129,46	23,81	107,32

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

REIBUNGSKRAFT UND MAXIMALE VERLEGELÄNGE FÜR ROHRLEITUNGEN DER ISOLIERUNGSSERIE 2

DN	D _E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		F [kN/m]	L _{max} [m]						
20	110	1,54	19,30	1,91	15,54	2,29	13,00	2,85	10,44
25	110	1,54	27,93	1,92	22,49	2,29	18,83	2,85	15,13
32	125	1,76	35,05	2,19	28,25	2,61	23,66	3,25	19,013
40	125	1,77	40,18	2,19	32,29	2,61	27,14	3,25	21,82
50	140	1,99	49,92	2,47	40,30	2,94	33,79	3,65	27,20
65	160	2,29	55,32	2,83	44,72	3,38	37,53	4,19	30,24
80	180	2,60	63,07	3,21	51,06	3,82	42,89	4,73	34,59
100	225	3,29	72,33	4,05	58,70	4,82	49,40	5,96	39,91
125	250	3,69	79,19	4,54	64,40	5,39	54,26	6,66	43,90
150	280	4,19	93,66	5,14	76,34	6,09	64,43	7,51	52,21
200	355	5,44	105,96	6,64	86,76	7,85	73,44	9,66	59,70
250	450	7,08	112,98	8,61	92,94	10,13	78,93	12,42	64,38
300	500	8,03	132,43	9,73	109,34	11,43	93,11	13,97	76,15
400	630	10,50	143,35	12,63	119,09	14,77	101,86	17,98	83,69
500	800	13,89	135,78	16,61	113,59	19,32	97,64	23,39	80,64
600	900	16,21	157,67	19,26	132,67	22,31	114,51	26,89	95,01

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

REIBUNGSKRAFT UND MAXIMALE VERLEGELÄNGE FÜR ROHRLEITUNGEN DER ISOLIERUNGSSERIE 3

DN	D _E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		F [kN/m]	L _{max} [m]						
20	125	1,75	16,94	2,18	13,64	2,60	11,42	3,24	9,18
25	125	1,76	24,52	2,18	19,76	2,61	16,54	3,24	13,30
32	140	1,98	31,22	2,45	25,17	2,93	21,09	3,64	16,96
40	140	1,98	35,79	2,46	28,87	2,93	24,19	3,64	19,46
50	160	2,28	43,57	2,82	35,19	3,37	29,51	4,18	23,77
65	180	2,58	49,06	3,19	39,68	3,80	33,31	4,72	26,84
80	200	2,89	56,64	3,57	45,87	4,25	38,54	5,27	31,09
100	250	3,67	64,89	4,51	52,70	5,36	44,36	6,63	35,85
125	280	4,15	70,47	5,10	57,34	6,05	48,34	7,48	39,12
150	315	4,73	82,95	5,80	67,66	6,87	57,13	8,47	46,32
200	400	6,16	93,60	7,52	76,70	8,87	64,97	10,91	52,84
250	500	7,91	101,13	9,61	83,27	11,30	70,77	13,85	57,77
300	560	9,05	117,57	10,95	97,17	12,85	82,80	15,70	67,77
400	710	11,92	126,20	14,33	104,99	16,74	89,88	20,35	73,92
500	900	15,79	119,50	18,84	100,13	21,89	86,17	26,48	71,26
600	1000	18,16	140,68	21,56	118,54	24,95	102,42	30,04	85,06

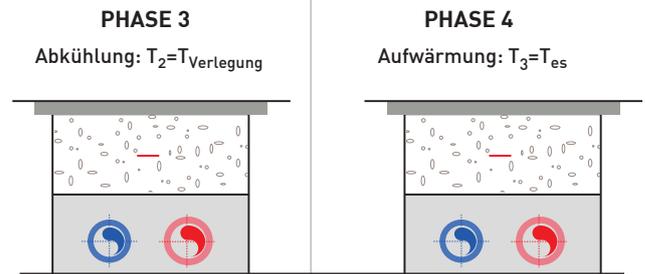
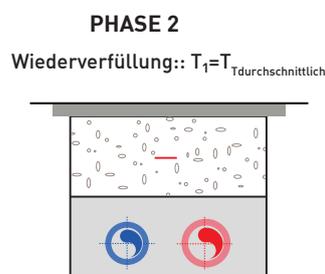
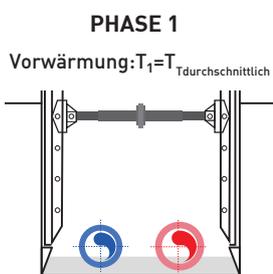
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

5.3 Vorwärmung

Unter Vorwärmung versteht man eine Verlegetechnik, bei der das Netz auf eine Temperatur vorgewärmt wird, die grundsätzlich der Hälfte der Temperaturdifferenz zwischen Verlegungs- und Betriebstemperatur vor der Wiederverfüllung entspricht. Wenn das Netz sich ausdehnt, entstehen keine Beanspruchungen. Das heißt:

$$T_1 = \left(\frac{T_{es} + T_{posa}}{2} \right)$$

Nach der Wiederverfüllung wird die Rohrleitung wieder auf die Verlegungstemperatur abgekühlt. Dadurch ergibt sich im Stahlrohr ein Zugspannungsniveau, das die von der Nacherwärmung verursachte höchste theoretische Längstdruckkraft ungefähr halbiert.



Die Aufwärmung der Rohrleitungen zur Vorwärmungstemperatur erfolgt elektrisch, indem der Joule Effekt ausgenutzt wird. Nach diesem Gesetz erwärmt sich ein elektrischer Leiter proportional seinem eigenen elektrischen Widerstand und zweifach der Energie, die durch ihn strömt. Diese Verlegetechnik führt dazu, dass lange gerade Netzstrecken gleichzeitig offen bleiben müssen. Diese Technik ist daher für die im öffentlichen Verkehrsraum zu bauenden Trassen nur mit großen Schwierigkeiten und Unannehmlichkeiten einsetzbar.

Darüber hinaus weist diese Verlegemethode einen zusätzlichen Nachteil auf: jede Vorwärmung kann nur an beschränkten Rohrleitungsabschnitten erfolgen, damit das Fachpersonal vor mit Elektrizität verbundenen Risiken geschützt ist. Die erzeugte Elektrospannung ist nämlich proportional der betroffenen Abschnittslänge.

Es gibt jedoch schon einige Maßnahmen, die getroffen werden können, um Unannehmlichkeiten zu minimieren, durch die der vorzuwärmende Netzabschnitt auf Temperatur gehalten wird.

Für weitere Informationen steht das Fachperso-

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

nal der technischen Abteilung von **ECOLINE** den Kunden gern zur Verfügung, um mit ihnen die optimalen Lösungen je nach den spezifischen Anforderungen und Bedingungen zu finden.

Wie erwähnt, erfolgt die Wiederverfüllung bei einer Temperatur, die eine Mitteltemperatur zwischen der höchsten und der mindesten Betriebstemperatur ist. Daher reduzieren sich die Verformungen an den Rohrenden wesentlich und sie finden in beiden Richtungen statt. Die Rohrenden dehnen sich während der Phase der Erwärmung aus und sie ziehen sich während der Abkühlungsphase zusammen.

Liegt in einem Rohrsystem die höchste Betriebstemperatur bei 130°C und die mindeste Betriebstemperatur bei 10°C, dann beträgt die höchste axiale Spannung 150 N/mm², wenn die Vorwärmung bei einer Temperatur von 70°C erfolgt.

Die folgende Abbildung zeigt das entsprechende Diagramm Die axialen Spannungen, die während der Vorwärmungsphase ohne Wiederverfüllung

erzeugen werden, sind Null. Nachdem die Trasse wiederverfüllt worden ist, ergeben sich die folgenden axialen Spannungen während der Abkühlungsphase:

$$\sigma_{\text{pre}} = E\alpha (T_{\text{pre}} - T_{\text{min}})$$

Wenn die Leitung auf die höchste Betriebstemperatur aufgewärmt wird, ergeben sich axiale Spannungen nach dieser Gleichung:

$$\sigma_{\text{max}} = E\alpha (T_{\text{max}} - T_{\text{vor}})$$

Wenn die Temperatur der Vorwärmung T_{vor} die Durchschnittstemperatur zwischen der höchsten und der mindesten Betriebstemperatur darstellt, ergibt sich das Folgende:

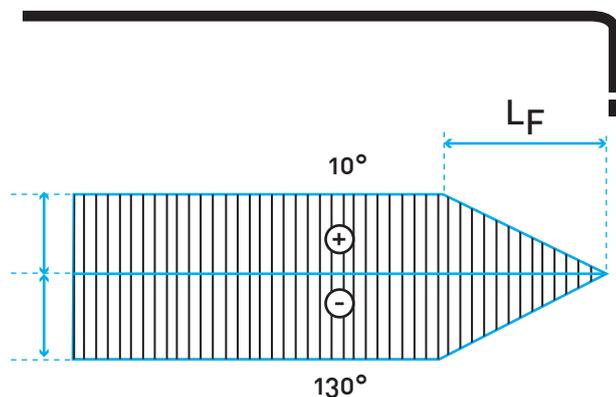
$$|\sigma_{\text{vor}}| = |\sigma_{\text{max}}|$$

Während keiner Betriebsphase darf die bei der Projektierung festgelegte maximale zulässige Spannung überschritten werden.

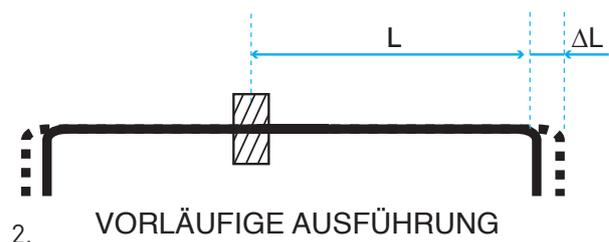
Bei der Vorwärmung findet am freien Rohrende die folgende Ausdehnung statt:

$$\Delta L = (T_{\text{vor}} - T_{\text{min}}) \alpha L$$

L ist der Abstand zwischen dem freien Rohrende und dem Mittelpunkt der Leitungsstrecke oder der Abstand zwischen dem freien Rohrende und dem Punkt, an dem die Ausdehnung irgendwie begrenzt (z.B. durch eine teilweise Wiederverfüllung mit Sand) wird.



1.



2.

¹ Diagramm der Belastungen

² Geometrisches Schema des Netzes

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

5.4 Vorspannung

Diese Verlegungstechnik ähnelt der Vorwärmungstechnik. Im Prinzip wird in der Rohrleitung ein solches Zugvorspannungsniveau erzeugt, welches die Längsdruckkräfte während der Betriebsphase minimiert. Je nach der Art, wie die Rohrleitung aufgewärmt wird, hat man zwei unterschiedliche Verlegetechniken.

5.4.1 Vorspannung mit Einmal Kompensatoren

Diese Verlegemethode erlaubt das Aufwärmen der Rohrleitungen mit in zwei Kreisläufen, mit bei kontrollierter Temperatur, strömendem Wasser. In bestimmten Positionen an der geraden Netzstrecke (deren Länge keinen mechanischen Einschränkungen ausgesetzt ist und in denen die zulässige Spannung bei 190 N/mm^2 und $\Delta T \leq 78 \text{ °C}$ eingestellt wurde, wie im Abschnitt 5.1 erläutert) werden die sogenannten **“Einmal Kompensatoren”** eingebaut. Diese können sich bei Temperaturänderung frei dehnen. Sie werden vorgespannt, indem sie, im Ausmaß der berechneten zu erwartenden Längenänderung der Rohrleitung während der Vorwärmungsphase, zusammengedrückt werden.

Bei dieser Verlegetechnik wird das Netz auf eine Temperatur vorgewärmt, die grundsätzlich der Hälfte der Temperaturdifferenz zwischen Verlege- und Betriebstemperatur nach der Wiederverfüllung entspricht. Die Trasse bleibt lediglich an den Stellen offen, wo Kompensatoren eingebaut sind. Daher:

$$T_1 = \left(\frac{T_{es} + T_{posa}}{2} \right)$$

Infolge der Erwärmung bewegen sich die Leitungsteile bis zum vorgespannten Balg im Kompensator.

Bei konstanter Temperatur wird der Kompensator verschweißt. Mit der darauffolgenden Abkühlung ergibt sich im Stahlrohr ein Zugspannungsniveau, das die von der Nacherwärmung verursachte höchste theoretische Längsdruckkraft grob halbiert.

Unter den Nachteilen dieser Verlegemethode ist auch die Inbetriebnahme der Kompensatoren, die am Ende des Verlegeverfahrens erfolgen muss. Daher ist es erforderlich, den Rohrgraben erneut aufzumachen, was zusätzliche Kosten und Verkehrsprobleme mit sich bringt.

5.4.2 Elektrische Vorspannung

Die Verlegetechnik durch elektrische Vorspannung ist der Technik mit den einmal Kompensatoren ähnlich. Der einzige Unterschied besteht darin, dass statt Kompensatoren freie Stellen in den verlegten Netzabschnitten - die sogenannten **gaps** - gelassen werden.

Im Vergleich zu der thermischen Vorspannung mit heißem Wasser, hat diese Verlegetechnik den großen Vorteil, dass sie auch bei einer offener Baustelle angewandt werden kann, ohne dass die Leitungen hydraulisch in Betrieb sind.

Bei dieser Technik dehnt sich das Netz in dem Maß aus, bis sich die gegenüberliegenden Leitungs-

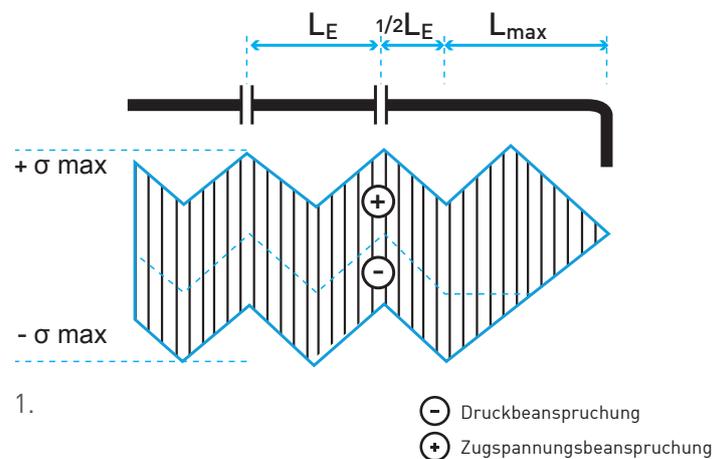
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

enden an den gaps treffen. Das ist der Punkt, an dem die Schweißarbeit ausgeführt wird.

Auch in diesem Fall ergibt sich mit der darauffolgenden Abkühlung im Stahlrohr ein Zugspannungsniveau, das die von der Nacherwärmung verursachte höchste theoretische Längsdruckkraft ungefähr halbiert.

5.4.3 Mechanische Auswirkungen der Vorspannung (elektrisch oder mit heißem Wasser)

Unabhängig von der Verlegetechnik (mit Einmal kompensatoren oder gaps) sieht das Diagramm der Beanspruchungen bei einem Rohrsystem, in dem die höchste Betriebstemperatur bei 130 °C, die mindeste Temperatur nach der Wiederverfüllung bei 10 °C und die maximal zulässige axiale Zugspannung bei 190 N/mm² liegen, wie in der Abbildung aus:



In der Abbildung stellt die gepunktete Linie die Beanspruchung bei der Vorspannungstemperatur dar.

Kompensatoren oder gaps sind so einzubauen, dass stromabwärts und stromaufwärts eine gerade Rohrleitung ohne Richtungsänderungen (Knickwinkel) mit einer Mindestlänge von 12 Metern liegt.

Bei der Projektierung eines Fernwärmenetzes, in dem die Belastungen durch Vorspannung aufgenommen werden, werden die geraden Rohrleitungen durch den Einbau von Kompensatoren/gaps in Abschnitte getrennt. Ziel ist es, damit die Spannungen im Rohrsystem zu minimieren.

Die Anzahl von Kompensatoren/gaps wird von einigen Faktoren bestimmt, u.a.:

¹ Diagramm der Belastungen

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

- Bei der Projektierung festgestellte maximale zulässige Spannung;
- Überdeckung der Rohrleitungen;
- Höchste Betriebstemperatur;
- Vorspannungstemperatur;
- Mindeste Betriebstemperatur.

Um die Anzahl der notwendigen Kompensatoren/gaps auf einem Minimum zu halten, kann man die Rohrleitungen mit einer PE Folie umwickeln, die den Reibungswert um 30% sinken lässt. Dadurch werden die freiverlegten Strecken länger und der Abstand zwischen den Kompensatoren größer.

Im Folgenden wird diese Maßnahme (PE Folie Ummantelung) **nicht in Betracht gezogen**.

Die Vorspannungstemperatur ist üblicherweise der Durchschnitt zwischen der höchsten und der niedrigsten Betriebstemperatur.

$$T_{\text{vor}} = \frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2}$$

Wurde einmal der zulässige Spannungswert festgestellt, soll die Vorspannungstemperatur so bestimmt werden, dass sie im folgenden Bereich liegt.

Auf diese Weise ist sichergestellt, dass der zulässige Spannungswert weder während der Vorspannungsphase noch während der Betriebsphase überschritten wird.

$$T_{\text{max}} - \frac{\sigma_{\text{amm}}}{\alpha(T_{\text{es}}) E(T_{\text{es}})} \leq T_{\text{pre}} \leq T_{\text{ins}} + \frac{\sigma_{\text{amm}}}{\alpha(T_{\text{es}}) E(T_{\text{es}})}$$

$\alpha(T_{\text{es}})$: Koeffizient der thermischen Dehnung bei der Betriebstemperatur;

$E(T_{\text{es}})$: Elastizitätsmodul des Stahls bei der Betriebstemperatur;

L_E : Abstand zwischen zwei nebeneinander eingebauten Kompensatoren

L_B : Abstand zwischen dem ersten Kompensator und dem freien Rohrleitungsende;

Die Höchstlängen können mit den folgenden Formeln berechnet werden:

$$L_E = 2 \frac{(\sigma_{\text{amm}} - \alpha E (T_{\text{max}} - T_{\text{pre}})) A_s}{F}$$

$$L_B = L_{\text{max}} + \frac{L_E}{2}$$

L_{max} ist der maximale Abstand zwischen dem freien Ende und dem natürlichen Festpunkt. So entstehen keine axialen Beanspruchungen, die den höchsten festgestellten Wert überschreiten.

Die Formel zur Berechnung der maximalen Länge, wie schon vorher angeführt, ist:

$$L_{\text{max}} = \frac{\sigma_{\text{amm}} A_s}{F}$$

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

In den folgenden Tabellen sind die Werte von L_E und L_B in Bezug auf den Durchmesser der Rohrleitung und die Isolierserie angegeben. Diese Werte sind gültig, wenn die Vorspannungstemperatur der Durchschnitt zwischen der höchsten und der mindesten Betriebstemperatur ist, d.h.:

$$T_{pre} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

Sämtliche Tabellen basieren auf folgenden Parametern:

σ_{amm} : 190 [N/mm²]

φ : 32,5°

γ : 18.000 [N/m³]

μ : 0,4

T_{es} : 130°

T_{ins} : 10°

Wie schon gesagt, wird der maximale zulässige Spannungswert 190 N/mm² gewöhnlich bei der Projektierung von Fernwärmenetzen verwendet, weil er erlaubt, Werte der axialen Spannungen zu erreichen, die unter der Streckgrenze mit einem Sicherheitsfaktor von 1,1 und einer Betriebstemperatur niedriger als oder als 114 °C (mit Bezug auf ein Stahlrohr P235 GH oder gleichwertiges) liegen.

Damit der von der Norm UNI EN 13941 festgelegte Sicherheitskoeffizient von 1,1 eingehalten wird, sind die in der vorher angeführten Tabelle angegebenen zulässigen Spannungswerte anzuwenden, wenn die Betriebstemperatur über $T=114$ °C liegt. Die Tabelle ist im Abschnitt über die Beanspruchungsgrenzen durch die natürliche Kompensation zu finden.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

 ABSTAND ZWISCHEN DEN KOMPENSATOREN DER ROHRLEITUNGEN ISOLIERUNGSSERIE 1 - $T_{\text{Vorspannung}} = T_{\text{Durchschnitt}}$

DN	D_E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		L_E [m]	L_B [m]						
20	90	9,67	28,51	7,78	22,93	6,50	19,18	5,22	15,40
25	90	13,99	41,24	11,26	33,19	9,42	27,77	7,56	22,30
32	110	16,30	48,07	13,13	38,73	11,00	32,43	8,84	26,06
40	110	18,68	55,08	15,06	44,39	12,61	37,18	10,14	29,90
50	125	22,88	67,46	18,47	54,44	15,48	45,64	12,46	36,73
65	140	25,85	76,21	20,89	61,60	17,53	51,69	14,12	41,64
80	160	29,01	85,53	23,48	69,23	19,72	58,14	15,90	46,88
100	200	33,34	98,31	27,05	79,74	22,75	67,07	18,37	54,16
125	225	36,00	106,13	29,26	86,28	24,65	72,69	19,94	58,79
150	250	42,95	126,63	34,99	103,17	29,52	87,05	23,92	70,51
200	315	48,91	144,21	40,02	118,01	33,87	99,86	27,52	81,15
250	400	52,13	153,69	42,85	126,33	36,37	107,24	29,65	87,43
300	450	60,31	177,82	49,76	146,73	42,36	124,89	34,63	102,10
400	560	66,20	195,17	54,95	162,01	46,97	138,49	38,57	113,71
500	710	62,94	185,59	52,59	155,07	45,17	133,17	37,27	109,90
600	800	72,93	215,04	61,30	180,75	52,87	155,89	43,83	129,23

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

ABSTAND ZWISCHEN DEN KOMPENSATOREN DER ROHRLEITUNGEN ISOLIERUNGSSERIE 2 - $T_{\text{Vorspannung}} = T_{\text{max amm}}$ (max. Zulässige Temperatur)

DN	D_E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		L_E [m]	L_B [m]						
20	110	7,88	23,24	6,35	18,71	5,31	15,66	4,27	12,58
25	110	11,41	33,64	9,19	27,09	7,69	22,67	6,18	18,22
32	125	14,32	42,21	11,54	34,02	9,66	28,49	7,77	22,91
40	125	16,41	48,38	13,23	39,01	11,08	32,68	8,91	26,28
50	140	20,39	60,12	16,46	48,53	13,80	40,69	11,11	32,76
65	160	22,59	66,62	18,26	53,85	15,33	45,19	12,35	36,41
80	180	25,76	75,95	20,85	61,48	17,52	51,65	14,13	41,65
100	225	29,54	87,10	23,97	70,69	20,17	59,48	16,30	48,06
125	250	32,34	95,36	26,30	77,55	22,16	65,34	17,93	52,86
150	280	38,25	112,78	31,18	91,93	26,31	77,59	21,32	62,87
200	355	43,28	127,60	35,43	104,47	30,00	88,44	24,38	71,89
250	450	46,14	136,05	37,96	111,92	32,24	95,05	26,30	77,53
300	500	54,09	159,48	44,66	131,67	38,03	112,12	31,10	91,70
400	630	58,55	172,62	48,64	143,41	41,60	122,66	34,18	100,78
500	800	55,46	163,51	46,39	136,79	39,88	117,57	32,94	97,11
600	900	64,40	189,87	54,19	159,77	46,77	137,90	38,80	114,41

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

ABSTAND ZWISCHEN DEN KOMPENSATOREN DER ROHRLEITUNGEN ISOLIERUNGSSERIE 3 - $T_{\text{Vorspannung}} = T_{\text{Durchschnittliche Temperatur}}$

DN	D_E [mm]	H=0,8 m		H=1,0 m		H=1,2 m		H=1,5 m	
		L_E [m]	L_B [m]						
20	125	6,92	20,40	5,57	16,43	4,66	13,75	3,75	11,05
25	125	10,02	29,53	8,07	23,79	6,76	19,92	5,43	16,01
32	140	12,75	37,59	10,28	30,32	8,61	25,40	6,93	20,43
40	140	14,62	43,10	11,79	34,76	9,88	29,13	7,95	23,44
50	160	17,79	52,46	14,37	42,38	12,05	35,54	9,71	28,62
65	180	20,04	59,08	16,21	47,78	13,60	40,11	10,96	32,33
80	200	23,13	68,20	18,73	55,24	15,74	46,41	12,70	37,44
100	250	26,50	78,14	21,52	63,46	18,12	53,42	14,64	43,18
125	280	28,78	84,85	23,42	69,05	19,74	58,21	15,98	47,11
150	315	33,88	99,89	27,63	81,48	23,33	68,80	18,92	55,77
200	400	38,23	112,72	31,33	92,36	26,53	78,23	21,58	63,63
250	500	41,30	121,79	34,01	100,28	28,90	85,22	23,59	69,56
300	560	48,02	141,58	39,69	117,01	33,82	99,71	27,68	81,61
400	710	51,54	151,97	42,88	126,43	36,71	108,23	30,19	89,02
500	900	48,81	143,91	40,90	120,58	35,19	103,77	29,10	85,81
600	1000	57,46	169,41	48,41	142,74	41,83	123,33	34,74	102,43

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Wenn die Technologie der thermischen Vorspannung angewandt wird, müssen die Kompensatoren vorgespannt werden, indem sie vor Einbau zusammengedrückt werden. Dadurch entsteht ein Freilauf, der der Gleitbewegung des Kompensators während der Vorspannungsphase entspricht. Kompensatoren gleiten auf der Strecke als Folge der thermischen Ausdehnung bei beiden Leitungsenden.

Die Bewegung bei einem gap/Kompensator kann man durch dieses Verhältnis berechnen, wobei die Kompensatoren immer mit dem gleichen Abstand untereinander eingebaut sind.

$$\Delta L_E = 2 \left(\alpha (T_{\text{pre}} - T_{\text{inst}}) \frac{1}{2} L_E - \frac{F \frac{1}{2} L_E^2}{2EA_S} \right)$$

Wenn der Abstand unter den Kompensatoren variabel ist, dann sieht das Verhältnis wie folgt aus:

$$\Delta L_E = \alpha (T_{\text{pre}} - T_{\text{inst}}) \frac{1}{2} L'_E - \frac{F \frac{1}{2} L'^2_E}{2EA_S} + \alpha (T_{\text{pre}} - T_{\text{inst}}) \frac{1}{2} L''_E - \frac{F \frac{1}{2} L''^2_E}{2EA_S}$$

L'_E und L''_E ist der Abstand zwischen dem zu berechnenden Kompensator und dem jeweiligen vor- und nachliegenden.

Der Freilauf während der Vorspannung bei den ersten Kompensatoren nach dem freien Rohrende kann mit der folgenden Formel berechnet werden.

Der Freilauf während der Vorspannung bei den ersten Kompensatoren nach dem freien Rohrende kann mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\Delta L_B = \alpha (T_{\text{pre}} - T_{\text{inst}}) \frac{1}{2} L_B - \frac{F \frac{1}{2} L_B^2}{2EA_S} + \frac{1}{2} \Delta L_E$$

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

5.5 Vergleich zwischen den möglichen Verlegetechniken

Die folgende Tabelle ist eine Übersicht der Vor- und Nachteile bei den vorher erklärten Verlegetechniken.

Für weitere Informationen steht das Fachpersonal der technischen Abteilung von **ECOLINE** den Kunden gern zur Verfügung, um mit ihnen die optimalen Lösungen je gemäß ihren spezifischen Anforderungen und Bedingungen zu finden.

VERLEGETECHNIK	VORTEIL	NACHTEIL
Kaltverlegung	<ul style="list-style-type: none"> • die Installation ist sehr unkompliziert; • preiswerteste Verlegetechnik; • lange blockierte Netzabschnitte. 	Hohe axiale Beanspruchung (High Axial stress) <ul style="list-style-type: none"> • hohe axiale Spannung; • große Dehnungen an den Rohrenden; • bei großen Durchmessern und bei hohen Betriebstemperaturen nicht einsetzbar; • buckling Gefahr bei parallelen Rohrtrassen.
Vorwärmung	<ul style="list-style-type: none"> • die Installation ist unkompliziert; • preiswerte Verlegetechnik; • lange blockierte Netzabschnitte; • $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{amm}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • nur einsetzbar, wo es möglich ist, mehrere lange Rohrtrassen gleichzeitig offen zu halten; • kostenaufwändig für die Erwärmung der Strecke am Anfang.
Vorspannung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Rohrtrasse kann komplett wiederverfüllt werden, außer den Stellen wo die Kompensatoren eingebaut werden; • Lange blockierte Netzabschnitte; • $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{amm}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenaufwand für die Kompensatoren und für die Wiederöffnung der Trassen bei den Kompensatoren/Gap; • kostenaufwändig für die Erwärmung der Strecke am Anfang.
Natürliche Kompensation	<ul style="list-style-type: none"> • Der Rohrgraben kann komplett wiederverfüllt werden; • Geprüfte Verlegetechnik. Weniger Probleme beim Einbau von Abzweigen nach der Inbetriebnahme; • $\sigma_{\max} \leq \sigma_{\text{amm}}$ 	<ul style="list-style-type: none"> • kostenaufwändig für spezielle Formstücke und extra Bau- und Aushubarbeiten; • Zunahme der Verluste und konsequente Steigerung der Pumpkosten zum Durchlauf der Flüssigkeit.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

6. Ausdehnung an den Rohrenden

Unabhängig von der gewählten Verlegetechnik finden Verformungen im Rohresystem an den Rohrenden einer geraden Rohrleitung und im Gleitbereich statt. Sie dehnen sich während der Phase der Erwärmung aus und sie ziehen sich (schrumpfen) während der Abkühlungsphase zusammen. Es handelt sich um die größten Verformungen, die an den sogenannten Ausdehnungspunkten erfolgen.

Die Ausdehnung an einem Streckenende kann durch die folgende Formel berechnet werden:

$$\Delta L = \alpha (T_{es} - T_{inst}) L_F - \frac{\overline{F} L_F^2}{2EA_s}$$

L_F ist die Reibungslänge, wie im Abschnitt 3 berechnet.

Diese Bewegungen der Rohrleitung sind die Folge von zwei Einwirkungen:

- Thermische Einwirkung, die während der Erwärmungsphase zu einer Ausdehnung der Rohrleitung führt;
- Reibungseinwirkung, die während der Erwärmungsphase der Ausdehnung der Rohrleitung entgegenwirkt.

Die folgenden Diagramme stellen den Wert der Ausdehnung an den Rohrenden einer geraden Rohrleitung bei der höchsten Betriebstemperatur bei Variieren des ΔT Wertes infolge der thermi-

schen Einwirkung allein und infolge beider Einwirkungen (thermische und Reibungseinwirkung) dar.

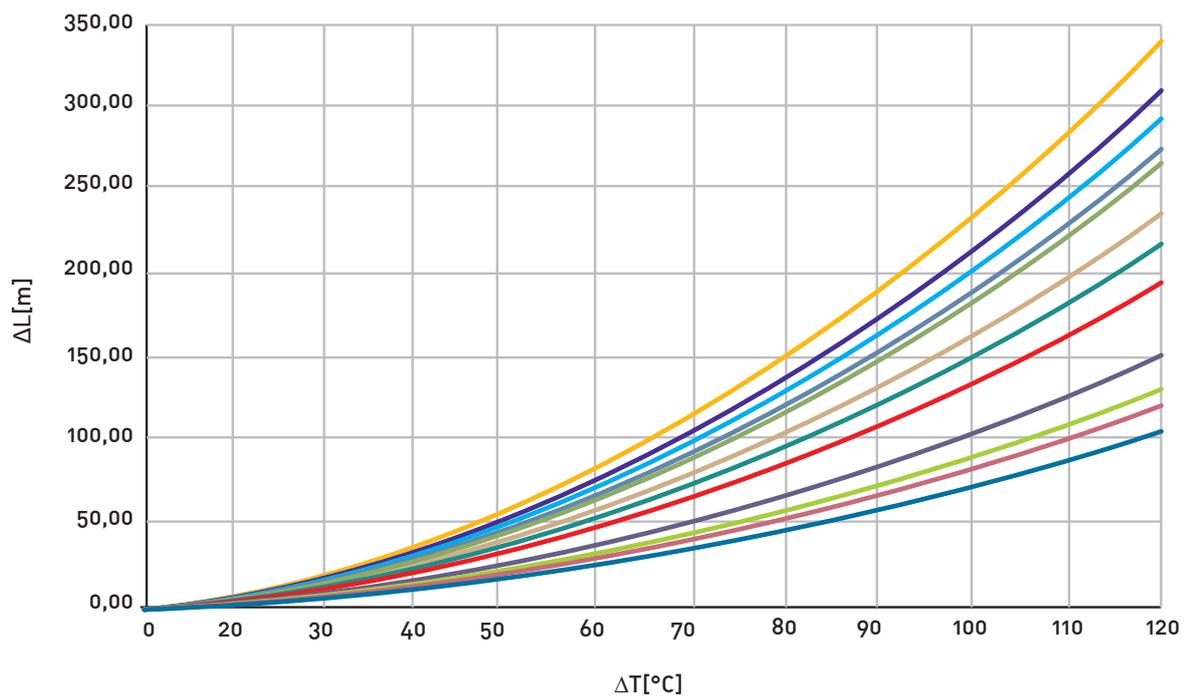
Die Diagramme gehen davon aus, dass die gesamte Länge der geraden Strecke höher - oder gleich- als zweifach die Reibungslänge ist.

Die Diagramme basieren auf folgenden vorgegebenen Werten:

φ :	32,5°;
γ :	18.000 [N/m ³];
μ :	0,4;
H:	1,0 m.

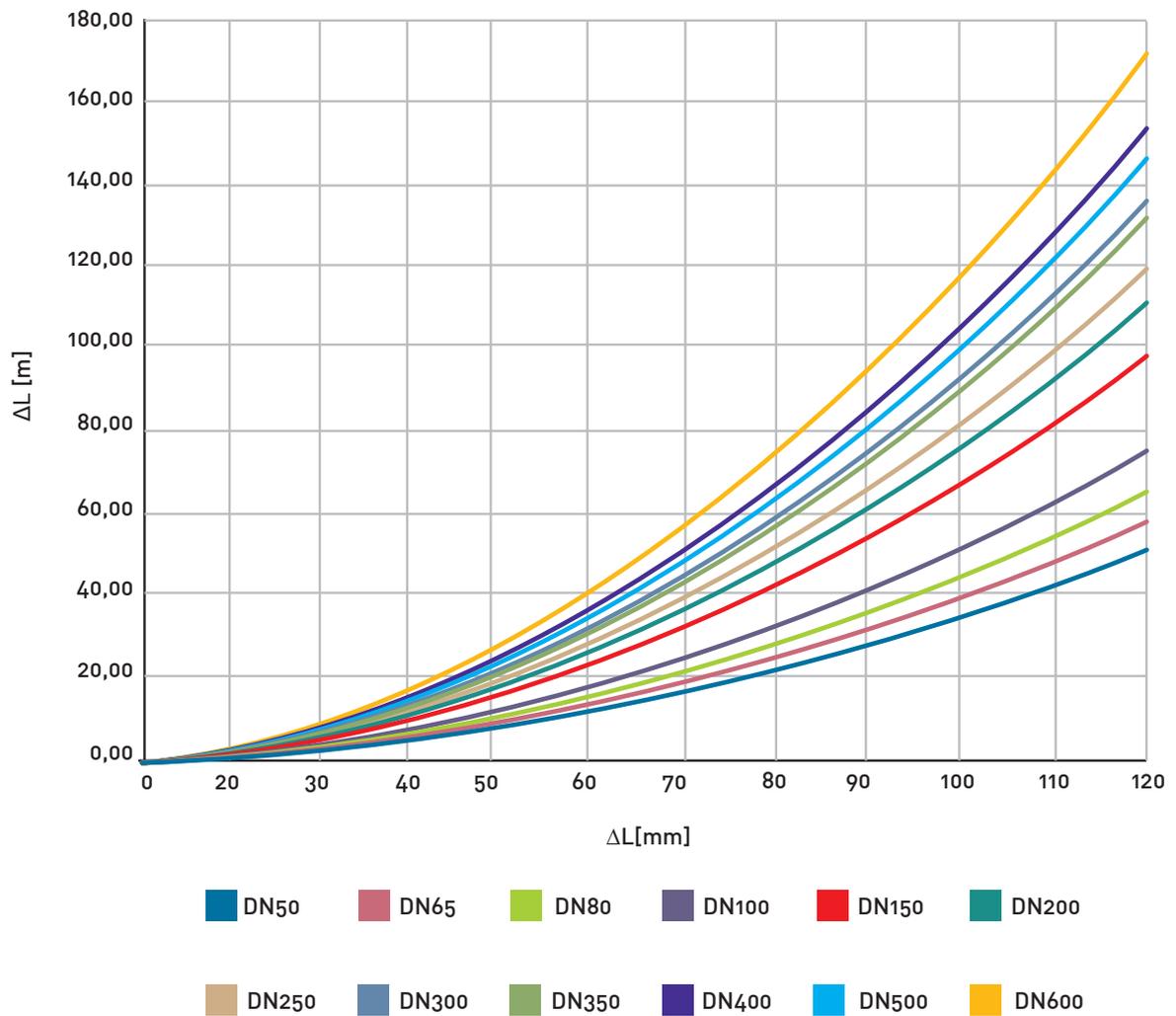
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Ausdehnung an den Rohrenden infolge der thermischen Einwirkung allein - H = 1,0 m



MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Ausdehnung an den Rohrenden - H = 1,0 m



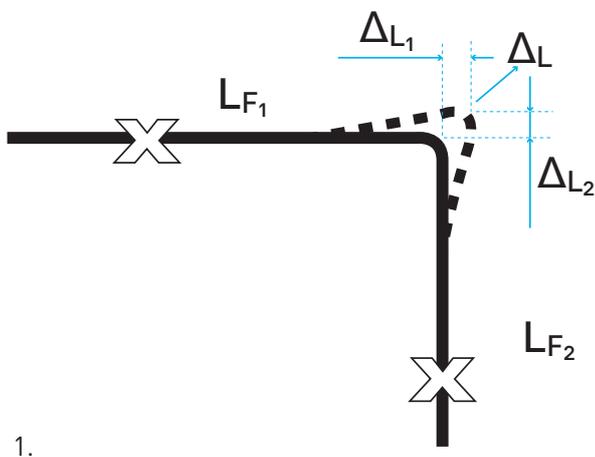
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Wenn die gesamte Länge L_{TOT} der Strecke kürzer ist als das Doppelte der Reibungslänge, ergibt sich:

$$\Delta L = \alpha (T_{es} - T_{inst}) \frac{L_{TOT}}{2} - F \frac{\left(\frac{L_{TOT}}{2}\right)^2}{2EA_s}$$

Bei einem Bogen dehnt sich die Rohrleitung wegen der Bewegungen aus, die von den beiden geraden Rohrstreifen stammen und gegen den Bogen konvergieren. Infolge der Einwirkungen bewegt sich daher die Rohrleitung radial mit diesem Resultat:

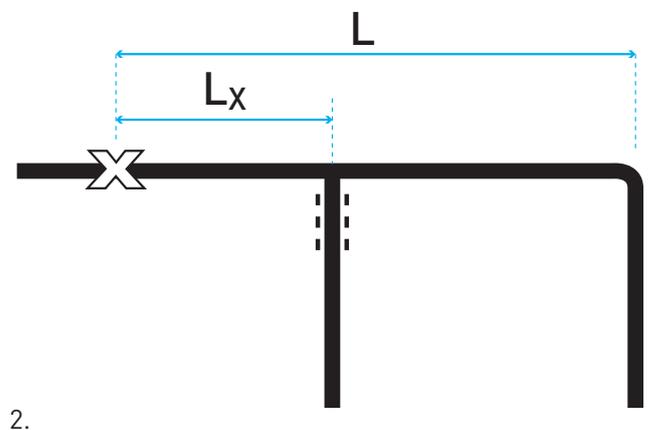
$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$



An einem Mittelpunkt der Rohrleitung, z.B. bei einem Abzweig im Gleitbereich, wo der Abstand von einem freien Rohrende geringer als die Reibungslänge L_F ist, kann die Ausdehnung mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\Delta L_x = \alpha (T_{es} - T_{inst}) L_x - \frac{F(2L - L_x)L_x}{2EA_s}$$

L ist der Abstand zwischen dem freien Ende und dem natürlichen Festpunkt, der maximal gleich der Reibungslänge L_F ist.



^{1/2} Geometrisches Schema des Netzes

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Beispiele

Unten folgen zwei Beispiele der Ausdehnungsberechnung an einem Rohrende einer geraden Rohrleitung, wenn die Länge der Strecke zwischen zwei geraden Rohrenden höher als zweifach der Reibungslänge ist und im Fall, dass diese Länge kürzer als die Reibungslänge ist.

Der Einfachheit halber werden hier die gleichen Werte wie im Abschnitt 3 verwendet.

1. Rohrleitungsabschnitt mit Entstehung einer blockierten Streck

- Rohrleitung DN 200-DA 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrscheitels;
- Betriebstemperatur: 80°C;
- Verlegtemperatur: 10°C;
- Länge zwischen den freien Rohrenden: 200 m.

$$L_F = \frac{(\sigma_{\max} A_s)}{F} = \frac{176,40 \cdot 3.033,84}{5.882,10} = 90,98 \text{ m}$$

Da $L_F < L/2$ ist, ist die Ausdehnung am Rohrende mit der folgenden Formel zu berechnen:

$$\Delta L = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}}) L_F - \frac{(FL_F^2)}{2EA_s} = \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80 - 10) \cdot 90,98 - \frac{5.882,10 \cdot 90,98^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1000 = 38,21 \text{ mm}$$

2. Rohrleitungsabschnitt mit Entstehung eines natürlichen Festpunktes

- Rohrleitung DN 200-DE 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrscheitels;
- Betriebstemperatur: 120°C;
- Verlegtemperatur: 10°C;
- Länge zwischen den freien Rohrenden: 180 m

Die durch die Formel [3.3] kalkulierte Reibungslänge L_F ist:

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} A_s}{F} = \frac{277,20 \cdot 3.033,84}{5.882,10} = 142,97 \text{ m}$$

In diesem Fall ist $L_F > L/2$, und daher ist die Ausdehnung der Strecke mit dieser Formel zu berechnen:

$$\Delta L = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}}) \frac{L}{2} - \frac{F \left(\frac{L}{2} \right)^2}{2EA_s} = \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) \cdot \frac{180}{2} - \frac{5.882,10 \cdot \left(\frac{180}{2} \right)^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1000 =$$

Ergebnis= 81,41 mm

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

7. Dimensionierung und Ausdehnung

7.1 Kompensationen durch Verwendung von L, Z und U Bogen

Wie mehrmals betont, bewegen sich die Rohrleitungen infolge der Temperaturunterschiede der Flüssigkeit und des Mediumrohres.

Sie dehnen sich während der Phase der Erwärmung aus und sie ziehen sich (schrumpfen) während der Abkühlungsphase zusammen. Solche Bewegungen verursachen Druck- und Scherbeanspruchungen auf die Polyurethan Isolierung und Ermüdungsbeanspruchungen bei Dehnungspunkten (Bogen, T-Stück usw.).

Die Richtungsänderungen eines Fernwärmenetzes sind sorgfältig zu projektieren, damit sie den Spezifikationen der Norm UNI EN 13941 erfüllen. Im Folgenden sind Maßnahmen enthalten, die sicherstellen, dass die Anforderungen von UNI EN 13941 erfüllt werden.

Die Bewegungen an einem Streckenende einer geraden Rohrleitungsstrecke bringen Druck- und Scherbeanspruchungen für die Polyurethan Isolierung mit sich, die von Dehnungspolstern aufgenommen werden können. Es wurde festgestellt, dass jede 40mm dicke Dehnungspolsterschicht eine 30 mm lange Ausdehnung aufnehmen kann. In den folgenden Abschnitten dieses Handbuchs werden ausführliche Informationen über die beste Lage der Dehnungspolster im Bogenbereich gegeben.

Die Ausdehnungs- und Schrumpfverformungen verursachen Ermüdungsbeanspruchungen an den Bogen.

Je nach der Projektklasse und Art der Rohrleitung legt die Norm UNI EN 13941 die mindesten Vollastwechsel jedes Elements fest, wie schon im Abschnitt 1 dieses Handbuchs erläutert.

Im Folgenden werden Anweisungen gegeben, unter deren Einhaltung die Spezifikationen und Einschränkungen der Norm UNI EN 13941 Rohrleitungen sicherlich erfüllt werden.

Insbesondere ermöglichen die in diesem Handbuch enthaltenen Anweisungen, die Einschränkungen der Ermüdungsprüfung der Bestandteile der Klassen B oder C gehörenden Rohrleitungen der Norm UNI EN 13941 zu erfüllen.

Daher entsprechen die zur Projektklasse A zugeordneten Rohrleitungen, die einen niedrigeren Sicherheitsfaktor verlangen, automatisch den Anforderungen in Bezug auf die Ermüdungsprüfung, wenn die in diesem Handbuch enthaltenen Anweisungen eingehalten werden.

Damit die Projektierung mit den Vorschriften der Norm UNIEN 13941 übereinstimmt, sind die folgenden Parameter zu berechnen:

- Mindeste Länge der Kompensationselemente;
- Mindeste Länge der Rohrleitung bei den Kompensationselementen, die mit Dehnungspolstern zu ummanteln sind.

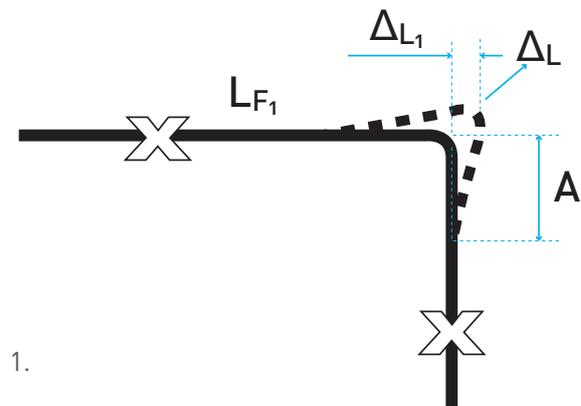
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

7.2 Bogen mit Winkelgrad zwischen 80° und 90° L förmige Kompensationselemente

Um die mindeste Länge der Netzstrecke, die bei einem L-förmigen Bogen mit Winkelgrad zwischen 80° und 90° mit Dehnungspolstern auszustatten ist, berechnen zu können, muss man erst die Ausdehnung am Ende der geraden Rohrstrecke berechnen. Dazu sind die im Abschnitt 6 angeführten Formeln einzusetzen.

Durch die in diesem Handbuch enthaltenen Diagramme ist es möglich, je nach dem Stahldurchmesser die Länge A1 zu kalkulieren. A1 ist die Länge der Strecke, die mit Dehnungspolstern zu ummanteln ist, um mögliche Beschädigungen der Polyurethan Isolierung zu vermeiden.

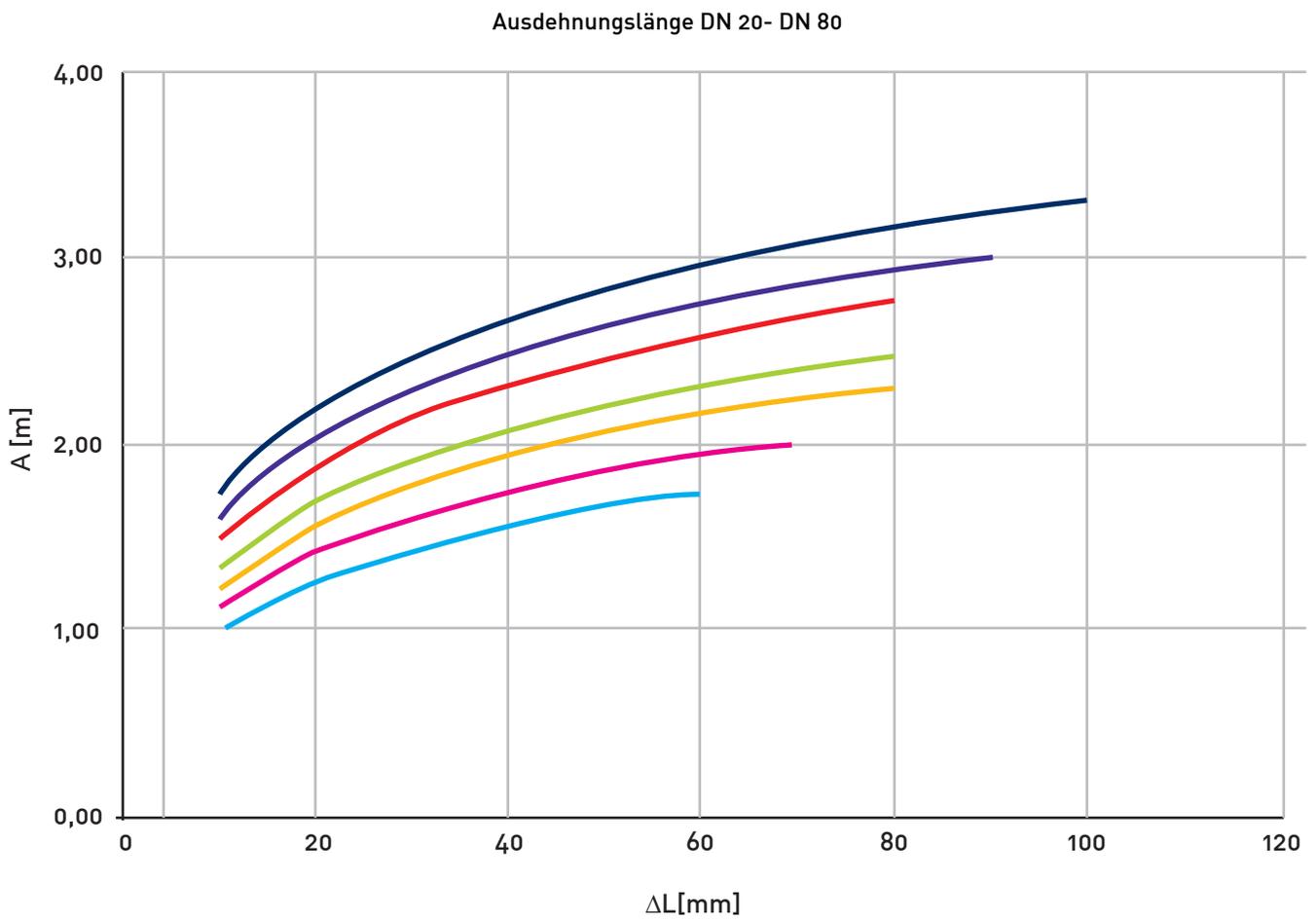
Ist auf der Abszisse der Wert von ΔL angegeben, der sowohl die Isolierungsserie als auch die Überdeckungshöhe betrachtet, kann man auf der Ordinate mit der Kurve des betroffenen Leitungsdurchmessers die oben genannte A Länge entnehmen.



1.

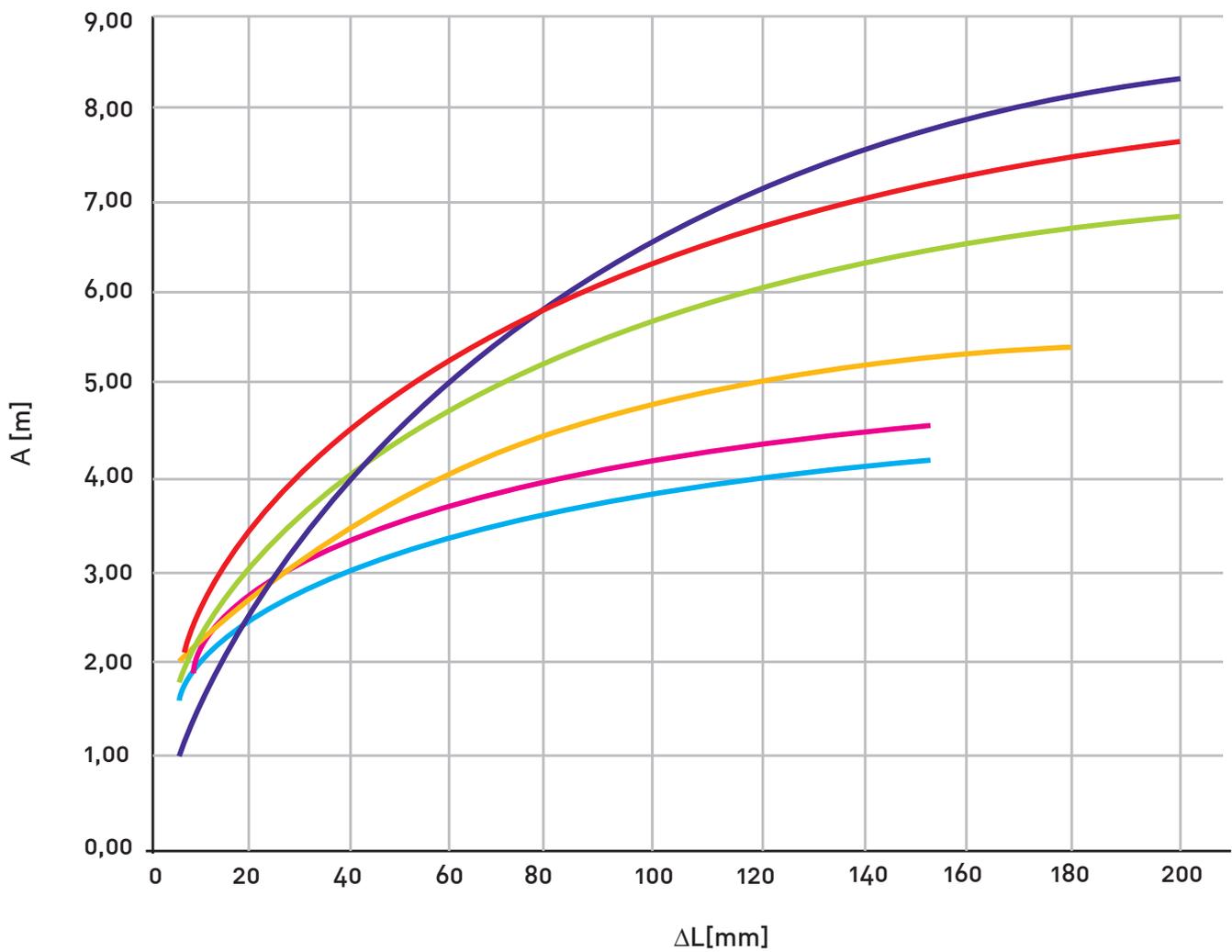
¹ Ausdehnungslänge DN 20- DN 80

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG



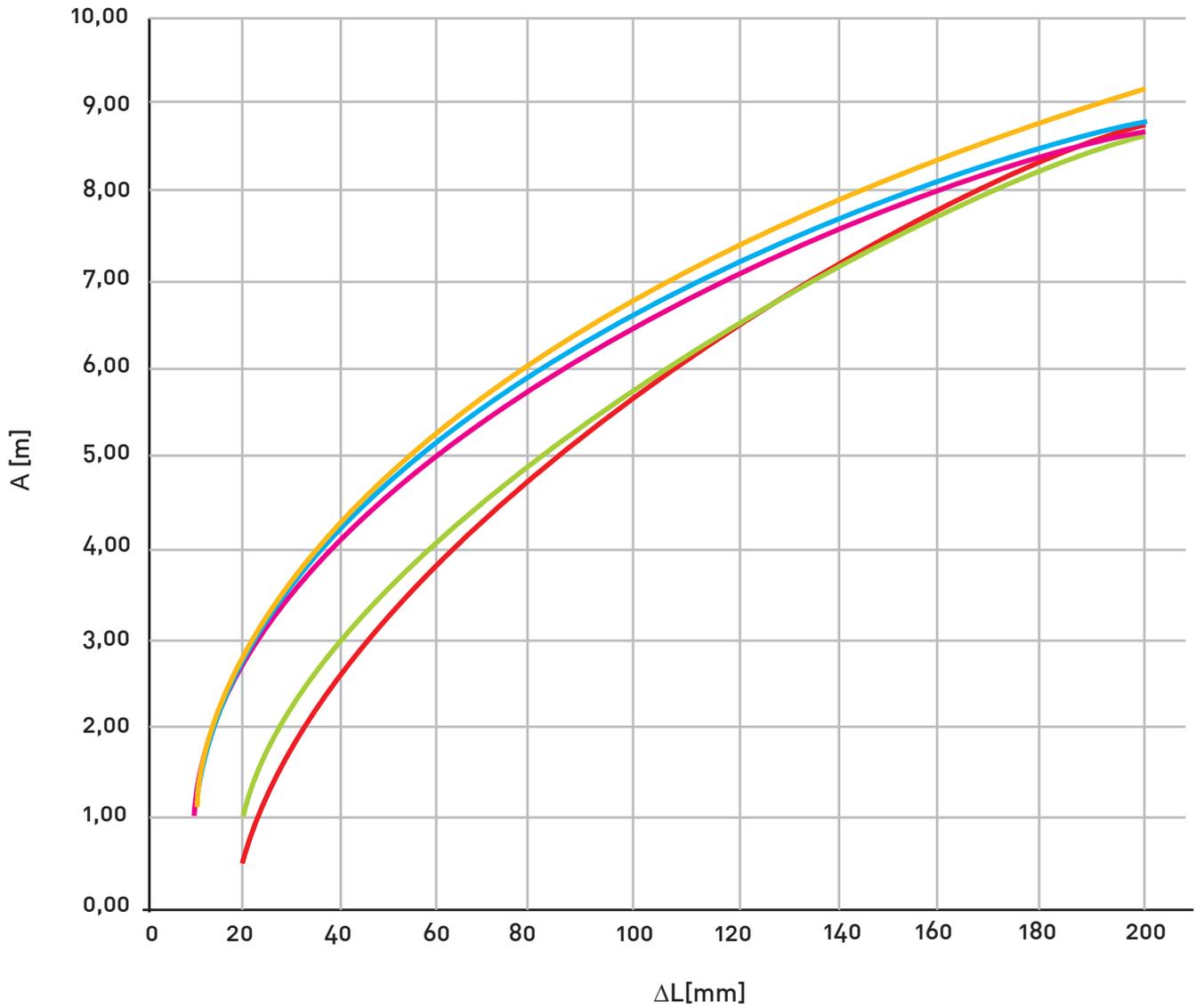
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Ausdehnungslänge DN 100- DN 300



MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Ausdehnungslänge DN 350-DN 600



■ DN 350
 ■ DN 400
 ■ DN 450
 ■ DN 500
 ■ DN 600

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Ist die mindeste Ausdehnungslänge bekannt, kann man die Anzahl der Dehnungspolster berechnen und ihre günstigste Lage festlegen.

Um die höchste zulässige Lagenanzahl der Dehnungspolster zu berechnen, ist erst die resultierende Verformung durch das schon gesehene Verhältnis zu kalkulieren:

$$\Delta L_{\text{TOT}} = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2} \quad [\text{mm}]$$

Die zur Aufnahme der Verformungen erforderliche Mindestdicke der Dehnungspolster ist unter der Betrachtung der Tatsache zu berechnen, dass sie um 75% komprimiert werden können. (ein 40mm starkes Dehnungspolster nimmt eine Verformung von 30 mm auf).

$$s_{\text{mat}} = \frac{\Delta L_{\text{TOT}}}{0,75} \quad [\text{mm}]$$

Die von **ECOLINE** gelieferten Dehnungspolster sind in einer Stärke von 40 mm erhältlich und können aufeinander gelegt werden, um größere Verformungen aufzunehmen.

Ist die mindeste zur Aufnahme der Ausdehnung erforderliche Stärke der Dehnungspolster bekannt s_{mat} , kann man die Anzahl der notwendigen Schichten kalkulieren, indem man das Ergebnis des folgenden Verhältnisses nach oben abgerundet wird:

$$n_{\text{mat}} = \frac{s_{\text{mat}}}{40}$$

Die Dehnungspolster, die notwendig sind, um Beschädigungen der Polyurethan Isolierung bei der Ausdehnungsphase der Leitung zu vermeiden, führen aber zum Nachteil, dass die Temperatur des PEHD Mantels steigt. Norm UNI EN 13941 rät aber davon ab, die Temperatur von 50° zu überschreiten, um mögliche Beschädigungen am Mantel selbst zu vermeiden. Bei zu hohen Temperaturen wird nämlich der Mantel weicher. Eine Temperatur von 60° ist daher nur für wenige Betriebsstunden im Jahr erlaubt.

Man hat festgestellt, dass maximal drei Dehnungspolsterlagen aufeinander angebracht werden können, wenn man die maximal zulässige Temperatur von 50° nicht überschreiten will, auch wenn empfohlen wird, maximal zwei Dehnungspolsterlagen anzubringen.

Das heißt, dass die größte Ausdehnung, die von den Polstern aufgenommen werden kann, ungefähr 90 mm beträgt.

Der Temperaturwert am Polyethylen Mantelrohr an der, von Dehnungspolstern bedeckten Ausdehnungszone, wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst, unter anderem:

- Höchste Betriebstemperatur des Fernwärmenetzes
- Wärmeleitfähigkeit des Bodens
- Verlegetiefe
- Abstand zwischen Ein- und Rücklaufrohrleitungen
- Anbringungsmethode der Dehnungspolster

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

(nur seitlich angebracht oder um das gesamte Rohr).

Die technische Abteilung von **ECOLINE** steht den Kunden für Unterstützung gern zur Verfügung, um mit ihnen die beste Lösung nach den individuellen Rahmenbedingungen zu finden.

Um die Dehnungspolster auf der Ausdehnungsstrecke A anzubringen, ist Folgendes zu beachten:

- Eine Schicht für die ganze Länge A anbringen;
- Eine zweite Schicht, wenn nötig, für eine Länge $A/2$
- Eine dritte und letzte Schicht, wenn nötig, für eine Länge $A/4$.

Bei den üblich gelieferten Dehnungspolstern werden die resultierenden Längen wie oben beschrieben nach oben aufgerundet (in Metern ausgedrückt).

Die wie oben berechneten notwendigen Dehnungspolster sind an der Außenseite der Rohrleitung anzubringen, damit sie die Ausdehnung aufnehmen können.

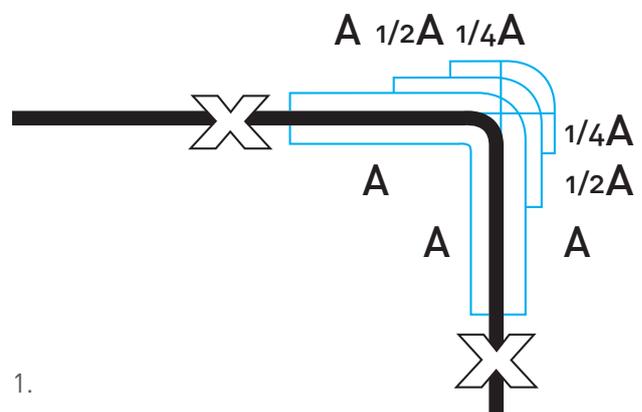
An der Innenseite der Rohrleitung reicht eine Schicht aus. Diese ist für die ganze Ausdehnungslänge anzubringen, weil die Schrumpfbewegung während der Abkühlungsphase geringer ist als die Ausdehnungsbewegung. Die Schrumpfbewegung ist nämlich durch die Reibungskraft beschränkt.

In den Ferwärmenetzabschnitten, in welchen die axialen Spannungen durch Vorwärmung limitiert werden, sind die Dehnungspolster an der Innen- und Außenseite symmetrisch anzubringen.

Wenn nicht anders von den örtlichen Bedingungen erforderlich, ist es empfehlenswert, die Dehnungspolster nur an der Innen- und Außenseite anzubringen.

Das Ummanteln des ganzen Rohrumfanges ist wegen einer Temperatursteigerung am PEHD Mantel zu vermeiden.

Was bis jetzt erklärt wurde, zeigt die folgende Abbildung:



¹ Anbringungsschema der Dehnungspolster

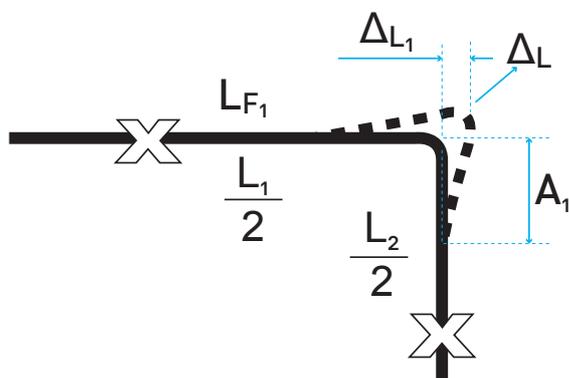
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Beispiel

Im Folgenden ist ein Beispiel der Berechnung von Dehnungspolstern bei einem Bogen mit Winkelgrad 90°. Der Einfachheit halber werden hier die gleichen Werte wie im Abschnitt 6 verwendet:

- Rohrleitung DN 200-DE 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrscheitels;
- Betriebstemperatur: 120°C;
- Verlegungstemperatur: 10°C;
- Länge der Strecke 1 (zwischen zwei freien Rohrenden): 120 m;
- Länge der Strecke 2 (zwischen zwei freien Rohrenden): 54 m.

Angesichts der in den vorherigen Abschnitten dieses Handbuchs erläuterten Bemerkungen ist in diesem Fall $L_f \rightarrow L/2$. Daher ist die Ausdehnung am Streckenende mit der folgenden Formel zu berechnen:



1.

$$\Delta L_1 = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}}) \frac{L_1}{2} - \frac{F \left(\frac{L_1}{2} \right)^2}{2EA_s} =$$

$$= \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) \cdot \frac{120}{2} - \frac{5,882,10 \cdot \left(\frac{180}{2} \right)^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1.000 = 62,58 \text{ mm}$$

und

$$\Delta L_2 = \alpha(T_{\max} - T_{\text{inst}}) \frac{L_2}{2} - \frac{F \left(\frac{L_2}{2} \right)^2}{2EA_s} =$$

$$= \left(1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) \cdot \frac{54}{2} - \frac{5,882,10 \cdot \left(\frac{54}{2} \right)^2}{2 \cdot 210.000 \cdot 3.033,8} \right) \cdot 1.000 = 32,27 \text{ mm}$$

Anhand des oben angeführten Diagramms für Durchmesser DN 200 berechnet man die Rohrleitungslänge am Bogen mit Winkelgrad 90°, die mit Dehnungspolstern zu bedecken ist::

$$A_1 \sim 4,90 \text{ m}$$

$$A_2 \sim 3,85 \text{ m}$$

Die max Stärke der Dehnungspolster wird im Zusammenhang mit daraus resultierenden Gleitbewegung bestimmt:

$$\Delta L_{\text{tot}} = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2} = \sqrt{62,58^2 + 32,27^2} = 70,41 \text{ mm}$$

Die notwendige mindeste Stärke der Dehnungspolster, damit sie die Ausdehnung aufnehmen können wird mit dieser Formel berechnet:

¹ Geometrisches Schema des Netzes

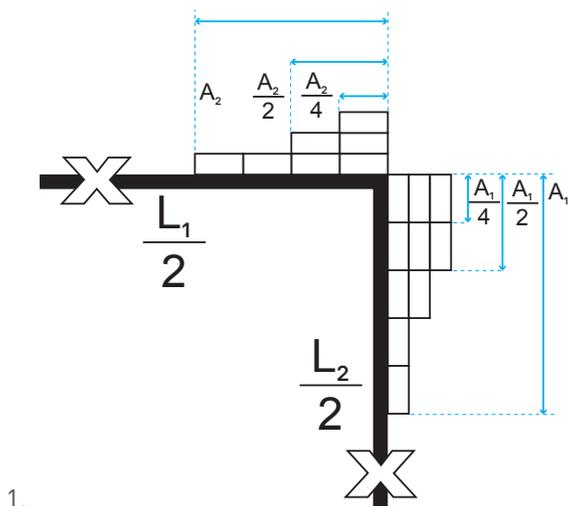
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

$$s_{\text{mat}} = \frac{\Delta L_{\text{tot}}}{0,75} = \frac{70,41}{0,75} = 93,88$$

Die von **ECOLINE** gelieferten Dehnungspolster haben eine Stärke von 40 mm. Die Aufnahmefähigkeit jedes einzelnen Polsters betrachtend, berechnet man die Anzahl der Dehnungspolsterlagen, indem man das von der unten angeführten Formel resultierende Ergebnis nach oben aufrundet:

$$n_{\text{mat}} = \frac{s_{\text{mat}}}{40} = 3$$

Die Dehnungspolster an diesem Bogen sind daher wie in der unten angeführten Abbildung anzubringen:



¹ Geometrisches Schema des Netzes

² Geometrisches Schema des Netzes

7.3 Z förmige Kompensationselemente

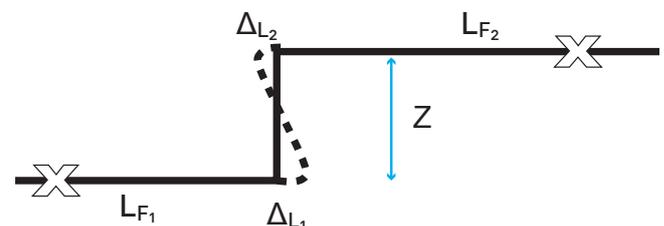
Die Z Kompensationselemente sind besonders flexibel und in der Lage, größere Ausdehnungen als die L Kompensationselemente aufzunehmen. Die mindeste erforderliche Schenkellänge für die Z förmige Kompensation kann durch das folgende Verhältnis berechnet werden:

$$Z = 0,45 (A_1 + A_2)$$

Wo:

A_1 : mindeste Ausdehnungslänge für die geradlinige Streckenlänge L_1 ;

A_2 : mindeste Ausdehnungslänge für die geradlinige Streckenlänge L_2 .



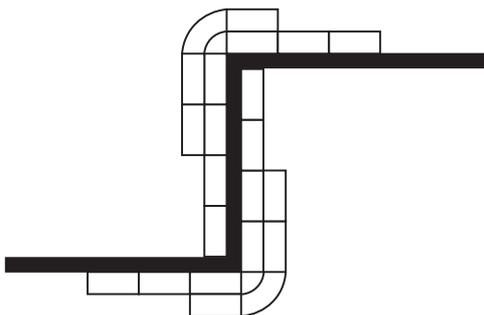
MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Sind die jeweiligen Ausdehnungswerte ΔL_1 und ΔL_2 bekannt, können die Werte von A_1 und A_2 durch die vorherigen Diagramme kalkuliert werden. Ähnlich, mit den in dem vorherigen Abschnitt angegebenen Verhältnissen, kann man die Stärke der erforderlichen Dehnungspolster und die Schichtenanzahl berechnen, die am Z Kompensationschenkel anzubringen sind.

Die Anbringung und Anordnung der Dehnungspolster erfolgt nach den im vorherigen Abschnitt enthaltenen Anweisungen. Wichtig ist, dass Dehnungspolster am gesamten Kompensationschenkel angebracht werden.

An den geraden Strecken, die an den Schenkel anschließen, sollen die Dehnungspolster 1 Meter lang sein und die gleiche Stärke haben, wie am Kompensationsschenkel. Darauf ist eine Lage Dehnungspolster anzubringen, die die folgenden Abmessungen haben:

- $DN \leq 50 \rightarrow 1 \text{ m}$;
- $50 < DN < 100 \rightarrow 2 \text{ m}$;
- $DN \geq 125 \rightarrow 3 \text{ m}$;



1.

Diese Dehnungspolster gehören zur Außenseite der Rohrleitung.

In der Innenseite ist nur eine Lage Dehnungspolster erforderlich, die die gleiche Länge wie die Dehnungspolster an der Außenseite aufweisen.

Beispiel

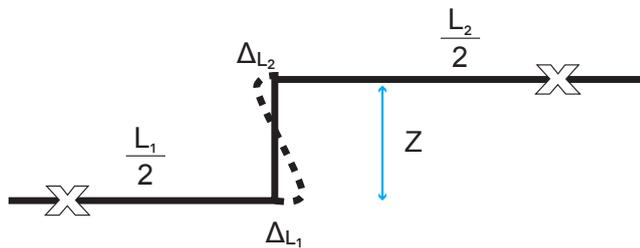
Im Folgenden ist ein Beispiel der Berechnung der Anbringungsmethode von Dehnungspolstern bei einer Z förmigen Kompensation dargestellt.

Der Einfachheit halber werden hier die gleichen Werte wie im Beispiel bei einem Bogen mit Winkelgrad 90° verwendet.

- Rohrleitung DN 200-DE 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrescheitels;
- Betriebstemperatur: 120°C ;
- Verlegungstemperatur: 10°C ;
- Länge der Strecke 1 (zwischen zwei freien Rohrenden): 120 m;
- Länge der Strecke 2 (zwischen zwei freien Rohrenden): 54 m.

¹Anbringungsschema der Dehnungspolster

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG



1.

Die berechneten Ausdehnungen an den Rohrenden sind:

$$\Delta L_1 = 62,58 \text{ mm und } \Delta L_2 = 32,27 \text{ mm}$$

Anhand des oben angeführten Diagramms zur Bestimmung der Ausdehnungszone erhält man die folgenden Werte:

$$A_1 \sim 4,90 \text{ m}$$

$$A_2 \sim 3,85 \text{ m}$$

Angesichts der vorher angeführten Formel ist die mindeste Länge der Z förmigen Kompensation wie folgt:

$$Z = 0,45(A_1 + A_2) = 0,45(4,90 + 3,85) = 3,94 \text{ m}$$

Die mindeste Stärke der Dehnungspolster an jedem Bogen wird im Zusammenhang mit der spezifischen Gleitbewegung berechnet, das heißt:

$$s_{\text{mat},1} = \frac{\Delta L_1}{0,75} = \frac{62,58}{0,75} = 83,44$$

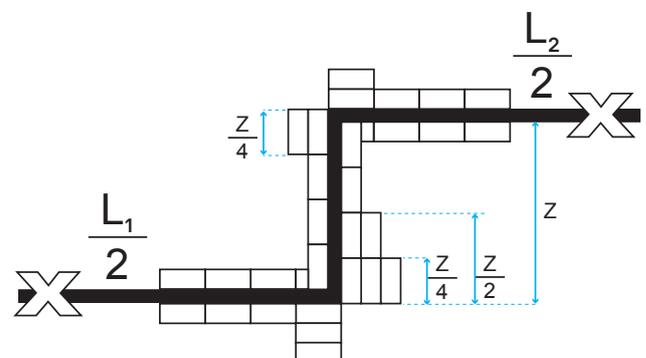
$$s_{\text{mat},2} = \frac{\Delta L_2}{0,75} = \frac{32,57}{0,75} = 43,43$$

Die passende Anzahl von den Dehnungspolsterlagen ist mit der folgenden Formel zu berechnen, und das Ergebnis nach oben aufzurunden:

$$n_{\text{mat},1} = \frac{s_{\text{mat},1}}{40} = 3$$

$$n_{\text{mat},2} = \frac{s_{\text{mat},2}}{40} = 2$$

Die Dehnungspolster am Bogen sind daher wie in der unten angeführten Abbildung zu platzieren:



2.

¹ Geometrisches Schema des Netzes

² Anbringungsschema der Dehnungspolster

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

7.4 U Kompensation

Eine U Kompensation ist sogar flexibler als die Z förmige Kompensation und in der Lage, größere Ausdehnungen als die Z Kompensationselemente aufzunehmen.

Die mindeste erforderliche Schenkellänge für die U (U förmige) Kompensation kann durch das folgende Verhältnis berechnet werden

$$U = 0,8 A_{\max}$$

A_{\max} ist die maximale Ausdehnungslänge zwischen den Längen der zwei geraden Schenkel, die auf U konvergieren.

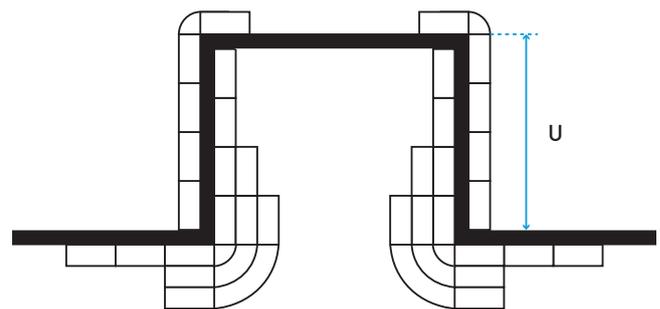
Die Länge des inneren U-Schenkels ist mindestens doppelt so lang als die Länge des vorisolierten Bogens und seine Länge ist maximal dem doppelten Wert von U gleich.

Wenn der innere Schenkel diese Länge überschreitet, muss die Kompensation als eine Z und nicht als U Kompensation kalkuliert werden.

Was die mindeste Stärke, die Anzahl der Schichten und die Anordnung der Dehnungspolster be-

trifft, sind die gleichen Anweisungen zu beachten, wie bei der Kompensation durch Z Bogen.

Im inneren Schenkel ist eine einzelne Lage von Dehnungspolstern bei einem 2 Meter langen Bogen gewöhnlich ausreichend.

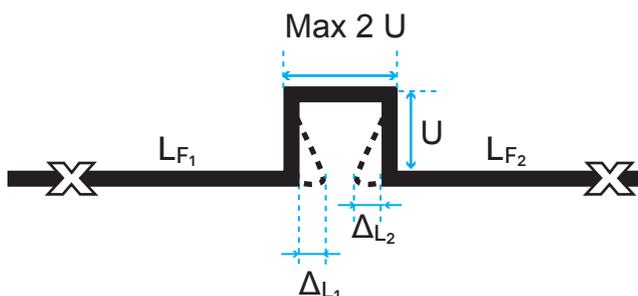


2.

Beispiel

Auch in diesem Fall wird unten ein Beispiel der Berechnung der Anbringungsmethode der Dehnungspolster bei einer U Kompensation angeführt. Der Einfachheit halber werden hier die gleichen Werte wie bei den vorherigen Beispielen verwendet.

- Rohrleitung DN 200-DE 315;
- 1 Meter Überdeckung des Rohrescheitels;
- Betriebstemperatur: 120°C;
- Verlegungstemperatur: 10°C;
- Länge der Strecke 1 (zwischen zwei freien Rohrenden): 120 m;



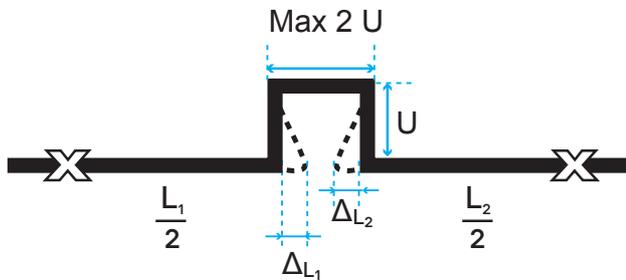
1.

¹Geometrisches Schema des Netzes

²Anbringungsschema der Dehnungspolster

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

- Länge der Strecke 2 (zwischen zwei freien Rohrenden): 54 m.



1.

Die berechneten Ausdehnungen an den Rohrenden sind:

$$\Delta L_1 = 62,58 \text{ mm} \text{ und } \Delta L_2 = 32,27 \text{ mm}$$

Anhand des oben angeführten Diagramms zur Bestimmung der Ausdehnungszone erhält man die folgenden Werte:

$$A_1 \sim 4,90 \text{ m}$$

$$A_2 \sim 3,85 \text{ m}$$

Angesichts der vorher angeführten Formel ist die mindeste Länge des U Kompensationsschenkels „U“ wie folgt:

$$U = 0,8 A_{\max} = 0,8 * 4,90 = 3,92$$

Die mindeste Stärke der Dehnungspolster an jedem Bogen wird im Zusammenhang mit der spezifischen Gleitbewegung berechnet, das heißt:

$$s_{\text{mat},1} = \frac{\Delta L_1}{0,75} = \frac{62,58}{0,75} = 83,44$$

und

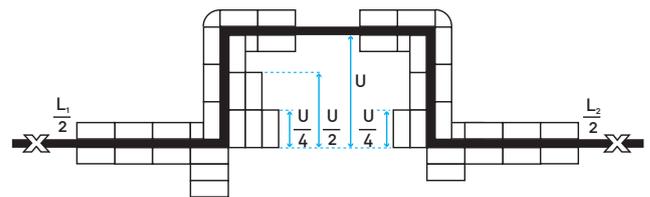
$$s_{\text{mat},2} = \frac{\Delta L_2}{0,75} = \frac{32,57}{0,75} = 43,43$$

Die passende Anzahl von den Dehnungspolsterlagen ist mit der folgenden Formel zu berechnen, und das Ergebnis nach oben aufzurunden:

$$n_{\text{mat},1} = \frac{s_{\text{mat},1}}{40} = 3$$

$$n_{\text{mat},2} = \frac{s_{\text{mat},2}}{40} = 2$$

Die Dehnungspolster am Bogen sind daher wie in der unten angeführten Abbildung zu platzieren:



2.

¹ Geometrisches Schema des Netzes

² Anbringungsschema der Dehnungspolster

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

7.5 Bogen mit Winkelgrad im Bereich 5°-80°

Bei besonderen Trassenführungen ist es erforderlich Bogen einzusetzen deren Winkelgrad im Bereich 5°-80° liegt.

Die Gleitbewegung bei einem Bogen dessen Winkelgrad geringer als 80° ist kann durch dieses Verhältnis kalkuliert werden.

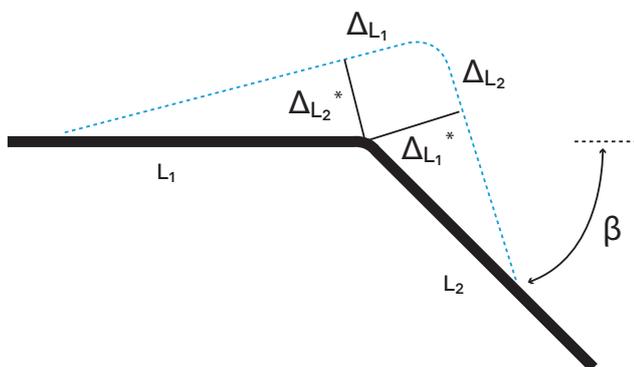
$$\Delta L_2^* = \frac{\Delta L_1}{\tan(\beta)} + \frac{\Delta L_2}{\sin(\beta)}$$

e

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

ΔL_1 und ΔL_2 sind die axialen Bewegungen, die aus der Ausdehnung der geraden Leitungsstrecken mit L_1 und L_2 resultieren. Diese axialen Bewegungen können durch dieses schon bekannte Verhältnis kalkuliert werden:

$$\Delta L_{1,2} = \alpha(T_{es} - T_{inst}) \frac{L_{1,2}}{2} - \frac{F(L_{1,2}/2)^2}{2EA_s}$$



1.

¹ Geometrisches Schema des Netzes

Bei geringen Werten des Winkels β erreicht die Querbewegung der Rohrleitung solch hohe Werte, dass sie nicht mehr kontrollierbar ist. Je niedriger die Winkelabweichung, desto größer wird der Abstand bis zur Bogenspitze, d.h. dem Punkt, wo die laterale Bodenreaktion null wird.

Es ist abzuraten, vorisolierte Bogen mit Winkelgrad geringer oder gleich 45° einzusetzen. Die axialen Ausdehnungen sind bescheiden aber erhebliche laterale Bewegungen der Rohrleitung sind festzustellen. Infolge solcher großen Bewegungen braucht man unbedingt mehr als eine Lage Dehnungspolster.

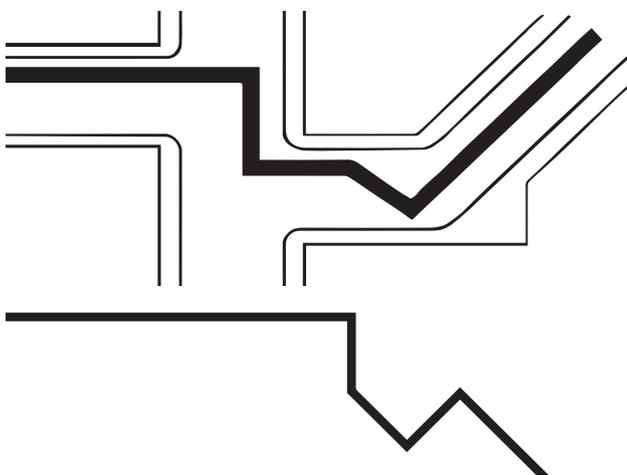
Das kann zu einem Problem werden, da die Oberfläche des Mantelrohres eine höhere Temperatur als 50° erreichen kann.

Dagegen setzt eine Reduzierung der gesamten Stärke der Dehnungspolsterschichten den Polyurethan Hartschaum einem übermäßig hohen Wert der Druck- und Scherbeanspruchungen aus. Das könnte die Funktionalität der Dämmung beschädigen. Solche Phänomene, zwar in niedrigerem Maße, kommen ebenso bei vorisolierten Bogen mit 60° Winkel vor.

Fazit: nur die Bogen mit einem Winkelgrad von, oder über, 80° sind als passende Elemente für die natürliche Kompensation zu betrachten. Es ist daher empfehlenswert, Bogen mit niedrigerem Winkelgrad nur für sehr kurze Trassenanpassungen einzusetzen.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Für Bogen mit Abweichungswinkel unter 80° steht das Fachpersonal von **ECOLINE** den Kunden zur Verfügung, um die detaillierten Vertiefungen der Projektierung zur Nachprüfung der Kompatibilität des Bogens mit den von der Norm vorgeschriebenen Einschränkungen durchzuführen. Alternativ kann man die Kompensation durch 90° Bogen wie in der Abbildung angezeigt ausführen.



1.

Diese Bemerkungen gelten auch im Fall von Überführungen. Bei niedriger Rohrgrabentiefe ist jedoch zu verifizieren, ob das Gewicht des Bodens in der Lage ist, dem Druck der Leitung standzuhalten.

¹ Richtungsänderung bei $< 90^\circ$ Winkel

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

7.6 Verlegung durch Ausnutzung der elastischen Biegung

Wenn die Trasse und die vorhandenen Bogenrohre einen unterschiedlichen Radius aufweisen, kann

man eine "elastische" Anpassung durchführen, indem man die in den folgender Tabelle angegebenen Werte beachtet. (Radius/ Winkel für 12 Meter lange Rohre).

Stahlrohr d [mm]	WINKEL/ELASTISCHER RADIUS	
	Winkelgrad [°]	Radius [m]
114.3	11	57
139.7	9	70
168.3	7	84
219.1	6	110
273.0	5	137
323.9	4	162
355.6	3,5	178
406.4	3	203
457.2	3	229
508.0	3	254
609.6	2	305

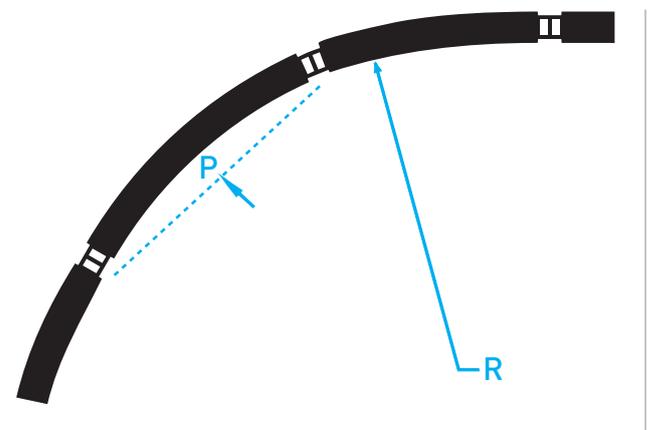
Beim Einhalten der in der oben angeführten Tabelle angegebenen Werte (Spannung = max. 210 N/mm²) können Rohrleitungen als elastische Bogen in Trassen mit erheblichem Biegeradius verlegt werden.

Mindest zulässiger Radius = 500 x Außendurchmesser des Stahlrohrs. Die Rohre sind zu einem einzelnen geraden Strang zu verschweißen und dann sind sie in einer bogenförmigen Trasse zu verlegen.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Stahlrohr d [mm]	Mindest zulässiger Radius R [m]	Radiusunterschied v° je 12 m [°]	P Höhe des resultierenden Bogens je 12 m Abstand [mm]
26,9	13	51	1320
33,7	17	41	1060
42,4	21	32	840
48,3	24	28	740
60,3	30	23	600
76,1	38	18	470
88,9	44	15	400
114,3	57	11	310
139,7	70	9	260
168,3	84	8	210
219,1	110	7	160
273,0	137	5	130
323,9	162	4	110
355,6	178	3,5	100
406,4	203	3	90
457,2	229	3	80
508,0	254	3	70
609,6	305	2	60

¹ Bogenrohr

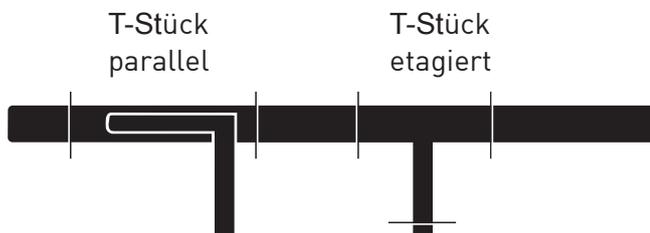


MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

7.7 Netzanschlüsse und Versorgungsanschlüsse

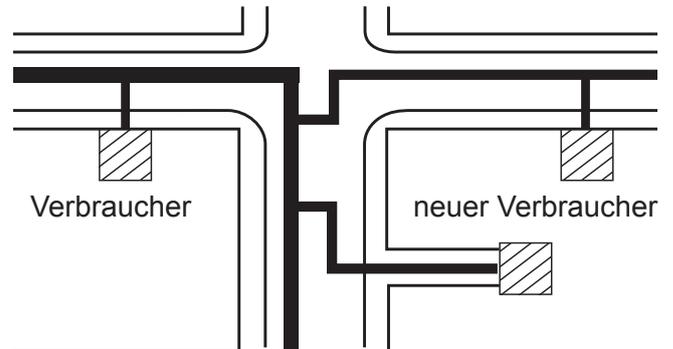
Um Nebenleitungen oder Hausanschlüsse ausführen zu können ist es erforderlich, Übergänge an den Abzweigstellen der Hauptleitung anzubringen. Eingebaut werden üblicherweise werkseitig vorgefertigte T-Stücke, die eine solche Abzweigung erlauben. Vorisolierte werkmäßig gefertigte T-Stücke sind in zwei Varianten erhältlich:

- Vorisolierte etagierte T-Stücke
- Vorisolierte parallele T-Stücke

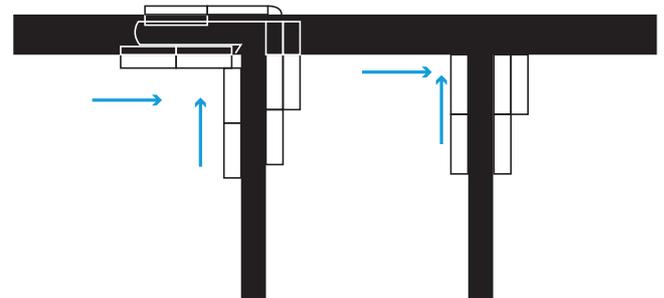


1. Es gibt auch eine dritte Art von T-Stücken, die gerade sind aber die ziemlich selten zum Einsatz kommen.

Während der Aushubarbeiten der Trasse ist es zu berücksichtigen, dass die Abzweige höher als die Hauptrohrleitung sind. Es ist ebenso möglich, Abzweige nach unten einzubauen. Solche Unterführungen könnten jedoch eine Reinigungsspülung erfordern.



2. T-Stücke müssen mit großer Sorgfalt projektiert werden, da sie unter den am meisten belasteten Systemkomponenten sind. Sie haben eigentlich den Ausdehnungsbelastungen sowohl der Hauptleitung als auch der Abzweigung standzuhalten. Die Belastungen aus dem Hauptrohr und dem Abzweig sind daher zu kombinieren. Die mechanische Projektierung von diesen Sys-



3.

¹ Erhältliche Varianten von T Stücken

² Geometrisches Schema des Netzes

³ Platzierung der Dehnungspolster

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

temelementen soll die nachfolgenden Aspekte berücksichtigen:

- Passender T-Abzweig;
- Berechnung der Schenkellänge der T-Abzweige;
- Berechnung der Anzahl und der Anordnung der Dehnungspolster auf den T- Schenkeln;
- Mögliche Verstärkungen an den Abzweigstellen an der Hauptleitung und am Abzweigrohr, damit die mechanischen Anforderungen erfüllt werden.

Die mechanische Projektierung der T-Abzweige ist sicherlich anspruchsvoll, weil T-Abzweige unter den meist beanspruchten Elementen eines Rohrsystems sind, da sie enormen Krafteinwirkungen ausgesetzt sind.

Es ist auch sehr schwierig, Tabellen mit vorgegebenen Daten über die Ermüdungsbelastungen von T- Abzweigen zusammenzustellen, die einen hohen Sicherheitsgrad garantieren können.

Das Fachpersonal der technischen Abteilung von **ECOLINE** steht daher den Kunden gern für eine individuelle Beratung über den am besten einzubauende T-Abzweig Variante bei der betroffenen Trassenausführung zur Verfügung.

Allgemein hat man jedoch einige Richtlinien nach der Art des eingesetzten Abzweigs aufgestellt, die bei der Projektierung von Abzweigen und Hausanschlüssen einzuhalten sind.

Etagierte T- Stücke

Diese Art von T-Stück wird von den Bewegungen, die aus der Hauptleitung stammen, lateral belastet.

Ist die Ausdehnung ΔL_x der Hauptleitung an den Abzweigstellen bekannt, ist die Länge des T-Schenkels L_b so zu kalkulieren, wie bei der Berechnung der Ausdehnungslänge für L Kompensationen.

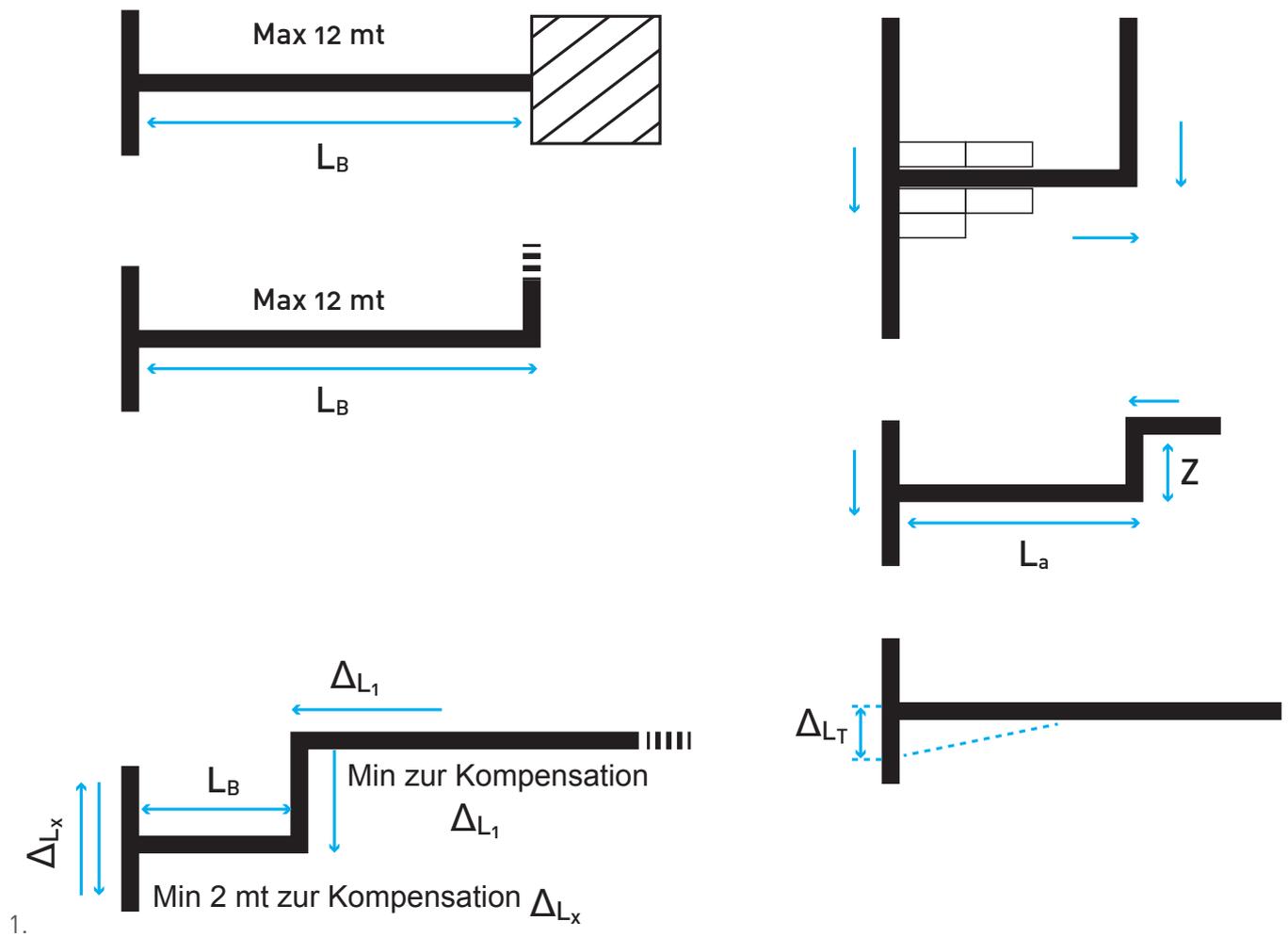
Die Länge des T-Schenkels L_b darf bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten, um zu vermeiden, dass die vom Abzweigrohr kommenden Dehnungen zu übermäßigen Belastungen des T-Stücks führen.

Im Prinzip geht man davon aus, dass die maximale Länge des T Schenkels 12 Meter ist.

Wenn die Länge des auszuführenden Abzweiges größer ist, soll man ab dem 12ten Meter ein Kompensationselement hinzufügen (z.B. ein passend dimensioniertes Z förmiges Kompensationselement, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben).

In Bezug auf die Anordnung der Dehnungspolster an den Abzweigstellen sind die im vorherigen Abschnitt über die Bogen mit Winkelgrad zwischen 80° und 90° angeführten Anweisungen zu beachten.

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

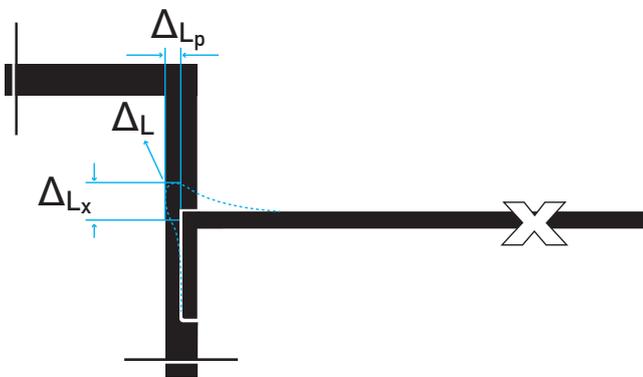


¹ Geometrisches Schema des Netzes

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

Parallele T Stücke

Parallele T-Stücke und vor allem der parallele Abgang vom T-Stück, der eine Länge L_p aufweist, sollen in Abhängigkeit mit den Ausdehnungsverformungen sowohl der Hauptrohrleitung als auch des Netzübergangs dimensioniert werden. Bei einer Abzweigstelle mit 90° Winkel ergibt sich eine radiale Bewegung, die aus den vorher erwähnten Bewegungen resultiert.



1.

Der Wert der Dehnungsbewegung an der Abzweigstelle an der Hauptrohrleitung kann durch die nachfolgende Formel kalkuliert werden. Es handelt sich hier um die erforderliche Formel, um die Bewegung an irgendeiner Stelle der Leitung zu berechnen:

$$\Delta L_x = \alpha(T_{es} - T_{inst}) L_x - \frac{F(2L - L_x) L_x}{2EA_s}$$

Der Wert der Dehnungsbewegung am Abzweigrohr kann durch die Formel kalkuliert werden, die zur Berechnung der Bewegung am Rohrende anzuwenden ist:

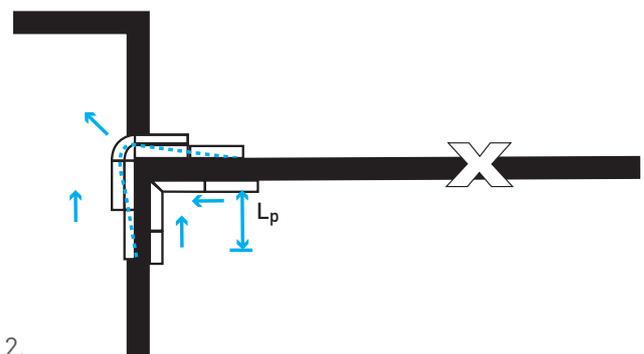
$$\Delta L_p = \alpha(T_{es} - T_{inst}) \frac{L_p}{2} - \frac{F\left(\frac{L_p}{2}\right)^2}{2EA_{s, \text{stacco}}}$$

Die daraus resultierende Bewegung ist daher gleich:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_x^2 + \Delta L_p^2}$$

Die Länge des Schenkels L_p soll so kalkuliert werden, wie bei der Berechnung der mindesten zulässigen Dehnungsbewegung eines 90° Bogens (L förmige Kompensation) nach der Ausdehnung ΔL_p . Um die Belastungen am T-Abzweig zu minimieren, ist es erforderlich, dass die Länge L_p bestimmte Grenzen nicht überschreitet. Genauer gesagt soll die Länge L_p in diesem Bereich liegen:

$$1,5 \text{ m} \leq L_p \leq 4 \text{ m}$$



2.

¹ Geometrisches Schema des Netzes

² Anbringungsschema der Dehnungspolster

MECHANISCHE DIMENSIONIERUNG

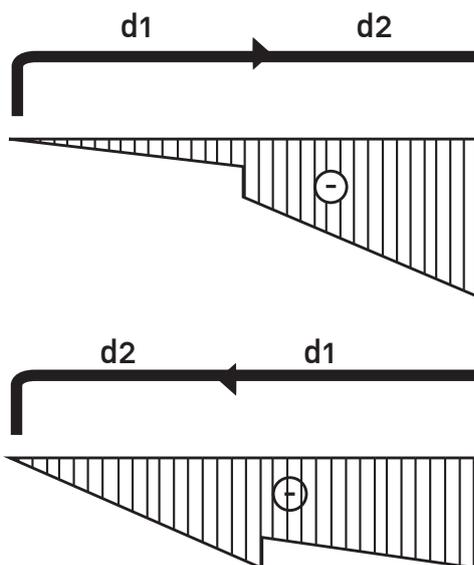
7.8 Reduzierstücke

Wird ein Reduzierstück eingebaut, ändert sich das axiale Spannungsniveau entsprechend der Veränderung des Stahlquerschnitts.

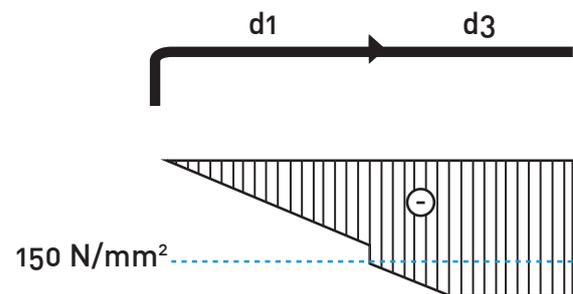
Das Diagramm der Beanspruchungen zeigt eine Steigerung der axialen Spannung auf der Leitung mit dem kleineren Durchmesser im folgenden Verhältnis:

$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{A_{s,1}}{A_{s,2}}$$

Das Diagramm der Beanspruchungen sieht so aus:



In Bezug auf die Projektierung und die mechanische Dimensionierung ist es wichtig sicherzustellen, dass ein Reduzierstück mit zwei Dimensionssprüngen an einer Stelle platziert wird, wo die axiale Spannung (auf der Leitung mit dem kleineren Durchmesser) unter 150 N/mm^2 liegt, wie in der nachfolgenden Abbildung gezeigt.



Ist die Reduktion im Haftbereich platziert, entstehen an beiden Seiten der Reduktion selbst Gleitbereiche, die die axiale Spannung der Leitung nur schwer auswerten lassen. Wenn die Reduktion im Haftbereich platziert ist, ist nur ein Dimensionssprung zulässig.

- ⊖ Druckbeanspruchung
- ⊕ Zugspannungsbeanspruchung

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

1. Vorbemerkung

Bei der hydrodynamischen Projektierung eines Fernwärmenetzes sind zwei Hauptfaktoren zu berücksichtigen:

- Hydraulische Dimensionierung der Abschnitte, die das Fernwärmesystem ausmachen
- Berechnung des Wärmeverlusts in den unterschiedlichen Abschnitten, die das Fernwärmesystem ausmachen und Berechnung des gesamten Wärmeverlusts.

2. Hydraulische Dimensionierung

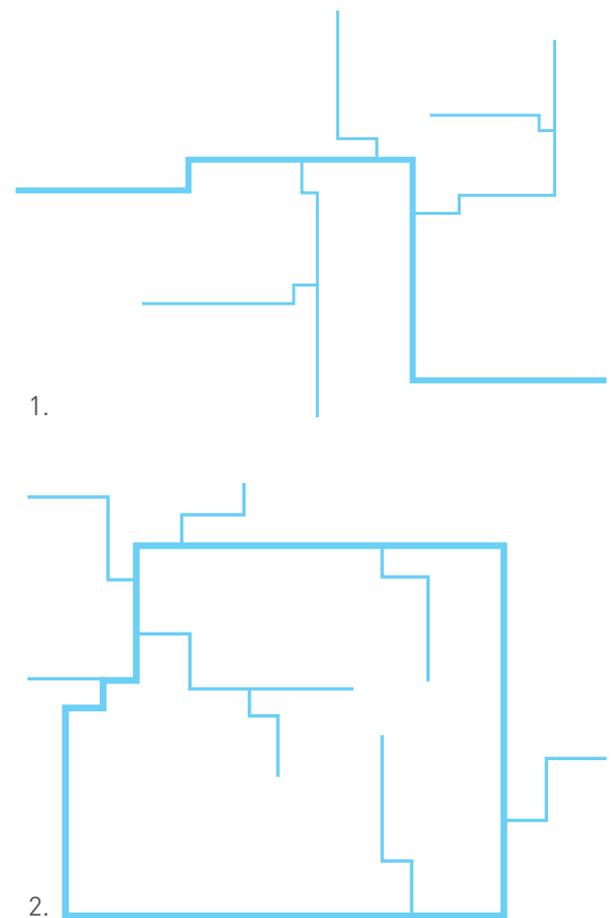
Die "hydraulische Dimensionierung" bezieht sich auf die Berechnung des Durchmessers für jeden Abschnitt des Fernwärmenetzes und auf die Berechnung der hydraulischen Hauptgrößenordnungen wie Geschwindigkeit, Ladeverlust, Knotendruck.

Ganz am Anfang der Projektierung eines Fernwärmenetzes ist die Konfiguration der Strecke zu bestimmen.

Ein Fernwärmenetz kann wie folgt aussehen:

- Baum: Die großen Abnehmer sind der Stamm und die kleineren sind hier durch die Zweige dargestellt;
- Ring: mehrere Leitungen versorgen Abnehmer die eine hohe Versorgungssicherheit benötigen. Die Zuverlässigkeit der Dienstleistung nimmt zu;
- Netz: Es gibt mehrere Wege, um den gleichen Abnehmer zu erreichen. Es handelt sich hier

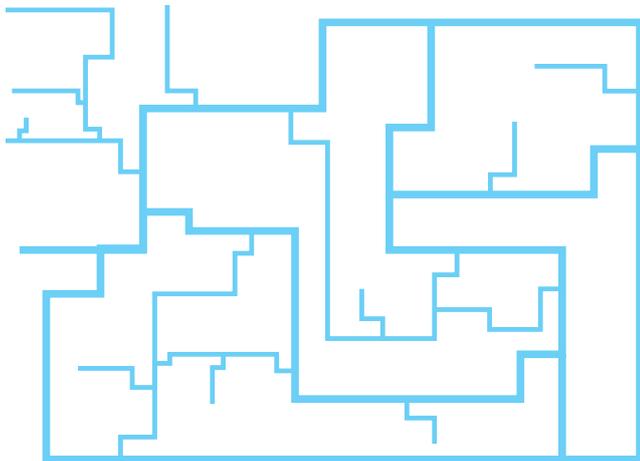
um ein hochzuverlässiges System, das in ausgedehnten und dicht bevölkerten Gebieten zum Einsatz kommt.



¹ Fernwärmenetz mit einer Baumstruktur

² Fernwärmenetz mit einer Ringstruktur

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG



3.

Es gilt die Allgemeinregel: je komplizierter die Struktur, desto zuverlässiger die Dienstleistung. Selbstverständlich nehmen mit der steigenden Komplexität auch die Ausführungs- und Wartungskosten zu.

Anzahl und Dimension der Abnehmer, die von dem auszuführenden Fernwärmenetz zu versorgen sind, sind bei der Wahl der Struktur und der Komplexität maßgebend.

Die Fernwärmesysteme in Großstädten, sollen ein höchstes Niveau an Zuverlässigkeit bei der Versorgung garantieren. Deshalb sind die Ring- oder Netzstrukturen sicherlich die beste Wahl.

Wo, dagegen, kleinere Gemeinschaften versorgt werden müssen, sind Fernwärmesysteme zu

empfehlen, die niedrigere Ausführungskosten mit sich bringen und anwenderfreundlicher sind. Weitere entscheidende Faktoren bei der Projektierung eines Fernwärmenetzes sind Flüssigkeit und Betriebstemperatur des Netzes.

Gewöhnlich werden in Fernwärmesystemen zwei Arten von Flüssigkeiten verwendet:

- Heißes Wasser ($T_{\text{einlauf}} 70\div 95^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{rücklauf}} 50\div 60^{\circ}\text{C}$);
- Aufgeheiztes Wasser ($T_{\text{einlauf}} 105\div 140^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{rücklauf}} 60\div 80^{\circ}\text{C}$).

Bei geringer Wassertemperatur ist es möglich, Wärme von den Kraft-Wärme-Kopplungen zurückzugewinnen. Eine geringe Wasserhöchsttemperatur minimiert die Wärmeverluste in den Rohrleitungen und setzt das ganze Rohrsystem niedrigeren mechanischen Beanspruchungen aufgrund der geringeren thermischen Ausdehnungen aus.

Bei gleicher Wärmeleistung erlaubt die größtmögliche Temperaturspreizung bei erwärmten Wasser, die Durchflussmenge und die Durchmesser, bei gleichzeitiger Senkung der Ausführungs- und Verlegungskosten, zu minimieren. Zurzeit sind die modernsten Fernwärmenetze diejenigen der vierten Generation, deren Hauptziele die folgenden sind:

³ Fernwärmenetz mit einer Netzstruktur

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

- Integrierte Ausnutzung der vor Ort vorhandenen Wärmequellen.
- Senkung der Betriebstemperatur der Fernwärmenetze, auch durch eine Konsumsenkung seitens des Abnehmers.

Unabhängig von der gewählten Struktur und von der verwendeten Flüssigkeit dient die hydraulische Dimensionierung zur Bestimmung der Hauptgrößenordnungen jedes Netzabschnittes.

Jedes Fernwärmenetz kann in einzelne Abschnitte (Leitungsstreckabschnitte) unterteilt werden. An den zwei Enden jedes Abschnittes sind Knoten. Die hydraulische Dimensionierung dient dazu, Durchmesser und Geschwindigkeit jedes Abschnittes zu bestimmen und den Druck an jedem Knoten der Leitung zu berechnen.

Ausgangspunkt jeder Projektierung ist aber die Berechnung der Wärmeleistung jeder Strecke des Fernwärmenetzes. In dieser Hinsicht sind die Anzahl der zu versorgenden Abnehmer und deren Wärmebedarf maßgebend.

Die Projektierungsphase muss daher immer mit der Betrachtung der potentiell zu versorgenden Abnehmer anfangen. Auf diese Weise kann man die Leistung des Netzes und den Durchmesser der ersten aus der Heizzentrale abgehenden Rohrleitungen am besten bestimmen.

Wenn diese Leistung und Durchmesser unterdimensioniert sind, werden die künftige Entwicklung und die Rentabilität des Fernwärmenetzes beeinträchtigt.

Eine Überdimensionierung würde dagegen zu übermäßigen Investitionen für die Ausführung des Fernwärmenetzes führen, die sich mit dem Absatz der erzeugten Wärme nicht auszahlen würden.

Nachdem die Wärmeleistung für jeden Netzabschnitt festgelegt worden ist, kann man durch die folgende Formel die Durchflussmenge berechnen:

$$Q = \frac{P}{c_s \Delta T} V_s \begin{bmatrix} \text{l} \\ \text{s} \end{bmatrix} \quad [1]$$

P: Wärmeleistung [kW];

c_s : Spezifische Wasserwärme [k /kg K];

ΔT : Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf [K];

V_s : Spezifisches Wasservolumen [dm³/kg].

Wenn die Durchflussmenge und die Geschwindigkeit der Flüssigkeit in der Leitung bekannt sind, ist es möglich, den theoretischen Durchmesser der Leitungsstrecke während der Dimensionierungsphase durch die folgende Formel zu ermitteln:

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi v} * \frac{Q}{1.000}} \quad [2]$$

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

Dabei sind:

Q: durch die Formel [1] berechnete Wasser Durchflussmenge [l/s];

V: Geschwindigkeit der Flüssigkeit [m/s]

Der eigentliche Durchmesser ist der erstgrößere im Handel erhältliche Durchmesser nach dem, der mit der Formel [2] berechnet wurde.

Die zur Berechnung des Durchmessers nötige Geschwindigkeit des Wassers soll auch das Endziel des Fernwärmenetzes (Transport - oder Versorgungsnetz) berücksichtigen.

Im Prinzip können die in der folgenden Tabelle angeführten Werte als Anhaltspunkt genommen werden.

Durchmesser des Netzes [DN]	Geschwindigkeit [m/s]
≤ 100	1
100 < DN < 300	1 ÷ 2
DN ≥ 300	2 ÷ 3

Die Wahl der Geschwindigkeit der Flüssigkeit in einer bestimmten Strecke der Leitung beeinflusst auch die Druckverluste, mit denen in der betroffenen Strecke zu rechnen ist. Druckverluste auf einer gegebenen Länge kann man mit der Darcy-Weisbach Gleichung berechnen:

$$J = \frac{\lambda v^2}{2gD} \left[\frac{\text{m}}{\text{m}} \right] \quad [3]$$

Dabei ist:

λ : Dimensionsloser Reibungskoeffizient;
Der Koeffizient λ ist die sogenannte Reynolds Zahl, die das Verhältnis von Trägheit zu Zähigkeitskräften darstellt:

$$Re = \frac{vD}{\eta} \quad [4]$$

η : kinematische Viskosität der Flüssigkeit [m²/s].

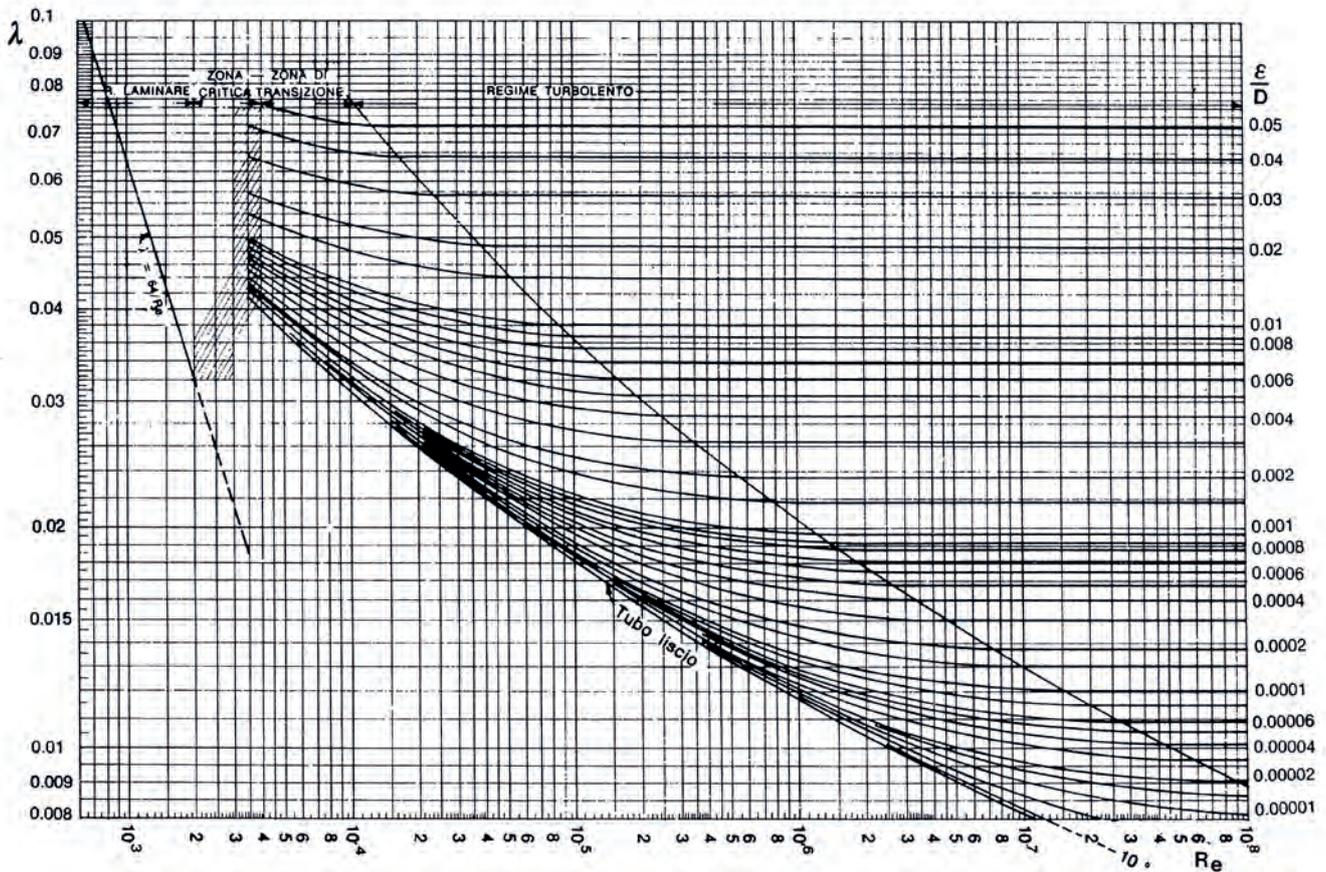
Für sehr turbulente Systeme, z. B. bei Wasserwerken oder Fernwärmesystemen ($Re > 3500$) kann der Koeffizient λ : mit der Colebrook-White Formel kalkuliert werden:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3,71D} \right) \quad [5]$$

ε : äquivalente Höhe der Rohrrauheit.

Die Gleichung [5] wird gewöhnlich auch mit dem Moody Diagramm dargestellt, einer graphischen Darstellung von Kurven, die durch konstante relative Rauheit ε/D gekennzeichnet sind.

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG



Nachteil der Gleichung [5] ist es, dass der Koeffizient λ nicht explizit ist. Zusätzliche Berechnungen sind daher nötig.

Im Laufe der Zeit hat man versucht, praktische Berechnungsmethoden zu entwickeln, um den

Reibungsverlust zu berechnen, wenn die Werte von Trägheit und Geschwindigkeit bekannt sind.

Eine davon ist die Gauckler-Stickler Formel, die besonders bei sehr turbulenten Systemen zum Einsatz kommt:

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

$$J = \frac{6,35 v^2}{K^2 D^{4/3}}$$

Die Literatur stellt zahlreiche Tabellen zur Verfügung, aus denen die Werte von K in Verhältnis zu den Leitungseigenschaften zu entnehmen sind:

K: Rauheitskoeffizient [$\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$].

- $K = 110 \div 130 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ für neue Stahlleitungen;
- $K = 80 \div 100 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ für Stahlleitungen im Betrieb.

Eine korrekte hydraulische Dimensionierung der Rohrleitungen, aus denen ein Fernwärmenetz besteht, soll die folgenden Werte für geradlinige Druckverluste enthalten:

- Versorgungsnetz: $J \leq 10 \text{ m/km}$;
- Transportnetz: $J \leq 15 \text{ m/km}$.

Unten sind zwei Tabellen, in denen die angeführten Werte mit der Colebrook-White Formel kalkuliert wurden. Dabei entsprechen Trägheit und Geschwindigkeit zwei bestimmten Druckverlustwerten, die üblicherweise bei den Berechnungen verwendet werden.

Angezeigt ist auch die Wärmeleistung jedes Durchmessers im Verhältnis zu der resultierenden Geschwindigkeit der Flüssigkeit bei den zwei typisch vorkommenden Betriebstemperaturen des Netzes.

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

TABELLE 1
Berechnungshypothese
 $\epsilon = 0,2 \text{ mm}; J = 10 \text{ m/km}; T_{\text{RÜCKLAUF}} = 60^\circ\text{C}$

DN	$d_{\text{int,acc}}$ [mm]	v [m/s]	Q [l/s]	Q [m³/h]	Leistung [kW]	
					T=120°C	T=90°C
25	29,10	0,41	0,27	0,98	68	34
32	37,20	0,48	0,52	1,89	131	65
50	54,50	0,62	1,45	5,21	363	181
65	70,30	0,73	2,84	10,21	712	356
80	82,50	0,80	4,29	15,43	1.076	538
100	107,10	0,96	8,60	30,97	2.160	1.080
125	132,50	1,09	15,03	54,11	3.774	1.887
150	160,30	1,23	24,72	89,00	6.209	3.104
200	210,10	1,45	50,10	180,35	12.582	6.291
250	263,00	1,67	90,51	325,82	22.731	11.365
300	312,70	1,85	142,38	512,58	35.760	17.880
400	393,80	2,14	260,16	936,58	65.342	32.671
500	495,40	2,45	472,44	1.700,78	118.657	59.328
600	595,80	2,74	764,47	2.752,08	192.003	96.001
700	695,00	3,00	1138,86	4.099,89	286.036	143.018
800	795,40	3,27	1625,83	5.852,98	408.342	204.171

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

TABELLE 2
Berechnungshypothese
 $\varepsilon = 0,2 \text{ mm}; J = 15 \text{ m/km}; T_{\text{RÜCKLAUF}} = 60^\circ\text{C}$

DN	$d_{\text{int,acc}}$ [mm]	v [m/s]	Q [l/s]	Q [m³/h]	Leistung [kW]	
					T=120°C	T=90°C
25	29,10	0,50	0,33	1,19	83	41
32	37,20	0,59	0,64	2,30	160	80
50	54,50	0,75	1,76	6,32	441	220
65	70,30	0,89	3,45	12,41	865	432
80	82,50	0,98	5,24	18,88	1.317	658
100	107,10	1,16	10,44	37,59	2.622	1.311
125	132,50	1,33	18,27	65,77	4.588	2.294
150	160,30	1,49	30,15	108,55	7.572	3.786
200	210,10	1,77	61,26	220,54	15.386	7.693
250	263,00	2,03	110,28	397,01	27.697	13.848
300	312,70	2,26	173,64	625,10	43.611	21.805
400	393,80	2,61	317,28	1.142,22	79.689	39.844
500	495,40	3,00	577,49	2.078,96	145.042	72.521
600	595,80	3,35	933,98	3.362,31	234.577	117.288
700	695,00	3,68	1.396,07	5.025,85	350.637	175.318
800	795,40	3,99	1.982,59	7.137,34	497.948	248.974

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

Um die korrekte hydraulische Dimensionierung des Netzes erreichen zu können, muss der Wert der gesamten Druckverluste berechnet werden, die an der am meisten hydraulisch benachteiligten Leitung vorkommen. Der gesamte Wert der Druckverluste ergibt sich aus den folgenden Parametern:

- Geodätische Verluste;
- Verteilte Verluste;
- Konzentrierte Verluste, weil bestimmte Netzeigenschaften vorkommen (Armaturen, Reduzierstücke usw.). Solche Verluste sind dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional.

Der Wert der gesamten Druckverluste erlaubt den Wert des von den Umwälzpumpen geleisteten Überdrucks zu kalkulieren. Umwälzpumpen sind gewöhnlich in der Heizungszentrale zu finden.

Des Weiteren ist es wichtig sicherzustellen, dass es bei dem am meisten benachteiligten Abnehmer einen Druckunterschied zwischen Einlauf- und Rücklaufleitung von mindestens $1 \div 1,5$ bar gibt.

Die in diesem Abschnitt enthaltenen Anweisungen sind die notwendigen Schritte, die bei der hydraulischen Dimensionierung eines Fernwärmenetzes zu machen sind.

Bei komplexeren Systemen, wie Ring- oder Netzstrukturen, braucht man zur hydraulischen Dimensionierung speziell dazu entwickelte Software.

Für weitere Informationen stehen das Fachperso-

nal der technischen Abteilung von **ECOLINE** und unsere Berater den Kunden gern zur Verfügung, um mit ihnen die besten Lösungen bei der hydraulischen Dimensionierung des Fernwärmenetzes zu finden.

3. Wärmeverluste in einem Fernwärmenetz

In einem Fernwärmenetz nimmt die Temperatur der Wärme transportierenden Flüssigkeit mit der Zunahme der Streckenlänge (exponentiell) ab. Diese proportionale Senkung hängt mit den Eigenschaften der Flüssigkeit, mit der Geschwindigkeit, mit dem Rohrdurchmesser, mit den Dämmungseigenschaften, mit der Bettung, mit der Einlauftemperatur der Flüssigkeit und mit der Umwelttemperatur zusammen.

Die Senkung der Temperatur entspricht einer Verminderung der geleiteten Wärme. Die Wärmemenge, die während des Transports verloren geht, nennt man "Netzverlust" und wird mit dieser Formel ausgedrückt:

$$P_r = \sum_{i=1} E_{c,i} - \sum_{j=1} E_{u,j}$$

Dabei ist:

P_r : Absoluter Energieverlust;

$E_{c,i}$: die von der i -fachen Wärmequelle versorgte Energie;

$E_{u,j}$: die von der j -fachen abgenommene (verkaufte) Energie.

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

Der relative Netzverlust ist der Unterschied zwischen der in der Heizzentrale erzeugten Wärme und der an die Abnehmer gelieferten (verkauften) Wärme, geteilt durch die erzeugte Wärme. Das ist die entsprechende Formel:

$$\Delta P_r = \frac{(\sum_{i=1}^n E_{c,1} - \sum_{j=1}^m E_{u,j})}{\sum_{i=1}^n E_{c,1}}$$

Bei einem Fernwärmenetz sind die Wärmeverluste mit den folgenden Elementen verbunden:

- Eigenschaften des Mediumrohres;
- Eigenschaften der Isolierung;
- Eigenschaften des Bodens, wo die Rohrleitungen verlegt sind;
- Ein- und Rücklauftemperatur der Flüssigkeit.

Mit der vereinfachten Formel kann man die Wärmeverluste eines Fernwärmenetzes berechnen:

$$\Phi = U [(T_m + T_r) - 2T_t]$$

Dabei ist:

Φ : Einheitlicher Wärmeverlust pro Meter Rohr Paar [W/m];

U: Koeffizient der thermischen Leitung, umgekehrt proportional zu den thermischen Widerständen der Materialien [W/(m°C)];

T_m : Temperatur der Einlaufflüssigkeit [°C];

T_r : Temperatur der Rücklaufflüssigkeit [°C];

T_t : Bodentemperatur [°C].

Bei der Berechnung von U ist es zu berücksichtigen, dass U der Kehrwert der Summe der thermischen Widerstände der Materialien ist. Bei Berechnung sind auch der Bodenwiderstand und der

Austauschwiderstand zwischen Ein- und Rücklaufleitung zu betrachten. Im Detail:

$$U = \frac{1}{(R_{T,ts} + R_{T,i} + R_{T,tg} + R_{T,t} + R_{T,s})}$$

Dabei ist:

$R_{T,ts}$: Thermischer Widerstand des Mediumrohres [(m°C)/W];

$R_{T,i}$: Thermischer Widerstand der Isolierung [(m°C)/W];

$R_{T,tg}$: Thermischer Widerstand des Mantelrohres [(m°C)/W];

$R_{T,t}$: Thermischer Widerstand des Bodens [(m°C)/W];

$R_{T,s}$: Thermischer Austauschwiderstand zwischen den zwei Rohrleitungen [(m°C)/W].

Die unterschiedlichen Widerstände können mit diesen Verhältnissen ausgedrückt werden:

$$R_{T,ts} = \frac{1}{2\pi\lambda_{ts}} \ln\left(\frac{d}{d_i}\right)$$

$$R_{T,i} = \frac{1}{2\pi\lambda_i} \ln\left(\frac{D_i}{d}\right)$$

$$R_{T,tg} = \frac{1}{2\pi\lambda_{tg}} \ln\left(\frac{D}{D_i}\right)$$

$$R_{T,t} = \frac{1}{2\pi\lambda_t} \ln\left(\frac{4Z_c}{D}\right)$$

$$R_{T,s} = \frac{1}{4\pi\lambda_t} \ln\left[1 + \left(\frac{2Z_c}{C}\right)^2\right]$$

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

λ_{ts} : Wärmeleitungsfähigkeit des Mediumrohres [W/(m°C)];

λ_i : Wärmeleitungsfähigkeit der Isolierung [W/(m°C)];

λ_{tg} : Wärmeleitungsfähigkeit des Mantelrohres [W/(m°C)];

λ_t : Wärmeleitungsfähigkeit des Bodens [W/(m°C)];

D: Außendurchmesser des Mantelrohres d [m];

D_i : Innendurchmesser des Mantelrohres [m];

d: Außendurchmesser des Mediumrohres [m];

d_i : Innendurchmesser des Mediumrohres [m];

Z: Tatsächliche Verlegungstiefe im Verhältnis zum Leitungsscheitel [m];

Z_c : Virtuelle Verlegungstiefe [m];

C: Abstand zwischen den Leitungsscheiteln [m].

λ_i : 0,027 [W/(m°C)]; - gemäß UNI 253

λ_{tg} : 0,45 [W/(m°C)];

λ_t : 1,60 [W/(m°C)].

In den folgenden Tabellen sind die Werte der Wärmeverluste pro Einheit in Verhältnis zu der Isolierungsstärke (Serie der Rohrleitung) angezeigt.

Hier sind dem Parameter (T_m+T_r), zwei Werte zugeschrieben worden und zwar 180 ° und 130°C bei einer Bodentemperatur von 8°C.

Den Wert von Z_c kann man mit der folgenden Formel berechnen:

$$Z_c = Z + R_0 \lambda_t$$

R_0 ist der Widerstand der Oberflächen Übergangszone, der bei $a = 0,0685$ [m²°C/W] festgelegt wurde.

Die Werte der einzelnen Materialwiderstände sind wie folgt festgelegt worden:

λ_{ts} : 52,33 [W/(m°C)] – gemäß UNI EN 10217-2 für Stahl P235GH;

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

TABELLE SERIE 1

WÄRMEVERLUSTE IN DEN ISOLIERTEN LEITUNGEN DER SERIE 1				
DN	D _E [mm]	U [W/(m°C)]	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 130°C	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 180°C
20	90	0,14	15,70	22,59
25	90	0,17	19,22	27,65
32	110	0,18	19,63	28,24
40	110	0,20	22,62	32,54
50	125	0,23	25,29	36,38
65	140	0,27	29,85	42,94
80	160	0,28	30,78	44,29
100	200	0,29	31,72	45,63
125	225	0,33	36,79	52,92
150	250	0,40	43,59	62,71
200	315	0,43	47,40	68,19
250	400	0,41	45,74	65,80
300	450	0,48	52,63	75,71
400	560	0,48	53,39	76,81
500	710	0,47	52,12	74,99
600	800	0,58	63,49	91,34
700	900	0,66	72,62	104,47
800	1000	0,75	82,23	118,29

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

TABELLE SERIE 2

WÄRMEVERLUSTE IN DEN ISOLIERTEN LEITUNGEN DER SERIE 2				
DN	D _E [mm]	U [W/(m°C)]	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 130°C	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 180°C
20	110	0,12	13,38	19,25
25	110	0,14	15,85	22,80
32	125	0,15	17,23	24,79
40	125	0,17	19,50	28,05
50	140	0,19	21,75	31,29
65	160	0,21	24,40	35,11
80	180	0,22	25,56	36,78
100	225	0,23	26,52	38,15
125	250	0,27	30,54	43,94
150	280	0,30	34,61	49,79
200	355	0,32	36,35	52,30
250	450	0,31	35,41	50,94
300	500	0,35	40,38	58,09
400	630	0,35	40,00	57,55
500	800	0,34	39,06	56,19
600	900	0,40	45,03	64,78
700	900	0,45	50,91	73,24
800	1000	0,50	56,99	81,98

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

TABELLE SERIE 3

WÄRMEVERLUSTE IN DEN ISOLIERTEN LEITUNGEN DER SERIE 3				
DN [mm]	D _E [mm]	U [W/(m°C)]	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 130°C	Φ [W/m] (T _m +T _r) = 180°C
20	125	0,11	12,26	17,64
25	125	0,13	14,31	20,58
32	140	0,14	15,62	22,47
40	140	0,15	17,45	25,11
50	160	0,17	18,86	27,14
65	180	0,19	21,21	30,51
80	200	0,20	22,46	32,31
100	250	0,20	23,19	33,37
125	280	0,23	25,96	37,34
150	315	0,25	28,62	41,17
200	400	0,26	29,75	42,80
250	500	0,26	29,76	42,81
300	560	0,29	32,73	47,09
400	710	0,28	32,18	46,29
500	900	0,28	31,66	45,55
600	1000	0,32	36,28	52,19
700	900	0,36	40,85	58,77
800	1000	0,40	45,53	65,49

HYDRODYNAMISCHE DIMENSIONIERUNG

Aus den obigen Tabellen ergibt es sich, dass Wärmeverluste auch mit der Zunahme des Durchmessers zu nehmen. In anderen Worten, wenn die Durchmesser zu groß sind, sinkt die Energieeffizienz des Netzes.

Es ergibt sich daher, dass Fernwärmenetze mit überdimensionierten Rohrleitungen durch große Wärmeverluste gekennzeichnet sind.

Umgekehrt, bei gleichem Durchmesser, nehmen die Wärmeverluste mit der Senkung der Trägheit (oder analog mit der Senkung der Geschwindigkeit) zu.

Beweis dafür ist die Tatsache, dass in den Sommermonaten die Netzverluste besonders hoch sind.

Wärmeverluste können auch dann entstehen, wenn Wasserverluste an derselben Leitung zu verzeichnen sind.

Das Fachpersonal der technischen Abteilung von **ECOLINE** steht gern den Kunden für die Berechnung der Wärmeverluste des Netzes zur Verfügung und beteiligt sich gerne am Dialog über die Wahl der Rohrleitungen mit der passendsten Isolierung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Effizienz.

FERNWÄRMENETZE VERBUNDSYSTEM

Verlegung und Installation



VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

1. Einleitung

Der folgende Abschnitt enthält eine detaillierte Beschreibung der Verlegungsphasen eines Fernwärmenetzes zusammen mit wichtigen zu berücksichtigenden Aspekten, um eine hohe Qualität der ausgeführten Arbeit sicherzustellen.

Die Fernwärmesysteme sind so entwickelt worden, dass sie eine Nutzungsdauer von 30 bis 50 Jahren haben. Eine solche langjährige Leistungsfähigkeit kann nur eingehalten werden, wenn während der Installations- und Betriebsphase bestimmte Vorschriften zur Qualitätserhaltung des verlegten Produktes im Laufe der Zeit beachtet wurden.

Der Auftraggeber ist für die Planung und die gewählte Verlegungsmethode verantwortlich. Darüber hinaus haftet er für die Überwachung, Kontrolle, Überprüfung und Zulassung der Arbeitsabläufe.

Der Auftragnehmer trägt dagegen die Verantwortung für die korrekte Installation der Bestandteile des Rohrleitungsnetzes, nicht zuletzt nach den in der Norm UNI EN 13941 festgelegten Regeln.

Dementsprechend soll die Installation folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Installation soll nach der Ausführungsplanung und nach der speziellen Baubeschreibung des Auftraggebers erfolgen;
- Installation soll nach den Gebrauchs- und Installationsanweisungen des Herstellers der Rohrleitungen erfolgen;

- Installation soll keine Sach- oder Personenschäden in der Arbeitszone verursachen.

Dieser Abschnitt ist als Überblick der Inhalte zu verstehen, die im Detail in der speziellen Baubeschreibung analysiert und erarbeitet werden müssen.

Die spezielle Baubeschreibung ist ein Bestandteil der Projektunterlagen. Die Ausführung eines Fernwärmenetzes in Bezug auf die Verlegung der Rohrleitungen gliedert sich in vier unterschiedliche Unterphasen:

- Entladen, Handhabung und Lagerung der Materialien;
- Grabenaushub;
- Vorbereitung der Bestandteile des Fernwärmenetzes und Verlegung in den Graben;
- Schweißarbeiten;
- Verbindung der Drähte des Überwachungssystems an den Schweißnähten;
- Nachdämmung an den Schweißnähten;
- Einbau der Dehnungspolstern zur Dehnungsaufnahme und der Schächte an bestimmten Punkten (Entlüftungen; Entwässerungen; Armaturen);
- Wiederverfüllung des Grabens und oberflächige Überdeckung;
- Abnahmen der geleisteten Arbeiten.

Die Techniker von **ECOLINE** können gerne Kunden und Planer bei der Detailplanung unterstützen.

WARNUNG: Die in diesem Handbuch enthaltene Ausstattung und Arbeitsweisen sollen den lokalen und inländischen Vorschriften über Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter entsprechen.

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

2. Vorbereitungsarbeiten zur Erdverlegung

Entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen können sowohl der Rohrhersteller als auch der Käufer die erforderlichen Rohrleitungen und Materialien zum Ausführen eines Fernwärmenetzes auf die Baustelle liefern. Ab dem Wareneingang auf der Baustelle sind sämtliche Arbeiten vor der eigentlichen Erdverlegung der Rohrleitungen in vollster Erfüllung aller gültigen Sicherheitsmaßnahmen auszuführen, um Beschädigungen der Rohrleitungen und/oder spezieller Zubehörteile zu vermeiden.

2.1 Entladung und Handhabung

Üblicherweise ist der Auftragnehmer, für die Entladung der Materialien aus dem LKW verantwortlich. Angeliefert werden können die Rohrleitungen überall dort hin, wo ein zum Transport von 12 Meter langen geraden Rohren geeigneter Sattel-LKZ zufahren kann. Beim Transport gerader Rohre ist die Ladefläche des Transportfahrzeugs mit Holzbohlen bedeckt, damit das Gewicht gleichmäßig verteilt wird und der Außenbereich der Rohre vor Beschädigungen bestmöglich geschützt ist.

Der Auftragnehmer soll auf der Baustelle passende Entladungsmittel (z.B. Kräne, Baggerlader) zusammen mit erfahrenem und dazu ausgebildetem Fachpersonal zur Verfügung stellen. Das ein-

gesetzte Fachpersonal soll die Entladungsabläufe überwachen und die Lieferpapiere beim Eintreffen der Ware unterschreiben. Bei kleinen Bestellungen werden die Rohre gebündelt in Bündeln angeliefert, bei größeren sind die Rohre auf Holzplanken gestapelt.

Die Entladung soll mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden, um mögliche Beschädigungen des Polyethylen-Mantels und der Polyurethan-Dämmung zu vermeiden. Wenn die Rohre mittels eines Krans oder anderer Vorrichtungen entladen werden, muss zwischen den zwei hängenden Drahtseilen ein ausreichender Abstand eingehalten werden, damit die Druckbelastung auf der Dämmung gleichmäßig verteilt wird.

Anzuheben sind die Rohre durch Hebegurte oder dergleichen (mind. Breite: 150 mm).

Der Auftragnehmer muss Hebegurte auf der Baustelle bereitstellen, die an das anzuhebende Gewicht, wie es in den Spezifizierungen der Tabellen dieser Anweisung angegeben ist, angepasst sind. Um mögliche Beschädigungen zu vermeiden, beträgt der höchste zulässige Druck auf am Außenmantel 3Kg/cm² (Durchschnittlicher Wert bei kurzzeitigen Lagerungen bei einer Raumtemperatur unter 25°).

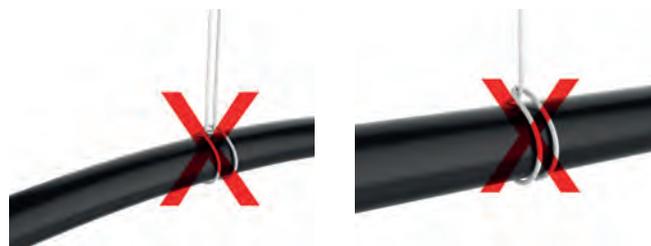
VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Metallseile und Ketten dürfen beim Entladen nur verwendet werden, wenn sie am freien Stahllende der Rohre befestigt werden. In diesem Fall muss die Kette lang genug sein, um Beschädigungen der Isolierung zu vermeiden.

Das manuelle Entladen der Rohre muss mit großer Sorgfalt erfolgen. Der Einsatz einer Rampe von der Ladenfläche bis zum Boden stellt eine sichere und nicht aufwändige Entladungsmethode dar. In keinem Fall dürfen die Rohre vom Fahrzeug runterrutschen.

Die Handhabung der Bauteile muss mit der gleichen Sorgfalt erfolgen.

Da es am meistens um kleineres und leichteres Material handelt, können Spezialteile manuell entladen und bewegt werden. Im Fall von Bauteilen mit größerem Durchmesser ist es empfehlenswert, sie an einer Stahlstange mit Seilen zu befestigen.



2.



3.



4.



1.

¹ Korrekte Handhabung

² **Unkorrekte Handhabung**

³ Handhabung mit Metallseilen und Ketten

⁴ Handhabung von T- Abzweigen

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

2.2 Lagerung

Vor Auslieferung werden die Rohrenden im Werk mit einem Schutzanstrich gegen Regen oder Feuchtigkeit beim Transport oder Lagerung versehen. Im Fall einer langfristigen Lagerung kontaktieren Sie die technische Abteilung von **ECOLINE**, um die beste Schutzlösung für Ihre Ansprüche zu besprechen. Auf der Baustelle ist eine sachgemäße Lagerung der Rohre erforderlich. Die Rohre sollen daher in einer bestimmten getrennten Zone am Arbeitsort so gelagert werden, dass die Möglichkeit von Materialschäden auf ein Minimum beschränkt wird.

Sämtliche Rohre und spezielle Zubehörteile sind mit Verschlusskappen ausgestattet, die erst kurz vor der Montage entfernt werden dürfen, um Verunreinigungen im Rohrinernen schon vor dem Einbau und vor der Montage zu vermeiden. Damit Rohre und Bauteile innen nicht verunreinigt werden, müssen diese Kunststoffverschlusskappen aufgesteckt bleiben und dürfen erst kurz vor dem Einbau entfernt werden, wenn die Rohre verlegt und eingeschweißt werden.

Die Rohre sind auf der Baustelle ständig ordentlich und sachgemäß zu lagern und zu transportieren.

Um die Qualitäts- und Mengenprüfungen zu erleichtern, sollen die Rohraufkleber sichtbar sein. Material darf nicht direkt auf dem Boden gestapelt werden. Dazu können zum Einsatz kommen.

- Sandbettungen
- Kanthölzer

Lagerung auf Sandflächen

Die beste Lagerungsmethode der Rohre ist auf einer festen und ebenen Sandfläche, frei von scharfkantigen Gegenständen.

Dieses Sandbett soll mindestens 20 cm über der Oberfläche liegen, um die Isolierung vor Feuchte zu schützen.

Um Schmutz und Fremdkörper bei Dämmung und Rohrköpfen auszuschließen, soll das Sandbett so hergestellt werden, dass die Rohre um mindestens einen Meter in ihrer Länge herausragen.



1.

Um die zur Lagerung erforderliche Sandmenge zu reduzieren, können die Rohrleitungen auf Sandzeilen gelegt werden. Dazu sind zwei Auflagepunkte an den zwei Rohrenden zu schaffen, die einen maximalen Abstand vom Rohrende selbst von 40 cm haben. Außerdem sollen auch Zwischenauflagepunkte mit maximaler Stützweite von 5 Metern vorhanden sein.

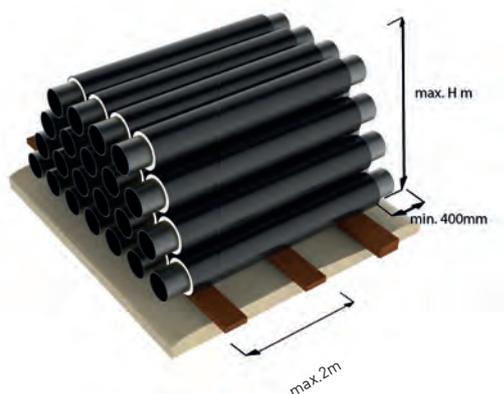
¹ Lagerung der Rohrleitungen

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Lagerung auf Holzbohlen

Wenn die Rohre auf Holzbohlen aufgestapelt werden, sollen die Äußersten mindestens eine Breite von 10 cm haben. Der Stapel darf eine maximale Höhe von 2 Metern haben, um eine passende und unfallverhütende Stapelung zu garantieren.

Wie bei Verwendung eines Sandbettes soll die Stapelung hier auch mind. 20 cm über der Oberfläche liegen, um das Eindringen von Feuchte zu vermeiden. Der höchste Druck auf den Rohraußenmantel darf den Wert von 0,3 N/mm² zur Vermeidung von Beschädigungen nicht überschreiten.



1.

Mit den in der folgenden Tabelle angeführten Daten können die maximal zulässigen Abmessungen der Stapelung nach dem Außendurchmesser der vorisolierten Komponenten und je nach Lagerungsmethode berechnet werden:

Außenabmessung der Rohrleitung [De]	Lagerung auf Unterlegplatten auf Sand [m]	Lagerung auf Holzbohlen [m]
90 - 160	1,50	1,50
180 - 355	2,00	1,50
400 - 1100	3,00	2,00
1200 - 1400	3,00	maximal zwei Reihen

Lagerung von Formstücken

Für die Lagerung der Formstücke gelten die gleichen Anweisungen wie beim Stapeln der Rohr.

Besonders wichtig ist es, dass alle Enden der Formstücke nach unten bzw. waagrecht liegen, damit keine Staunässe in den außenstehenden Teilen der Isolierung auftritt.

¹ Praktische Anweisungen zur Lagerung der Rohrleitungen

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN



Die Muffen Sets zur Nachisolierung sind trocken, ohne direkte Sonneneinstrahlung und senkrecht gestapelt aufzubewahren.

Die Sets enthalten Chemikalien und sollen daher unter Einhaltung der in den mitgelieferten Sicherheitsdatenblättern vorgeschriebenen Sicherheitsmaßnahmen zur Handhabung gelagert werden.

Auf der Verpackung ist das Mindesthaltbarkeitsdatum ersichtlich. Dies bleibt gültig, solange die Produkte unter Einhaltung der vorgeschriebenen Raumverhältnisse aufbewahrt werden. Eine den Anweisungen nicht entsprechende Lagerung könnte zur Verschlechterung der Produktqualität führen, die den technischen Ansprüchen nicht mehr gerecht werden könnte. Um sicherzustellen,

len, dass die Produkte richtig gelagert wurden, kann man Reaktionsproben in den Plastikbehältern durchführen, um die Qualität des Schaums zu prüfen, bevor er in die Muffen gegossen wird.

Andere Zubehörteile wie:

- Wärmeschrumpfende Manschetten;
- Gummi Wanddurchführungen;
- Polyethylenmantelrohre;

sollen geschützt vor Sonnenlicht und ohne Lastdruck gelagert werden um zu vermeiden dass Verformungen auftreten, die ihren korrekten Einsatz beeinträchtigen könnten.

Die Muffen Rohre sind senkrecht zu lagern. Dadurch werden Ovalisierungen vermieden. Weitere spezielle Zubehörteile und Werkzeuge wie isolierte und nicht isolierte Armaturen, Ausgleichsgefäße, Betätigungsschlüssel sind geschützt vor Umwelteinflüssen zu lagern.

Die Zubehörteile des Überwachungssystems sollen in ihrer Originalverpackung in Baustellen Containern bzw. abschließbaren Räumen auf der Baustelle trocken gelagert werden.

Die Dehnungspolster können unter Überdachungen auf der Baustelle gestapelt werden, um zu vermeiden, dass sie bei Regen mit Wasser getränkt werden. Das würde ihre Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigen aber würde ihre korrekte Anbringung bei der Montage verhindern.

¹ Lagerungsmethode für T-Abzweige

² Lagerungsmethode für Bogen

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

2.3 Besondere Anweisungen für den Winter-

Wenn die Verlegungs- und Handhabungsarbeiten im Winter oder bei niedrigeren Temperaturen als 0° stattfinden, sind einige besondere Anweisungen bei der Handhabung und Verlegung der Rohrleitungen und der Formstücke einzuhalten.

Besonders die Schneidphase und die Entfernung von Teilen des Polyethylen Mantels und der Polyurethan Isolierung könnten bei solchen Temperaturen kritisch werden. Das ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass Kunststoffmaterial bei solchen Temperaturen härter und empfindlicher wird. Deshalb können Brüche häufiger auftreten.



3.

³ Falsche Handhabung der Rohre

Handhabung

Das Folgende ist besonders zu beachten:

- Außenmantel vor Stößen schützen;
- den Außenmantel keinen besonders hohen Druckbelastungen aussetzen;
- das Biegen der Materialien auf ein Minimum begrenzen.

Lagerung der Formstücke

Wie schon erwähnt, sollen Schäume, Wanddichtungen, Teile zur Wiederherstellung des Überwachungssystems im Inneren und geschützt vor Umwelteinflüssen gelagert werden. Vor allem die Schäume erfordern eine Lagetemperatur von 15-25 °C. Deshalb sind sie im Winter in einem beheizten Raum bis zur nächsten Anwendung zu lagern.

Kürzung und Anpassung der vorisolierten Formstücke

Bevor der Polyethylen-Außenmantel gekürt werden darf, soll er bis zu einer Temperatur von 20-30 °C flammenerwärmt werden.

Die Wärme breitet sich in Kunststoffmaterialien langsam aus. Trotzdem ist eine Übererhitzung des Außenmantels besonders an den zu Schweißnähten zu vermeiden.

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN



4.

2.4 Prüfung der Vorarbeiten zur Verlegung der vorisolierten Komponenten

Bevor die Netzbestandteile erdverlegt werden dürfen, sind einige Prüfungen durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Materialien die Anforderungen der speziellen Baubeschreibung und der UNI EN 253 erfüllen. Bei Warenübernahme soll man:

- Sicherstellen, dass die angelieferte Ware mit dem Lieferschein übereinstimmt;
- Maßtoleranz prüfen (Stahl/PE Dichte, Länge usw.);
- Sicherstellen, dass der Polyethylen-Mantel keine Beschädigungen aufweist;
- Sicherstellen, dass Stahl und Polyurethan und dass Polyurethan und Polyethylen nicht voneinander getrennt sind.

- Exzentrizität- und Ovalisierungstoleranz prüfen;
- Sicherstellen, dass die Verschlusskappen angebracht sind;
- Sicherstellen, dass der Rohraufkleber vorhanden ist und dass er mit den Eigenschaften der Formstücke übereinstimmt;
- Herstellungsdatum des Formstücks prüfen;
- Das Überwachungssystem prüfen (Stromversorgung und Dämmungsbeständigkeit);
- Sicherstellen, dass die von UNI EN 253 erforderlichen Zertifizierungen vorhanden sind.

Vor der Erdverlegung sind mindestens die folgenden Prüfungen noch einmal durchzuführen:

- Sicherstellen, dass der Polyethylen-Mantel keine Beschädigungen aufweist;
- Sicherstellen, dass Stahl und Polyurethan und dass Polyurethan und Polyethylen nicht voneinander getrennt sind;
- Das Überwachungssystem prüfen (Durchgangs- und Widerstandsbeständigkeit)

3. Rohrgraben

3.1 Vorbemerkungen

Baustellen zur Ausführung von Fernwärmenetzen haben gewöhnlich große Auswirkungen auf der Umwelt und auf dem Verkehr der betroffenen Zone, weil die Trasse:

⁴ Kürzen der vorisolierten Rohrleitungen

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

- Eine passende Grabenbreite aufweisen muss, damit zwei Rohre nebeneinander verlegt werden können;
- Eine passende mindeste Länge aufweisen muss. In dieser Hinsicht soll die Baustelle mindestens 50 m lang sein, damit 36 Meter offener Graben möglich ist. Eine solche Geländefläche erlaubt einen unmittelbaren Einsatz zur Anpassung der Trasse im Fall von Hindernissen zur Trassenführung.

Der Querschnitt der Baustelle soll das Zu- und Ausfahren von Kraftzeugen und die Lagerung der einzubauenden Materialien ermöglichen

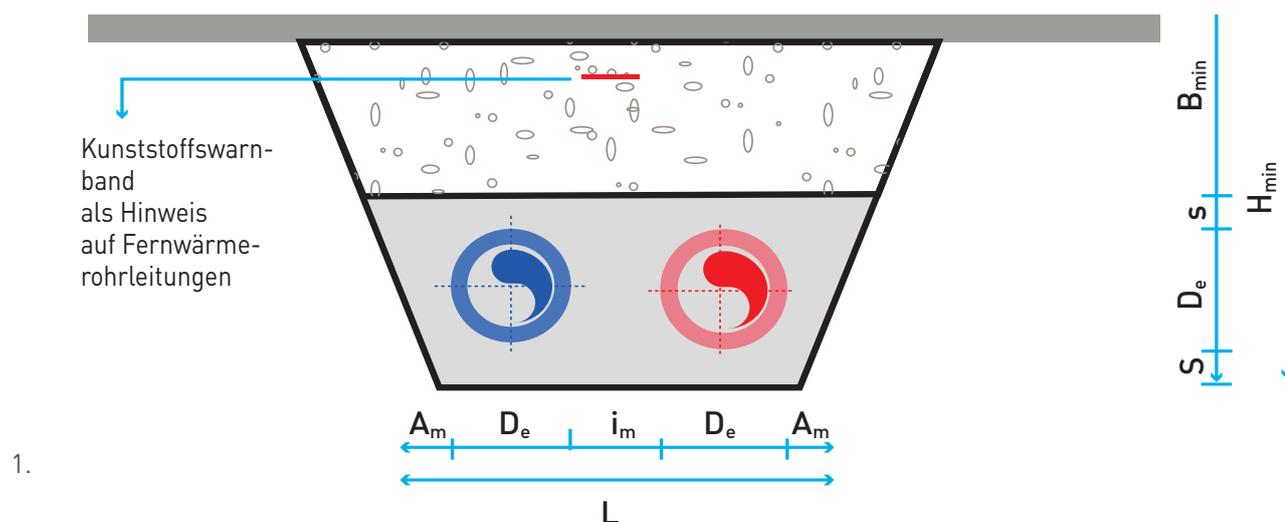
3.2 Aushub des Rohrgrabens

Die Grabenabmessungen hängen von zahlreichen Faktoren ab. Priorität ist es, dass die Rohrleitungen des Fernwärmenetzes nicht mit anderen angrenzenden Leitungen und Einbauten kollidieren. Unabhängig von den örtlichen Verhältnissen soll

der Rohrgraben bestimmte mindeste Voraussetzungen erfüllen und soll daher die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Ausreichender Raum zwischen den Rohrleitungen und den Grabenwänden und zwischen den parallelen Rohrleitungen, damit die Verlegung des Rohrleitungsnetzes und die Schweiß- und Muffenarbeiten fachgerecht ausgeführt werden können.
- Ausreichender Raum zwischen den Rohrleitungen und den Grabenwänden, damit das Wiederverfüllen und das Umhüllen mit Sand fachgerecht ausgeführt werden können.
- Ausreichender Raum zwischen den Rohrleitungen und den Grabenwänden, damit die Verlegung unter Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen erfolgen kann.

Aus der darauffolgenden Tabelle sind die mindesten Grabenabmessungen in Abhängigkeit zum PE Rohraußendurchmesser zu entnehmen.



¹ Rohrgraben

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

MINDESTE GRABENABMESSUNGEN

D_e [mm]	i_m [mm]	A_m [mm]	L [mm]	s [mm]	B_{min} [mm]	H_{min} [mm]
90	150	200	750	100	400	700
110	150	200	800	100	400	750
125	150	200	800	100	400	750
140	150	200	850	100	400	750
160	200	200	950	100	400	800
180	200	200	1.000	100	400	800
200	200	200	1.000	100	400	800
225	250	250	1.200	100	400	850
250	250	250	1.250	100	400	850
280	300	300	1.500	100	400	900
315	300	300	1.550	100	400	950
355	300	300	1.650	100	400	1.000
400	300	300	1.700	100	400	1.000
450	300	300	1.800	100	400	1.050
500	350	350	2.050	100	400	1.100
520	350	350	2.100	100	400	1.150
560	350	350	2.200	100	400	1.200
630	350	350	2.350	100	400	1.250
710	350	350	2.500	100	400	1.350
780	350	350	2.650	100	400	1.400
800	400	400	2.800	100	400	1.400
900	400	400	3.000	100	400	1.500
1.000	400	400	3.200	100	400	1.600
1.100	400	400	3.400	100	400	1.700
1.200	400	400	3.600	100	400	1.800
1.300	400	400	3.800	100	400	1.900
1.400	400	400	4.000	100	400	2.000

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

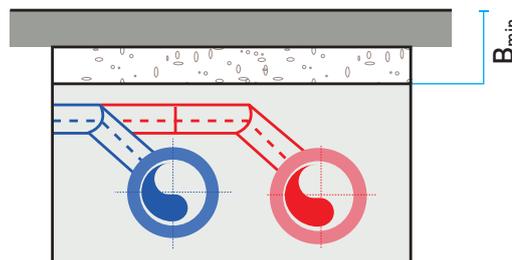
Die mindeste Höhe der Scheitelüberdeckung hängt von der Oberfläche und von den verbundenen Risiken, wie z.B. Schwerlastverkehr oder Landmaschinen ab.

In der Tabelle ist der Wert von 50 cm angegeben. Niedrigere Überdeckungswerte sind auch zulässig, sofern die Rohrleitungen richtig geschützt und dick sind. Bei niedrigeren Überdeckungshöhen ist eine Platte aus armiertem Beton oberhalb der Abdeckungszone oder ein Stahlaufleger passender Dicke auf der Sandbettung (Lastverteilungsplatte) gegen Überlastungen zu empfehlen. Als Warnung für künftige Arbeiten im Rohrgraben macht es Sinn, ein Trassenwarnband über jeder Leitung (oder zwischen den zwei Leitungen bei Außenmänteln $De < 315$ mm) anzubringen.

Die Grabenbreite auf Straßenniveau hängt mit der Grabenbreite an der Grabensohle zusammen. Entscheidend ist dabei die Bodenreibung sowie die in der beigefügten Ausführungsplanung angegebenen Bodenänderungen.

Bei größeren Verlegungstiefen oder falls die Grabenbreite schmal ist, sollen bestimmte Maßnahmen zur Sicherheit der Monteure getroffen werden, wie z.B. Spundwände oder Metalmodulverbauten.

Die Verlegungstiefe soll so berechnet werden, dass sie an der Hauptleitung die mindesten Überdeckungsanforderungen auch im Fall von T-Abzweigen erfüllt.



Ähnliche Maßnahmen sind auch an bestimmten Punkten des Netzes zu ergreifen, wie zum Beispiel bei Armaturen oder Entlüftungen.

Die Überdeckungshöhe soll so berechnet werden, dass der Einbau einer Armatur im Schacht mit einem ausreichenden Abstand zwischen den Betätigungsteilen und der Abdeckungsrahmen erfolgen kann.

4. Vorbereitung der Leitungsteile im Rohrgraben

Im Folgenden sind die Verfahren beschrieben, die vor den Schweißarbeiten und Muffenverbindungen für Rohrleitungen und Formstücke auszuführen sind.

Der Auftragnehmer soll sich auf der Baustelle um Folgendes kümmern: Installationsmethode der Rohrleitungen im Rohrgraben, Rohrgrabenprofil, Baustelle, Personal und Geräte. Zusammenfassend sind seine Aufgaben die folgenden:

- Vorbereitung der Leitung im Rohrgraben;
- Vorbereitung Leitung (Spannungstechnisch) im Rohrgraben;

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

- Vorbereitung der Leitung (Spannungstechnisch) an der Rohrgrabensohle und darauffolgenden Verlegung.

Um die Sicherheit und die Arbeitszügigkeit auf der Baustelle zu garantieren, sollten die meisten Schweißarbeiten und Nachisolierungsarbeiten außerhalb des Rohrgrabens ausgeführt werden. Die Rohrleitungen sind nach den Projektplänen oder nach der speziellen Baubeschreibung zu verlegen. Einige nützliche Richtlinien dazu:

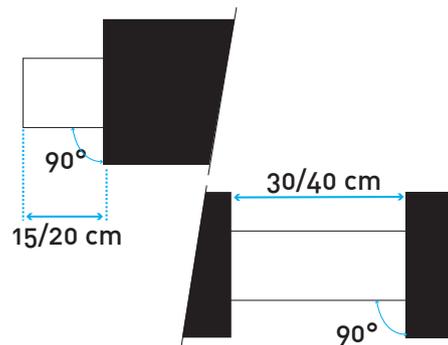
- Vorlaufrohrleitung nach rechts legen, damit die Heizungszentrale dahinterliegt. (Diese Richtlinie ist zu überprüfen, wenn eine Strecke des Netzes zum Abschluss einer Netzstruktur dient);
- Rohraufkleber immer nach oben;
- Überwachungsdrähte immer nach oben.

4.1 Kürzen der Rohrleitungen und Vorbereitung der Verbindungen

Die Rohrleitungen eines Fernwärmenetzes müssen gekürzt und angepasst werden, um der Geometrie des Layouts und dem Vorhandensein angrenzender Versorgungsrohre zurecht zu kommen.

PE Mantelrohr kann zum Beispiel an einer bestimmten Stelle abgeschnitten oder der Polyurethan Hartschaum entfernt werden müssen, um künftige Arbeit am Stahlrohr zu ermöglichen. Beim Kürzen der vorisolierten Rohre soll auch ein Teil des PE Mantels und der Polyurethan-Dämmung in der Längsrichtung entfernt werden, um die Schweißarbeiten und die Nachdämmung der Verbindungsmuffe in der betroffenen Zone zu ermöglichen. Solche Länge entspricht:

- Schnitt an einem Ende der Rohrleitung: 15 cm bis DN 200 und 20 cm bei höheren DN;
- Schnitt an einem Verbindungspunkt der Rohrleitung: 30 cm bis DN200 und 40 cm bei höheren DN.



VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Der Polyethylen Mantel ist mit einer manuellen Säge oder mit einer elektrischen Säge mit Schnitttiefeinstellung zu schneiden. Angefangen wird radial an den Enden und danach wird der Mantel in Längsrichtung eingeschnitten, damit der ganze Mantel entfernt werden kann.

Es ist besonders wichtig, den PE Mantel an den nicht betroffenen Stellen nicht zu beschädigen. Mögliche Beschädigungen könnten zum Bruch des Mantels führen.



Ein Winkelschleifer darf auch zum Einsatz kommen, falls das Stahlrohr auch zu schneiden ist. Besonders sorgfältig soll man beim Schneiden der Rohre, die mit Überwachungsdrähten ausgestattet sind, vorgehen. Nachdem der Polyethylen Mantel geschnitten und entfernt worden ist, soll der Polyurethan Hartschaum mit einem passen-

den Meißel entfernt werden. Achtung: Drähte des Überwachungssystems nicht beschädigen.



Die Überwachungsdrähte sollen in gutem Zustand bleiben und jede Spur des Polyurethan Schaums ist zu beseitigen. Die Überwachungsdrähte freisetzen, sie abschneiden, Schaumrückstände mit Schleifpapier beseitigen. Stahlrohr abschneiden, Stirnverbindung vorbereiten, indem die Anfasung des Rohres neu gemacht wird.

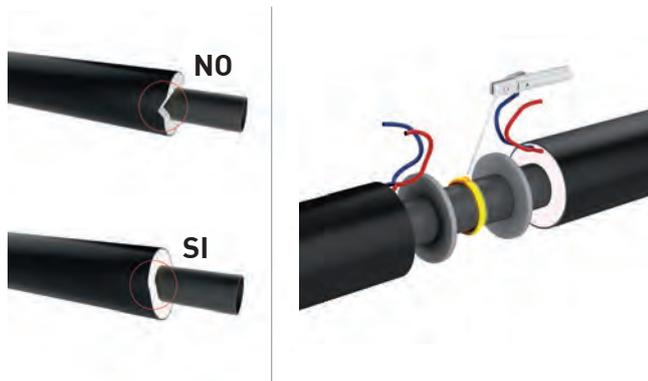


Bei Vorbereitung der Stirnverbindungen sind jeweilige Beschädigungen des PE Mantels zu vermeiden. Wenn Beschädigungen geschehen, sind sie unmittelbar zu beseitigen.

Während der Verbindung des Stahlrohres sollen der Polyurethan Schaum, der PE Mantel und die Überwachungsdrähte vor, beim Schweißen ent-

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

stehenden Funken und Spritzern geschützt werden.

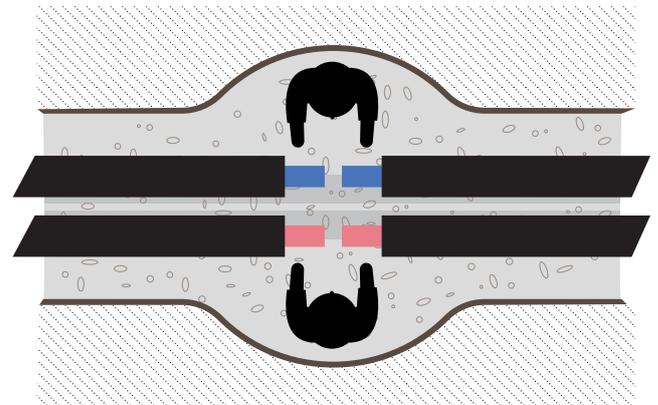


4.2 Auslegung im Rohrgraben

Die Rohrleitungen werden im Rohrgraben miteinander verbunden. Sie liegen auf der im Voraus vorbereiteten Sandbettung oder auf Sandsäcken (alternativ auch auf Holz-Kanthölzern). Die Lagerung soll so sein, dass das Gewicht der Rohrleitungen dem Mantel und der Dämmung keine Beschädigungen verursacht.

Bei der Ausrichtung auf Holz-Kanthölzern ist darauf zu achten, dass diese nach Fertigstellung der Schweißarbeiten und vor dem Einsanden wieder entfernt werden.

Wo die Schweiß- und Muffenverbindungsarbeiten auszuführen sind, kann man den Rohrgraben verbreitern, indem man Nischen zur Sicherheit des Fachpersonals aushebt.



4.3 Oberirdische Auslegung

Die Rohrleitungen werden nicht im Erdreich sondern oberhalb des Rohrgrabens miteinander verbunden. In diesem Fall liegen sie auf Holzbohlen, um einen direkten Kontakt zum Boden zu vermeiden. Diese Installationsmethode ist nur einzusetzen, wenn sich keine Unterstationen oder keine angrenzenden Versorgungsleitungen im Rohrgraben befinden, die die Verlegung der Fernwärmeleitungen schwierig machen könnten.

In diesem Fall sind besondere Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, damit das Fachpersonal die Schweiß- und Muffenverbindungsarbeiten fachgerecht und in voller Sicherheit ausführen kann. Die Anzahl der als Auflager verwendeten Holzbohlen soll ausreichend sein, um das Gewicht der Rohrleitungen problemlos zu tragen. Sie sollen auch lang genug sein, um das Absacken der Rohrgrabenwand am Stützpunkt der Rohre zu vermeiden.

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN



4.4 Auslegung am Ende der Rohrleitung

Bei einem geraden Rohrleitungsnetz werden die Schweiß- und Muffenverbindungsarbeiten außerhalb des Rohrgrabens ausgeführt.

In Folge wird die Rohrleitung mit Hebegurten aufgehoben und in Rohrgraben eingebracht. Auf diese Weise ist die Anzahl der direkt im Rohrgraben auszuführenden Schweiß- und Muffenverbindungsarbeiten stark reduziert.

Auch in diesem Fall darf diese Installationsmethode nur gewählt werden, wenn keine angrenzenden Versorgungsleitungen im Rohrgraben vorhanden sind, die die Einbringungsverfahren behindern könnten.

Die Anzahl der Hebegurte ist in Abhängigkeit der Länge und des Gewichts der Rohrleitungen zu bestimmen. Die Rohrleitung ist sehr schwer und kann auch für erheblich lange Abschnitte aufge-

hoben werden müssen. Es ist daher wichtig, dass die Hebegurten eine passende Breite haben.

Die Flexibilität der Rohrleitung macht es möglich, außerhalb des Rohrgrabens ausgeführte Leitungen mit schon unterirdischen verlegten Leitungen zu verbinden.



4.5 Verlegung durch Ausnutzung der elastischen Biegung

Gerade Rohrleitungen können in krummen Trassen mit hohem Biegeradius verlegt werden, um der Straßenform zu folgen oder um mögliche Überlagerungen mit vorhandenen Versorgungsleitungen zu vermeiden.

Dieses Verfahren ist durch Ausnutzung der elastischen Biegung der Rohrleitungen möglich. Sie werden außerhalb der Trasse in Längsrichtung gerade verschweißt und in die krumme Trasse eingebettet. Der Biegeradius ist durch passende

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Stützen wie Sandsäcke oder in der Grabensohle eingemauerte Holzbohlen zu sichern.

Alternativ, wenn die örtlichen Verhältnisse das ermöglichen (gewöhnlich ist es der Fall bei weichen Böden), kann man eine breitere Trasse zur Verlegung eines geraden Rohrleitungsnetzes ausheben. Nachdem die Rohrleitungen zusammengeschweißt worden sind, kann man eines der Enden ziehen, bis der gewünschte Biegeradius erreicht wird. In diesem Fall soll die Rohrleitung mit Sand oder Holzbohlen passend gesichert werden.

Das Biegen ist sorgfältig auszuführen, um mögliche Beschädigungen des Mantels und der Polyurethan Dämmung auszuschließen.

Der erreichbare Biegeradius durch die Elastizität der Rohre ist durch den maximal zulässigen Spannungswert begrenzt, der in der Leitung durch das Biegen verursacht wird. Als Richtwert gilt:

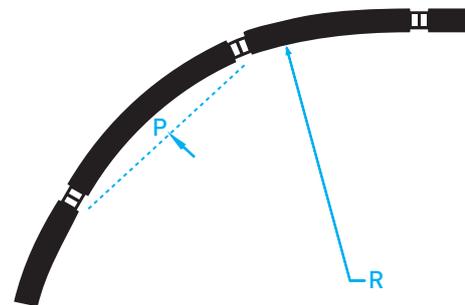
$$R_{\min} = 500 \cdot d_{\text{EXT}}$$

d_{EXT} ist der Außendurchmesser der Stahlleitung. Daraus entstehen die in der folgenden Tabelle angeführten Werte:

α : Biegewinkel bei jedem geraden Rohr;

p : Höhe des Bogens, durch das Biegen des gerade Rohres entsteht.

Die Netzabschnitte, die aus bogenförmigen Rohrleitungen durch elastisches Biegen entstehen, haben dieselben Eigenschaften wie die geraden Netzabschnitte.



DN [mm]	d_{ext} [mm]	R_{\min} [m]	α [°]	p [mm]
20	26,9	13	51	1320
25	33,7	17	41	1060
32	42,4	21	32	840
40	48,3	24	28	740
50	60,3	30	23	600
65	76,1	38	18	470
80	88,9	44	15	400
100	114,3	57	12	310
125	139,7	70	10	260
150	168,3	84	8	210
200	219,1	110	6	160
250	273,0	137	5	130
300	323,9	162	4	110
350	355,6	178	4	100
400	406,4	203	3	90
450	457,0	229	3	80
500	508,0	254	3	70
600	610,0	305	2	60

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

4.6 Verfüllung des Rohrgrabens

Es ist wichtig, dass man auch bei der Verfüllung des Rohrgrabens unter Einhaltung der gültigen Vorschriften arbeitet, um mögliche Beschädigungen der Elemente zu vermeiden.

Das Verfüllen des ersten Teils des Rohrgrabens soll mit einer mindestens 10 cm hohen aus feinem Sand bestehenden Schicht auf der Oberseite der Rohrleitung ausgeführt werden. Hierbei darf nur gesiebter und gereinigter Sand verwendet werden. Ungeeignetes Material wie Schutt, organisches Material, Steine oder Felsbrocken können sich bei Nässe ausdehnen und sind daher unzulässig. Die Sandbeschaffenheit soll den in der Norm UNI EN 13941 enthaltenen Anforderungen der Korngruppe erfüllen.

Folgend sind die Gewichtsprozentätze:

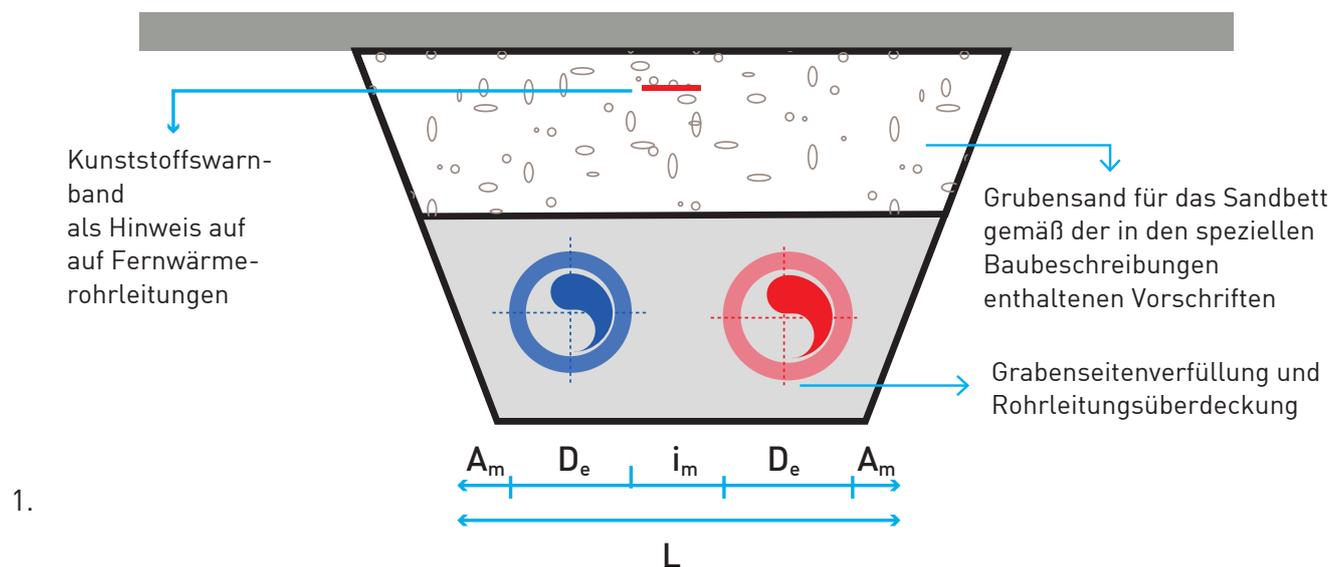
- a) Siebdurchgang 2 mm: 100%;
- b) Siebdurchgang 1 mm: >95%;
- c) Siebdurchgang 0.074 mm: <5% oder, alternativ, Siebdurchgang 0.020 mm: <3%.

Regelmäßigkeitskoeffizient: $G = d_{60}/d_{10} > 1,8$ wobei.

D_{60} : Durchmesser, der auf dem Sieblinienband 60% nach Gewicht entspricht;

D_{10} : Durchmesser, der auf dem Sieblinienband 10% nach Gewicht entspricht Am Ende der Sandschicht ist das Warnband als Warnung des Vorhandenseins der Rohrleitungen im Fall von künftigen Grabenerweiterungen anzubringen.

Die Verfüllung des Rohrgrabens ist gemäß der in den speziellen Baubeschreibungen enthaltenen Vorschriften und nach den gültigen Normen auszuführen.



¹ Beispiel einer Rohrleitungsverfüllung

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

5. Schweißen

Schweißerarbeiten an sämtlichen Bestandteilen des Rohrleitungsnetzes dürfen nur von gemäß DIN EN 287-1 (Heutige UNI EN ISO 9606-1) geprüften und für die jeweilige Rohrklasse zugelassenen Schweißern ausgeführt werden. Diese Zulassung definiert ihren eigenen Geltungsbereich in Bezug auf:

- Verwendetes Schweißverfahren;
- Zulässige Durchmesser;
- Werkstoffgruppen;
- Schweißnähte.

Schweißerarbeiten sollen von dazu genehmigtem Fachpersonal nach EN 473 (heutige UNI EN ISO 9712:2012) geprüft werden. Wie und wie oft diese Prüfungen erfolgen sollen bestimmt die spezielle Baubeschreibung in Abhängigkeit der Projektklasse und der Eigenschaften des betroffenen Rohrleitungsnetzes.

Jede Art von Schmelzschweißen ist zulässig. Jedoch sind bei Rohrleitungsdurchmessern $t > 3 \text{ mm}$ ($\text{DN} \geq 100$) Lichtbogenschweißen in Gasatmosphäre und Lichtbogenschweißen mit umhüllten Stabelektroden empfehlenswerter.

TIG Verfahren: TUNGSTEN INERT GAS

Es handelt sich um ein Lichtbogenschweißverfahren, wobei Gas austritt und durch einen Lichtbogen das Werkstück ohne Füllmaterial in einer, durch ein Schutzgas (Argon) gebildeten bestimmten Schutzatmosphäre abschmilzt. Bei diesem Schweißvorgang bildet sich der Lichtbogen

zwischen dem Stahl des Rohres und einem Wolframstab aus. Der daraus resultierende Schweißdraht ist gewöhnlich "mager" und es ist daher sicherzustellen, dass die zusammenzuschweißenden Werkstücke gut vorbereitet werden (Auf Anfasungen und Abstände ist es besonders zu achten).

Lichtbogenschweißung mit Fülldraht

Bei einem Lichtbogen-Schweißverfahren, bildet sich ein Lichtbogen zwischen einer abschmelzenden umhüllten Elektrode und dem Werkstück. Das Füllungsmaterial ist die umhüllte Elektrode selbst.

Drahtschutz bietet die Umhüllung der Elektrode (Basisumhüllung), die in der Lage ist, Oxid in der Form von Schlacke zu entsorgen.

Der Lichtbogen bildet sich zwischen der Elektrode und dem Stahl des Rohres.

Der Lichtbogen schmilzt die zusammenzuschweißenden Bereiche und die Elektrode selbst ist das Füllmaterial. Die Umhüllung der Elektrode lässt

Schlacke und Oxid flüssig werden, damit sie sich vom Schweißbad trennen und auf den Boden sinken.

Qualifizierung des Schweißvorgangs

Der Schweißvorgang soll zertifiziert sein, d.h. genehmigt nach zahlreichen Prüfungen an einer Schweißprobe. Gewöhnlich werden sämtliche

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Tests auf einem Schweißwulst durchgeführt. Siehe die geltenden Vorschriften diesbezüglich.

Die allgemeinen Regeln zur Qualifizierung und Ausführung der Schweißvorgänge sind in UNI EN ISO 15607 enthalten. Die WPS (Welding Procedure Specification) ist ein Dokument, in dem das gewählte Schweißverfahren detailliert beschrieben wird. Die Werkstoffe (Werkstück, Füllungs- und Verbrauchsmaterial) werden hier zusammen mit den notwendigen Vorgängen genau erläutert.

Außerdem sollen die Vorschriften der WPS auch bei Reparaturen eingehalten werden. Vor dem Zusammenschweißen sollen die zwei zusammen zu schweißenden Werkstücke gut nach UNI EN ISO 9692-1 vorbereitet werden. Die Endteile der zusammenzuschweißenden Rohre sollen mit passenden Werkzeugen ausgerichtet werden, um mögliche Ovalisierungen zu beseitigen.

Längsnähte müssen um das 10-Fache der Wanddicke, mindestens jedoch 50 mm, gegeneinander versetzt angeordnet werden. Ein Mindestabstand von 30 mm zwischen den Anfangs- und Endpositionen der Durchgänge ist einzuhalten.

Der 50 mm von der Schweißnaht entfernte Bereich muss auf beiden Seiten der Verbindung staub-, schmutz-, fett- und wasserfrei gehalten sowie gegen Wind und Regen geschützt werden. Bei Temperaturen unter 5°C und bei hoher Luftfeuchte müssen die Schweißnahtbereiche erwärmt werden, um Kondensation zu vermeiden. Zündstellen auf der Rohroberfläche sind zu vermeiden.

Bei Auftreten von Zündstellen sind diese durch Schleifen auszubessern. Um mögliche schädliche Luftbewegungen im Rohr zu vermeiden, sollte beim Schweißen im Freien mindestens ein Ende des Rohres versiegelt werden.

Nach Fertigstellung der Schweißnaht müssen Schweißspritzer entfernt werden. Die Schweißoberfläche soll frei von Schlacke sein. Bei der Installation können beim Schweißen Winkelabweichungen erforderlich sein, um leichte Richtungsänderungen der Leitungen zu erreichen, ohne werkmäßig hergestellte Bogen mit niedrigem Winkelradius einzusetzen. Solche Abweichungen müssen in Leitungszonen liegen, die begrenzten axialen Spannungen ausgesetzt sind (Dehnungsstrecken). Falls solche Abweichungen vorzunehmen sind, sind die in der Tabelle angeführten Richtwerte zu beachten:

Max. ΔT	Max Winkelabweichung*
90°C	2°
100°C	1°
110°C	0,5°

* Max. Winkelabweichung (inkl. die vorgesehene Toleranz bei der Installation, die den Wert $\pm 0,25^\circ$ nicht überschreiten sollte).

6. Nachdämmung

Im Folgenden werden im Detail die unterschiedlichen Nachdämmungsvorgänge bei geschweißten Verbindungen erläutert.

Die erhältlichen Muffenarten sind im Produktabschnitt dieses Katalogs beschrieben.

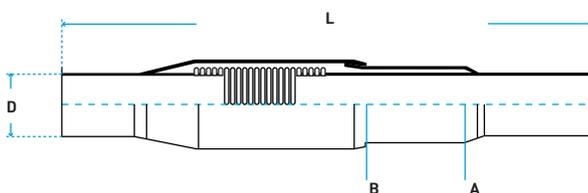
VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

7. Installation spezifischer Bestandteile des Netzes

7.1 "Einmal" Kompensator

Die sogenannten „Einmal Kompensatoren“, wie schon im Abschnitt „Planung“ dieses Manuals ausführlich beschrieben, sind Bauelemente, die zum Einsatz kommen, wenn es erforderlich/erwünscht oder möglich ist, Rohrleitungen auszuführen, die doppelt so lang sind, als die maximale zulässige Verlegelänge oder wenn die natürlichen Dehnungselemente aus Platzgründen nicht projektierbar sind. Bei solcher Länge muss man besondere Maßnahmen ergreifen, um die Axialbelastung der Rohrleitung zu reduzieren.

Wie der Name selbst bezeichnet, bewegt sich der "Einmal Kompensator" nur einmal während der Vorspannungsphase des Netzes. Der Kompensator kann sich unter Wärmeeinfluss bewegen und nimmt sicher die Ausdehnung auf.



Bevor der Kompensator geschweißt werden kann, sind einige Vormaßnahmen zu ergreifen. Zu aller erst wird der Kompensator vorgespannt,

d.h. er wird mechanisch zusammengedrückt, um den Freilauf zu gewährleisten, dessen Wert während der statischen Analyse festgestellt wurde. Dieser Wert ist zwischen dem Ende und der Begrenzung abzumessen.

Der Kompensator muss mittels eines geeigneten Spannwerkzeuges bauseitig mechanisch zusammengedrückt werden. Er kann auch werkmäßig mittels geeigneter Anlagen zusammengedrückt werden.

ECOLINE berät den Kunden gern, wenn es darum geht, den besten Vorgang zur Vorspannung des Kompensators zu wählen.

Wenn der Kompensator bauseitig vorgespannt wird, ist es wichtig, den Vorgang mit geeigneten Werkzeugen auszuführen, um zu vermeiden, dass er beschädigt wird oder dass seine Leistungen dadurch irgendwie beeinträchtigt werden können.



VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN



Nachdem der Kompensator vorgespannt worden ist, wird er geheftet.

Ein Heftpunkt ist zu schweißen, damit der Kompensator die erforderliche Widerstandskraft in der Installationsphase, während der Luftdruckprobe und vor der Endstellung bekommt.

Jetzt wird der Kompensator in der Rohrleitung an dem durch die Spannungsanalyse festgestellten Punkt, wie jeder andere Bestandteil des Netzes, eingeschweißt. Damit die Endstellung erfolgreich erreicht werden kann, muss der Kompensator so eingeschweißt werden, dass links und rechts mindestens 12 Meter gerader Rohrleitung ohne Bogen oder Abzweigungen vorhanden sind.

Wenn die ganze gerade Rohrleitung verlegt worden ist, muss der Kompensator in Endstellung

verschweißt werden. Einige Vorarbeiten sind jedoch notwendig. Die Montagegrube am Kompensator soll zum Beispiel wieder aufgemacht werden, falls sie aus Verkehrsgründen hatte verfüllt werden müssen und der vorher eingeschweißte Heftpunkt ist zu lösen. Dabei ist dafür zu sorgen, dass keine Rückstände oder grobe Verunreinigungen vorhanden sind, die das Funktionieren des Kompensators beeinträchtigen können.

Unter Endstellung versteht man die Erwärmung der Rohre bis zur Vorspannungstemperatur, die bei der Spannungsberechnung festgestellt wurde (Gewöhnlich entspricht die Vorspannungstemperatur der Durchschnittstemperatur zwischen Installation- und Betriebstemperatur).

Wegen der thermischen Dehnungen an beiden

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Enden des Kompensators, bewegen sich die Enden des Kompensators gegenläufig. Wenn beide Enden aneinander liegen, soll der Kompensator verschweißt werden. Beim Einsatz von "Einmal Kompensatoren" erfolgt die Erwärmung der Leitung durch die Zufuhr von heißem Wasser im Kreislauf. Vorher war jedoch ein Bypass zwischen der Vor- und Rücklaufrohrleitung zu öffnen. Zum Schluss wird der EKO mittels der aufgeschobenen Langmuffe nachgedämmt. Die Nachdämmung erfolgt wie bei den anderen Bestandteilen des Netzes. Dabei ist es jedoch wichtig, die dazu vorgesehenen Muffen zu verwenden, die länger als die üblichen sind.



7.2 Auslegung der Dehnungspolster

Wie gesagt, die Fernwärmerohrleitungen bewegen sich bei den freien Enden des Netzes oder Richtungsänderungen infolge der thermischen Belastung.

Um den Polyethylen Außenmantel und den Polyurethan-Schaum vor möglichen Beschädigungen zu schützen, kann man entsprechende Dehnungspolster aus Polyurethan-Schaum zur Dehnungsaufnahme anbringen.

Die Dehnungspolstermenge, d.h. die Anzahl der aufeinander liegenden Polsterlagen und die Länge ab dem Punkt der Richtungsänderung wird bei der Statischen Analyse des Netzes bestimmt.

Grundsätzlich werden die Dehnungspolster nach der Dehnung der Enden nach den folgenden Kriterien angebracht:

- $0 \text{ mm} < \Delta L \leq 30 \text{ mm}$ -> 1 Schichten
- $30 \text{ mm} < \Delta L \leq 60 \text{ mm}$ -> 2 Schichten
- $60 \text{ mm} < \Delta L \leq 90 \text{ mm}$ -> 3 Schichten

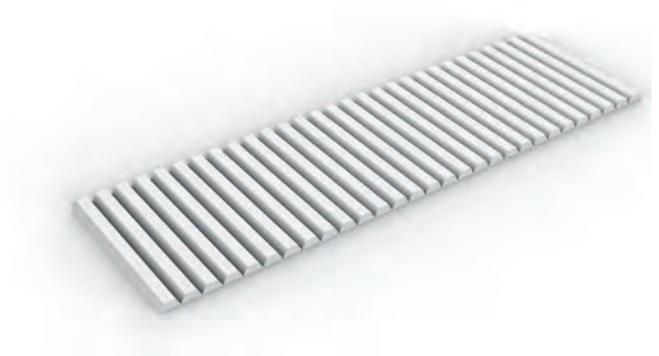
VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Darauf zu achten ist, dass maximal 3 Lagen Dehnungspolster angebracht werden, um zu vermeiden, dass das Polyethylen- Außenmantelrohr überhitzt wird. Dies könnte zur vorzeitigen Abnutzung führen.

Bei Dehnungswerten über 90 mm sollen besondere Maßnahmen bei der Installation vor Ort getroffen werden. Die Technische Abteilung von **ECOLINE** berät die Kunden gern, wenn es darum geht, die beste Lösung je nach den Dehnungswerten zu finden.



Die Dehnungspolster sind in zwei Größen erhältlich. Je nach dem Außendurchmesser der Rohrleitung werden die Streifen mit einer bestimmten Anzahl von Kerben dimensionsabhängig zugeschnitten.



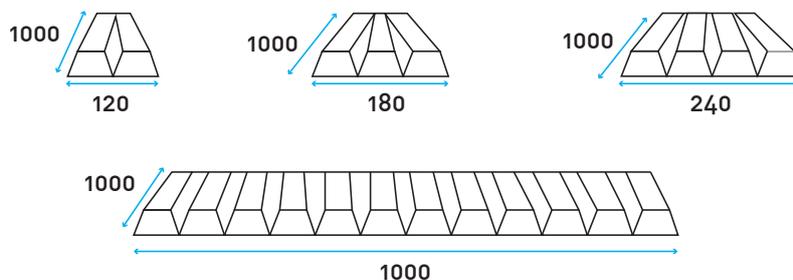
Die zu zuschneidenden Längen sind aus der folgenden Tabelle je nach Rohraußendurchmesser zu entnehmen.

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

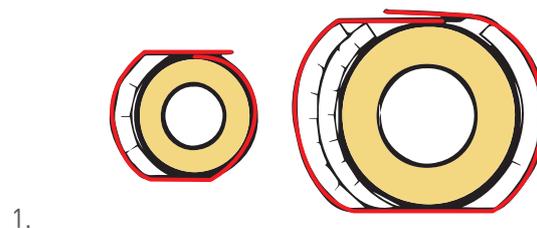
AUSFÜHRUNGSART UND ANBRINGUNGSBEREICHE

N.B.: die notwendige Menge der Dehnungspolster ist im Verlegungsplan vorgeschrieben.

DE 90: a =120 mm	DE 140: a =120 mm	DE 225: a =240 mm	DE 400: a =420 mm	DE 560: a =660 mm	DE 800: a =900 mm
DE 110: a =120 mm	DE 160: a =180 mm	DE 250: a =240 mm	DE 450: a =480 mm	DE 630: a =720 mm	DE 900: a =1000 mm
DE 125: a =120 mm	DE 200: a =180 mm	DE 315: a =300 mm	DE 500: a =480 mm	DE 710: a =780 mm	DE 1000: a =1000 mm



Die Dehnungspolster sind nur seitlich der Rohrleitung im Innen- und im Außenbereich wie in den Projektunterlagen dargestellt anzubringen. Wenn in Projektunterlagen nicht anders spezifiziert, ist eine Vollumhüllung der Rohrleitung mit den Dehnungspolstern zu vermeiden, um zu hohe Temperaturen am Polyethylen Mantelrohr auszuschließen. Die Dehnungspolster sind an den Rohrleitungen anzubringen (z.B. mit Klebeband oder Kreppband).



¹ Ausführungsart der Dehnungspolster

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

7.3 Verlegung von Trennungsarmaturen und Entlüftungen

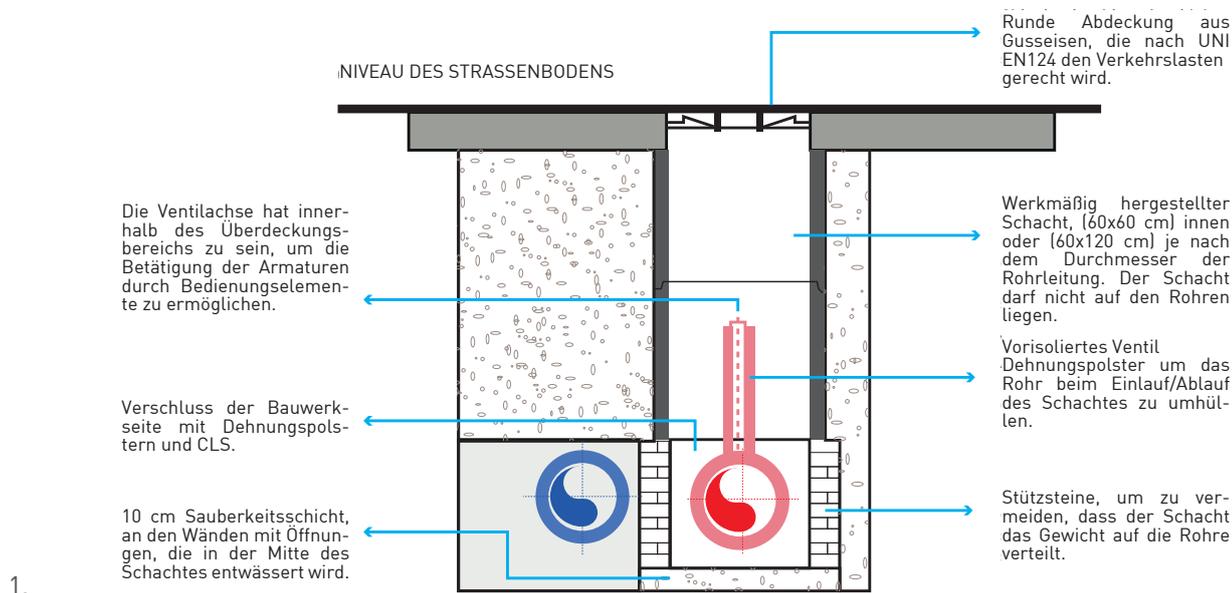
Die Trennungsarmaturen und die vorisolierten Entlüftungen werden im Netz wie jeder andere Bestandteil je nach den spezifischen künftigen Wartungsanforderungen angebracht.

Bei der Verlegung sollen sie deshalb wie die anderen Bestandteile des Fernwärmenetzes geschweißt und verbunden werden. Dabei ist jedoch auf die folgenden Voraussetzungen besonders aufzupassen:

- Während der Schweißvorgänge sollen die Armaturen geöffnet bleiben
- Die vorisolierten Bestandteile sind an den Bogen anzuordnen. Vorher ist aber ein Rohrleitungsstück dazwischen einzubauen, um die Muffenverbindungen zu ermöglichen.

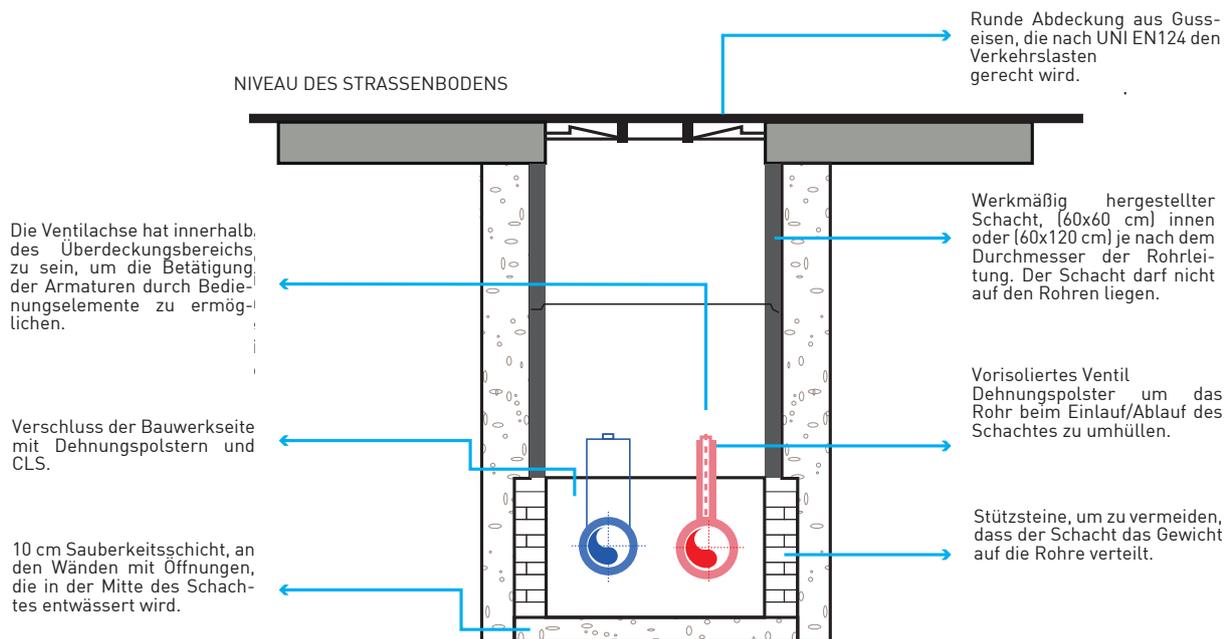
- Bei Durchmessern über DN 100 oder je nach den im Bauverzeichnis enthaltenen Spezifikationen sind die Bestandteile für Vor- und Rücklauf im Netz versetzt zu installieren, um die nachfolgende Ausführung der Inspektionsschächte und ausreichenden Arbeitsraum zwischen nebenliegenden Rohrleitungen zu ermöglichen.

Wie schon erwähnt, werden diese Bestandteile in dazu gedachte Schächte oder in Bauwerke aus Stahlbeton (besser wenn fertig geliefert) eingelegt, die eine dem Durchmesser des Polyethylen Mantelrohres entsprechende Größe aufweisen. Die folgenden Abbildungen stellen einige Beispiele der Ausführung von solchen Schächten dar. Es ist wichtig, dass der Schacht frei von zum Wiederverfüllen verwendeten Sand ist, damit das



¹ Armaturen in getrennten Schächten

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN



2.

Bauwerk durch thermische Dehnung nicht überlastet wird. Dadurch wird gleichzeitig vermieden, dass Fremdkörper eintreten können, die zum einem Kontakt zwischen den nicht vorisolierten Bauwerkstahlteilen und dem Boden führen können. Solche Kontakte sollen verhindert werden, weil sie mögliche Beschädigungen durch Rost verursachen können.

Was die Wartung betrifft, ist es empfehlenswert vor kalter Witterung sämtliche Schächte mit eingebauten Armaturen zu überprüfen und die Armaturen zu betätigen.

8. Überwachungssystem

8.1 Vorwort

Die von **ECOLINE** gelieferten Fernwärme Rohrsysteme sind mit einem System ausgestattet, das die Überwachung des gesamten Netzes ermöglicht.

Mögliche Leckage oder das Eindringen von Wasser sind dadurch frühzeitig erkennbar.

Als Standard werden zwei Kupferdrähte im Polyurethan-Schaum der Dämmung eingebaut. Auf Anfrage kann **ECOLINE** vom Kunden gewünschte und bestellte redundante Systeme mit mehreren Drähten liefern. Um mögliche Redundanzprobleme beim Kunden zu beseitigen, kann **ECOLINE** Rohrleitungen und Netzbestandteile mit der vom

² Armaturen in einem Einzelschacht

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Kunden gewünschten Anzahl von Drähten zur Verfügung stellen. Solche Wünsche sind bei der Materialbestellung einzureichen.

Damit ein umfangreiches Überwachungssystem funktionieren kann, braucht man folgendes:

Damit ein umfangreiches Überwachungssystem funktionieren kann, braucht man folgendes:

- Miteingeschäumte Netzüberwachungsdrähte
- Netzbestandteile, die eine Verbindung zu einem nahen Bauwerk ermöglichen.
- Werkzeuge und Geräte zum Ausführen und Anschließen der Überwachungsdrähte
- Überwachungsschächte im Fall eines vollständigen kontinuierlichen Überwachungssystems, die eine aktive Überwachung des Netzes ermöglichen sollen.

Unter "aktive Überwachung" versteht man ein System, das in der Lage ist, rund um die Uhr spontan mögliche Störungen bzw. Fehler im Netz zu erkennen.

Unter "passive Überwachung" versteht man dagegen ein System, das nur, bei von Fachpersonal durchgeführten, tatsächlichen Messungen und Prüfungen, Störungen bzw. Fehler meldet.

Ein Überwachungssystem kann verschiedene Störungen bzw. Fehler erkennen, wie, u.a.:

- Beschädigung des Polyethylen Mantelrohres und Wassereintritt.
- Leckage des Medium Rohres und Wasser tritt aus.
- Wassereintritt bei den Muffen, wenn sie nicht fachgerecht montiert wurden.

Dieses Überwachungssystem kann Undichtheiten oder Baufeuchtigkeit frühzeitig erkennen, bevor sie zu großen Schäden wie Korrosion am Mediumrohr und/oder kompletter Zersetzung des Polyurethan Schaums führen können.

Damit das Überwachungssystem korrekt funktionieren kann, muss es bauseitig bei der Verlegung des Rohrleitungsnetzes korrekt installiert werden.

Des Weiteren muss am Ende der Arbeiten die elektrische Aufnahme „as built“ des Systems ausgeführt werden.

Wenn keine komplette Zeichnung der bei den Bauarbeiten ausgeführten Anschlüsse vorhanden ist, ist keine genaue Ortung der Fehler möglich. Um den Fehlerpunkt zu finden muss man deshalb stichprobenartige Grabungen mit entsprechenden erheblichen Mehrkosten durchführen.

Die eingeschäumten Drähte sind in zwei Varianten erhältlich:

- Nordisches System, bestehend aus zwei 1,5 mmq starken Kupferdrähten (einmal blank, einmal verzinkt).
- Brandes System, bestehend aus einem Nickelchromdraht (Sensorader) und einem Kupferdraht. Die Sensorader ist von einem in zyklisch definierten Abständen perforierten Mantel umhüllt und steht einer Fehlerermittlung im gesamten Rohrnetz zur Verfügung.

Das Fachpersonal von **ECOLINE** berät gern die Kunden über das am besten passenden Überwachungssystem nach den individuellen Über-

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

wachungsanforderungen. Standardmäßig liefert **ECOLINE** Rohrleitungen mit "Nordischen System".

Die hier in Folge beschriebenen Anwendungsanweisungen beziehen sich deshalb auf das Nordische System. Bei Brandes Systemen bitte die Anwendung - und Montageanweisungen durchlesen und beachten, die vom Hersteller des Systems mitgeliefert werden.

8.2 Das Überwachungssystem für Fernwärmenetze

Das Überwachungssystem für Fernwärmenetze ist sowohl bei der Ausführung als auch beim Betrieb ein wichtiger Bestandteil des Netzes.

Während der Verlegung des Fernwärmenetzes

Während dieser Phase tragen kontinuierliche Prüfungen und Datensammlungen dazu bei, dass das Netz korrekt ausgeführt wird.

Am Ende der Verlegung muss die Abnahme des Überwachungssystems erfolgen, um sicherzustellen, dass der Auftragnehmer es richtig installiert hat.

Während des Betriebs der Fernwärmenetzes

Während des Betriebs erlaubt das Fernüberwachungssystem ein frühzeitiges Erkennen von Leckagen oder Störungen, das erhebliche Schäden bei den Netzteilen verhindern und die dadurch entstehenden Reparaturkosten begrenzen kann.

8.3 Drahtverbindung im Muffenbereich

Bei den zusammengeschweißten Rohrenden sind die Überwachungsdrähte miteinander zu verbinden. Um die Verbindung auszuführen, braucht man:

1. Abstandhalter aus Kunststoff (von **ECOLINE** mitgeliefert);
2. Seitenschneider;
3. Quetschhülse zur Verlotung (von **ECOLINE** mitgeliefert);
4. Gas- und Lötbrenner (zur Verhütung elektrischer Anschlüsse);
5. Quetschzange, (oder "crimp", z.B. USAG mod. 749);
6. Isolierband;
7. Abisolierzange;
8. Isolierungs-/Überbrückungsmessgerät oder "Megger".

Sicherheitsmaßnahmen auf der Baustelle

Durante Beim Schweißen der Rohrleitungen sind die Überwachungsdrähte vor Spritzern, Funken und Hitze zu schützen.

Die Verbindungsarbeiten sollen in so ausgeführt werden, dass das Material vor Feuchtigkeit geschützt ist. Das Gleiche gilt auch für die Rohrleitungen und sämtliches Material.

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Vorarbeiten

Am Anfang der Strecke sollen die Drähte jeder Rohrleitung provisorisch zusammengeschlossen werden, um das elektrische System zu verbinden. Auf diese Weise kann man die Prüfmessungen während der Bauphasen besser durchführen. Sicherzustellen ist es, dass die Drähte und die Verbindungspunkte trocken sind und nicht auf dem Stahlrohr liegen.

Beginnend von der am nächsten liegenden Verbindungszone (der provisorischen Schleife anliegend) sind die Verbindungen unter Einhaltung der folgenden Anweisungen auszuführen.

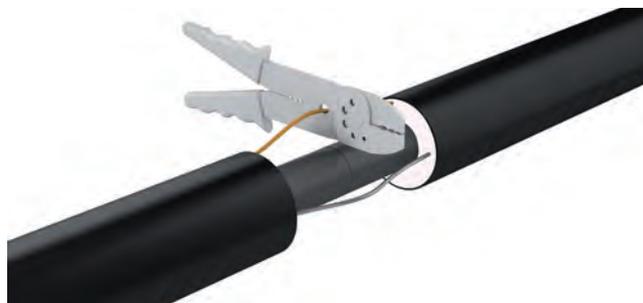
Zwei Rohre miteinander verbinden

Am besten sollen die Rohrleitungen mit den Überwachungsdrähten nach oben (11Uhr 05) liegen, um:

- Die Ausführung des Systems zu erleichtern;
- Die Überwachungsdrähte im Fall von künftigen Störungen leicht zugänglich zu machen;
- Die Überwachungsdrähte im Fall von Prüfungen oder Reparaturen leicht zugänglich zu machen;



dem man die Vorderseite der Rohre außerhalb des Schweißbereichs versetzt.

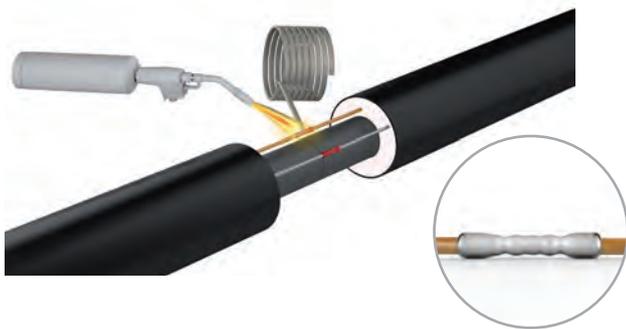


Zur Vorbereitung der Drahtverbindung sollen 2-3 cm des Polyurethan Schaums ausgestochen werden, damit keine Feuchte vorhanden ist. Mittels einer Quetschhülse (crimp) müssen die Überwachungsdrähte verbunden werden. Unabhängig vom zu verbindenden Draht (blanker Kupferdraht mit blanker Kupferdraht oder blanker Kupferdraht mit verzinnem Kupferdraht) dürfen die Überwachungsdrähte nicht aufeinander liegen oder miteinander verdreht werden.



VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

Die anzuschließenden Drähte mit einer Zange oder Seitenschneider so abschneiden, dass ihre abisolierten Enden ohne Überlappung aneinander liegen. Die Drähte in die Quetschhülse einstecken und sie mit der Quetschzange (crimp) ver-



pressen. Zur Verbindungsprüfung die Verbindung mit der Hand ziehen. Wenn die Verbindung nicht hält, noch mal mit der Quetschzange quetschen. Damit die Verbindungen fachgerecht ausgeführt werden, sollen die Enden der Verbinder verlötet werden. Das Verlöten gewährleistet die Stabilität der Verbindung und dient auch dazu, mögliche Unreinheiten und Schmutz an den Drähten zu erkennen. In diesem Fall würden nämlich die Lötzinntropfen nicht dicht an den Drähten anliegen.

Herstellung einer Schleife

Das Abschließen soll so erfolgen, dass die Drähte, die zum selben Rohr gehören, angeschlossen verbunden werden. Dabei ist jeder Kontakt zwischen Drähten und Stahlrohr zu vermeiden.

8.4 Prüfung des Überwachungssystems

Es ist wichtig, die Stromkontinuität und das Isolierungsniveau des Systems zu verifizieren, um sicherzustellen, dass alles entsprechend ausgeführt wurde. Die Messungen sollen nach jeder Verbindung sowohl vor als auch nach der Nachdämmung in der Muffe stattfinden. Nur auf diese Weise ist es möglich, frühzeitig, also während der Montage und vor der Erdverlegung der Rohrleitungen, mögliche Drahtabrisse oder das Vorhandensein von Feuchte zu erkennen.

Wie gesagt, sollen die Drähte jeder Rohrleitung am Anfang der Strecke provisorisch verbunden werden, um das elektrische System zu verbinden. Auf diese Weise kann man die Prüfmessungen während der Bauphasen besser durchführen. Sicherzustellen ist es, dass die Drähte und die Verbindungspunkte trocken sind und keinen Kontakt zum Stahlrohr haben. Auf diese Weise entstehen zwei Meßstromkreise: einmal auf der Vorlaufleitung und einmal auf der Rücklaufleitung.



VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

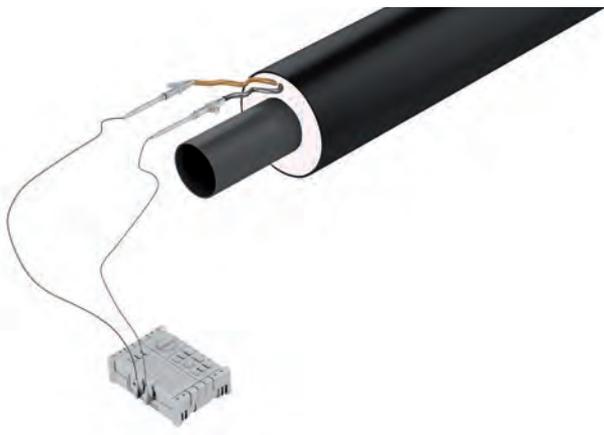
Die Kontrollen zur korrekten Installation umfassen zwei Messungen:

1. Prüfung der Stromkontinuität;
2. Prüfung des Isolationswiderstandes.

Prüfung der Stromkontinuität

Diese Kontrolle ist dazu gedacht, mögliche Stromunterbrechungen im verlegten System zu ermitteln.

Jeder Anschluss des Messgeräts ist mit einem Alarmdraht verbunden, der vorher gereinigt und getrocknet wurde. Der ohmsche Widerstand in den Drähten wird folgender Weise gemessen. Wenn der abgelesene Wert jede 1000 Meter Strecke 24 Ω beträgt, heißt es, dass die Installation korrekt erfolgt ist.



Prüfung des Isolationswiderstandes

Diese Kontrolle ist dazu gedacht, mögliche Stromunterbrechungen im verlegten System zu ermitteln.

Jeder Anschluss des Messgeräts ist mit einem Alarmdraht verbunden, der vorher gereinigt und getrocknet wurde. Der ohmsche Widerstand in den Drähten wird folgender Weise gemessen. Wenn der abgelesene Wert jede 1000 Meter Strecke 24 Ω beträgt, heißt es, dass die Installation korrekt erfolgt ist.



Mindeste
Auslaufspannung

VERLEGUNG UND INSTALLATION VON FERNWÄRMENETZEN

8.5 Überwachungssysteme

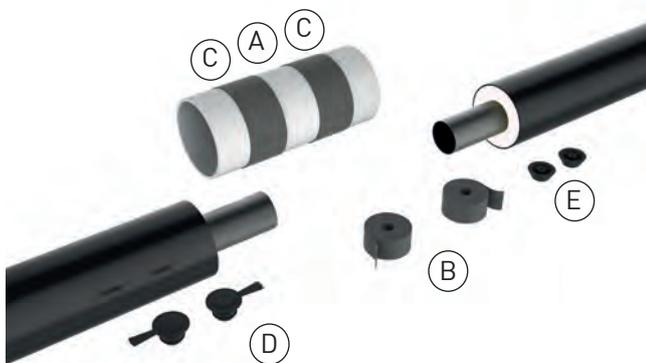
Die aus dem Überwachungssystem ausgeführten Drähte können mit verschiedenen für den jeweiligen Verwendungszweck geeigneten Meldegeräten verbunden werden.

Im Fall einer passiven Netzüberwachung, wobei die Kontrollmessungen vor Ort von einem Mitarbeiter durchgeführt werden, sind die Drähte an einer Verdrahtungsdose angeschlossen, die sich in einem entsprechenden Gehäuse befindet.

Im Fall einer aktiven Netzüberwachung, wobei die Kontrollen kontinuierlich durch das eingebaute Überwachungssystem durchgeführt werden, sind die Drähte an entsprechenden Meldegeräten angeschlossen.

Das Fachpersonal von **ECOLINE** berät gern die Kunden über das am besten passenden Überwachungssystem nach den individuellen Überwachungsanforderungen.

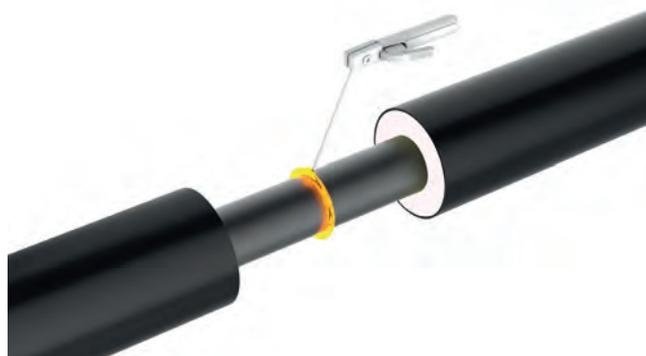
DOPPELDICHTES SYSTEM



Inhalt des Sets:

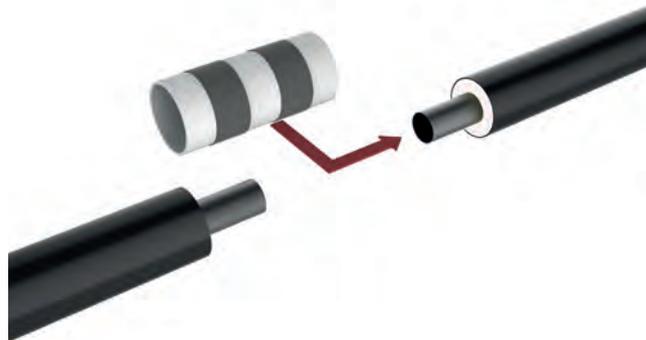
- A) N. 1 wärmeschrumpfendes Muffen Rohr aus mechanisch erweiterem Polyethylen;
- B) Abdichtende Butyl Kautschukband (er kann so geliefert werden, dass er schon im Innenbereich der Muffen vorangebracht wurde);
- C) N. 2 wärmeschrumpfende Manschetten;
- D) N. 2 Entlüftungstopfen;
- E) N. 2 Verschlussstopfen*;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort;
- Elektrosatz (Kabel, Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden.

* Alternativ können 2 wärmeschrumpfende Verschluss padges (FOPS) geliefert werden.



2.

Stahlrohre zusammenschweißen und evtl. Druckprüfung durchführen. Wenn vorhanden, die Überwachungsdrähte des Überwachungssystems jetzt wie im entsprechenden Abschnitt dieses Manuals verbinden.



1.

Vor dem Schweißen der Stahlrohre, Muffen Rohr und wärmeschrumpfende Manschetten über ein Rohr Ende aufbringen.



3.

2-3 cm der Dämmung von den Rohrenden entfernen. PEHD Außenmantel der Rohre für einen mindestens 150 mm langen Bereich pro Rohrende mit Schleifpapier saubermachen. Oberflächen müssen SAUBER UND TROCKEN SEIN.

DOPPELDICHTES SYSTEM

ARBEITSMATERIALAUFDERBAUSTELLE

- Ausrüstung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfenschweißgerät;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit Öffnung Ø30÷50 mm;
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Kegelfräser Ø24 mm;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60÷80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Alkohol und Lappen;
- Aggregat;
- Baustellestrom;
- Ausstattung zur Durchführung der Druckprobe.



4.

Den Außenmantel für einen mindestens 150 cm langen Bereich pro Rohrende leicht anwärmen, bis eine Temperatur von 40°C erreicht wird.



5.

Butyl Kautschukband um den Außenmantel bei beiden Rohrenden, mit ca. 20 mm Randabstand, aufbringen (wenn noch nicht aufgebracht). Zusammenpressen.



6.

Schutzfilm vom Muffen Rohr entfernen. Sicherstellen, dass das Muffen Rohr Innen und Außen SAUBER UND TROCKEN ist. Das Muffen Rohr auf die Nachdämmungszone zentriert ausrichten. Nachdem die genau richtige Positionierung des Muffen Rohres gefunden wurde, den Schutzfilm vom Butyl Kautschukband entfernen. Nochmal sicherstellen, dass das Muffen Rohr zentriert liegt und beide Rohrenden ca. 100 mm lang wärmeschrumpfen lassen.



7.

Die Lage der wärmeschrumpfenden Manschetten sauber machen und mittels Schleifpapiers matt werden lassen. Mit einem Lappen und Alkohol jede Spur oder Rückstand von Polyethylen oder Sand beseitigen.

DOPPELDICHTES SYSTEM



8.

Verpackungsmaterial und Schutzfilm von den wärmeschrumpfenden Manschetten entfernen. Sicherstellen, dass der ganze Schutzfilm entfernt wurde. Manschetten am Ende des Muffen Rohres positionieren und wärmeschrumpfen lassen. Angefangen wird am Scheitel und danach arbeitet man weiter unter kreisförmigen Bewegungen um das Rohr herum. Das Ganze bei der anderen wärmeschrumpfenden Manschette am anderen Ende des Muffen Rohres wiederholen.



9.

Loch oder Löcher am Muffen Rohr zum Ausschäumen durchbohren. (1 Loch pro \varnothing PEHD \leq 315 mm. - 2 Löcher pro \varnothing PEHD $>$ 315 mm.) Nach der Abkühlung darf die Druckprobe durchgeführt werden, indem man 0,2 bar die Muffe unterwirft.



10.

Sind 2 Löcher vorhanden, ist eins davon mit einem Entlüftungstopfen zu verschließen.



11.

Nach Vermischen der zwei Polyurethan- Flüssigkeiten, die Mischung in offenes Loch gießen und es mit dem entsprechenden Entlüftungstopfen verschließen. Den Bereich um das Loch (um die Löcher) sorgfältig sauber machen.

DOPPELDICHTES SYSTEM

BEMERKUNG

Wenn die Abschrumpfung abgeschlossen ist, soll man die Manschette mindesten 30 Minuten bis zu einer Stunde vor Erdverlegung ruhen lassen. Diese Wartezeit garantiert, dass das Klebeband komplett abgekühlt ist. Dadurch ist die Abdichtung gewährleistet. Um Beschädigungen der Muffen zu vermeiden, passendes Material zum Verfüllen des Rohrgrabens verwenden (keine scharfkantigen oder großen Steine).



12.

Am Ende des Ausschäumens und der chemischen Reaktion, Entlüftungstopfen entfernen. Gerät zum Verschlussaufwärmen auf ca. 260°C (+/-10°C) erhitzen. Loch aufheizen, indem der entsprechende Schmelztiegel nach unten gedrückt wird. Abmessung des PEHD Mantel und Aufwärmzeit

Abmessung des PEHD Mantel und Aufwärmzeit

066÷125 - 140÷200 - 225÷315 - 355÷500 - 560÷630

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
10 sec. 20 sec. 30 sec. 40 sec. 50 sec.



13.

Den einzuschweißenden Verschlussstopfen in den Schmelztiegel legen, mit Hilfe des provisorischen Griffes. Schmelztiegel auf den einzuschweißenden Verschlussstopfen drücken. Die zwei zusammenschweißenden Werkstücke werden gleichzeitig erwärmt.



14.

Sind die zwei zusammenschweißenden Werkstücke warm, Gerät entfernen und den Verschlussstopfen unmittelbar in die Öffnung drücken. Oberfläche des Verschlussstopfens und Oberfläche des Lochs sollen sich auf dem gleichen Niveau befinden. Diese Grenze ist nicht zu überschreiten. Leicht drücken für mindestens eine Minute. 1 oder zwei Schweißwulste sollen um den Verschlussrand austreten. Bis sich der eingeschweißte Verschlussstopf warm anfühlt, provisorischen Griff nicht entfernen. Sind zwei Löcher vorhanden, ist der gleiche Vorgang am Zweiten Loch zu wiederholen.



15.

Die Verbindung ist jetzt wiederhergestellt.

VERNETZTE PE MUFFE



Inhalt des Sets:

- A) N. 1 Wärmeschumpfendes Muffen Rohr aus vernetztem Polyethylen;
- B) N. 2 Entlüftungsstopfen;
- C) N. 2 Verschlussstopfen;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort;
- Elektrosatz (Kabel, Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden.



1.

Vor dem Schweißen der Stahlrohre, die Muffe auf das Rohraufschieben.



2.

Stahlrohre zusammenschweißen und evtl. Druckprüfung durchführen.



3.

1+2 cm der Dämmung von den Rohrenden entfernen. PEHD Außenmantel der Rohre für einen mindestens 150 mm langen Bereich pro Rohrende mit Schleifpapier saubermachen. Oberflächen müssen SAUBER UND TROCKEN SEIN.

**ARBEITSMATERIAL AUF DER
BAUSTELLE**

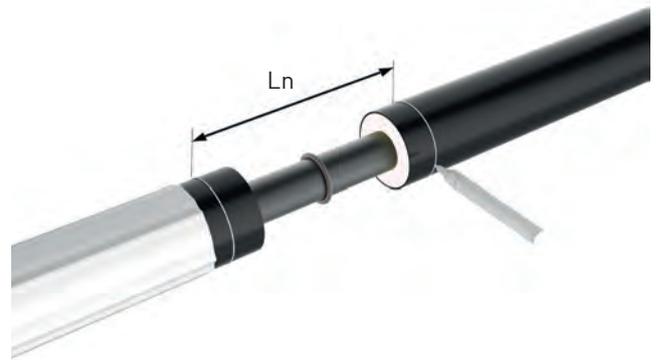
- Ausrüstung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfenschweißgerät;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit Öffnung \varnothing 30÷50 mm;
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Kegelfräser \varnothing 27 mm;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60÷80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Ausrüstung zur Druckprüfung.

VERNETZTE PE MUFFE



4.

Die PEHD Oberfläche mit dem Reinigungsset entfetten. Wenn vorhanden, die Überwachungsdrähte des Überwachungssystems jetzt wie im entsprechenden Abschnitt dieses Manuals dargestellt verbinden.



5.

Mit einem Stift die Positionierung des Muffenendes markieren.

L_n = Nennlänge der Manschette



6.

Die Oberfläche des PEHD Rohres mit schwacher Flamme bis zu einer Temperatur von ca. 40°C bringen.



7.

Schutzfilm entfernend die Muffe auf die Übergangszone aufschieben. Schutzfilm des Klebebands entfernen.

VERNETZTE PE MUFFE



8.

Die Ende der Muffe schrumpfen, indem man die Flamme rund um den Umfang des Rohrs bewegt.



9.

Die Schrumpfung beenden, wenn die Enden rund und glatt sind.



10.

Nach der Abkühlung kann die Druckprüfung bei einem Druck von 0,2 bar durchgeführt werden.



11.

Ersten Entlüftungstopfen anbringen.

VERNETZTE PE MUFFE



12.

Nach Vermischen der zwei Polyurethankomponenten, die Mischung in das noch offene Loch gießen.



13.

Den zweiten Entlüftungstopfen anbringen und 30 Minuten warten bis der Schaum abgehärtet ist und bis sich die Muffe abgekühlt hat.



14.

Entlüftungstopfen entfernen.



15.

PUR Schaum Rückstände beseitigen und den Bereich um die Löcher sauber machen

VERNETZTE PE MUFFE

BEMERKUNG

Wenn die Abschrumpfung abgeschlossen ist, soll man die Manschette mindesten 30 Minuten bis zu einer Stunde vor Erdverlegung ruhen lassen. Diese Wartezeit garantiert, dass das Klebeband komplett abgekühlt ist. Dadurch ist die Abdichtung gewährleistet. Um Beschädigungen der Muffen zu vermeiden, passendes Material zum Verfüllen des Rohrgrabens verwenden (keine scharfkantigen oder großen Steine).



16.

Den einzuschweißenden Verschlussstopfen in den Schmelztiegel legen, mit Hilfe des provisorischen Griffes. Schmelztiegel auf den einzuschweißenden Verschlussstopfen drücken. Die zwei zusammenschweißenden Werkstücke werden gleichzeitig erwärmt.



17.

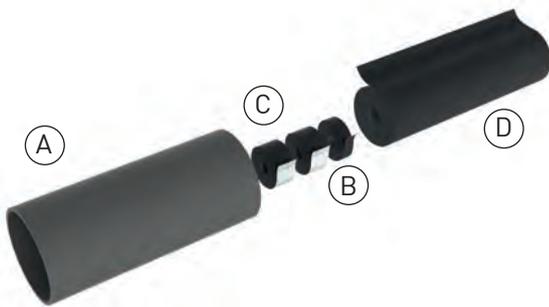
Die Abschrumpfung ist beendet.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHECKMUFFE

Anwendung für PE Durchmesser bis $\varnothing 250$

ARBEITSMATERIAL AUF DER BAUSTELLE

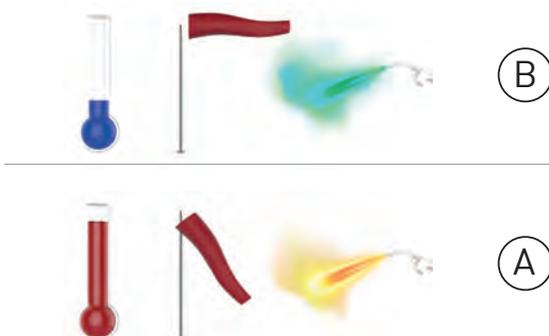
- Thermometer;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit Öffnung $\varnothing 30+50$ mm;
- Druckregler;
- Handroller;
- Reinigungslösungsmittel;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60+80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Dreikantschaber.



Inhalt des Sets:

- A) N.1 Wärmeschrumpfendes Muffen Rohr aus vernetztem Polyethylen;
- B) Spannband;
- C) N. 2 Klebebänder;
- D) N. 1 Schrumpffilm;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort;
- Elektrosatz (Kabel, Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden;
- Schalung, Einweg oder wiederverwendbar je nach Dimension.

INTENSITÄT DER FLAMME



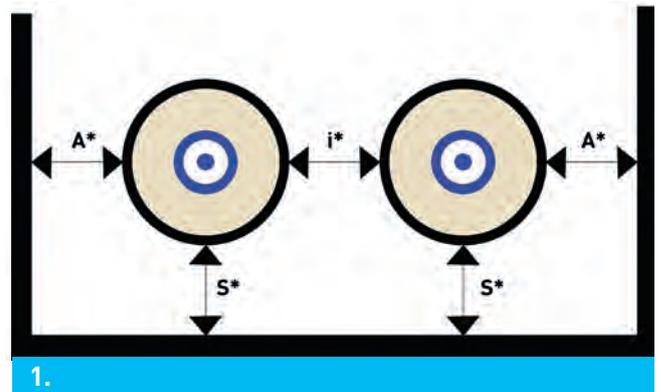
2.

Eine Flamme verwenden, die den äußeren Verhältnissen entspricht.

- a) Eine gelbliche Flamme bei Windstille verwenden;
- b) Eine blau-gelbe Flamme im Fall von starkem Wind oder von niedrigen Temperaturen verwenden.

Brenner immer rechtwinklig zur Abschrumpfzone der Muffe halten. Flamme immer in Umfangsrichtung bewegen. **Überwärmung des PE Rohres vermeiden, um das Verbrennen des Mantels auszuschließen.**

ABMESSUNGEN DER TRASSE



1.

* Bitte die in der Tabelle angegebenen Werte über die mindesten Dimensionen zur Verlegung eines Fernwärmenetzes beachten. Sicherstellen, dass ausreichender Raum um das Rohr zur einfachen Arbeitsausführungen in der Trasse vorhanden ist.

VORBEREITUNG



3.

Sicherstellen, dass die Manschette keine Beschädigung aufweist. Bevor die zwei Rohrenden zusammengeschweißt werden können, ist die Muffe auf das Rohr aufzuschieben. Dabei den Sicherheitsabstand vom Verbindungspunkt einhalten.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHTECKMUFFE

ALLGEMEINE REINIGUNG



Propangasbrenner mit ganz niedriger Flamme verwenden, um das Polyethylen am Rohr zu trocknen. Ein trockener und sauberer Lappen ist zu verwenden, um das Rohr zu reinigen.

ROHRVORBEREITUNG



Sämtliche durchnässten Polyurethan Bereiche am Ende der vorisolierten Rohrleitung beseitigen.

VORBEREITUNG DER OBERFLÄCHE



Mit dem Dreikantschaber an den Rohrenden arbeiten, um Schmutz und ähnliche Fremdkörper auf der Abdichtungszone zu beseitigen. Drähte des Überwachungssystems verbinden, wenn vorhanden.

POSITIONIERUNG



Die Schalung am Scheitel der Verbindung so positionieren, dass sich das Füll Loch auf dem obersten Teil der Kupplung befindet. Schalung durch die mitgelieferten Gurte befestigen.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHTECKMUFFE

POSITIONIERUNG



8.

Sicherstellen, dass die Teile der Schalung keine Rückstände von Polyurethan aufweisen. Die zwei Schalungshälften durch die mitgelieferten Gurte befestigen. Ein Gurt ist an der Füllöffnung zu positionieren. Die anderen zwei außerhalb der zusätzlichen Entlüftungslöcher.

FÜLLÖFFNUNG



9.

Mischung ins Loch gießen und mit dem Entlüftungstopfen verschließen

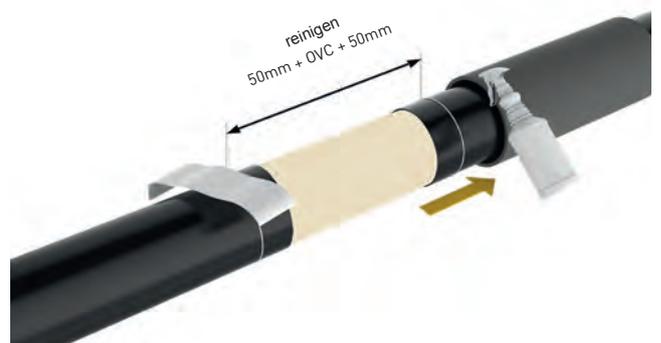
INSPEKTION DER ISOLIERUNG



10.

Die Schalung nach ca. 30 Minuten entfernen und prüfen, ob der Schaum gleichmäßig ist.

VORBEREITUNG DER OBERFLÄCHE

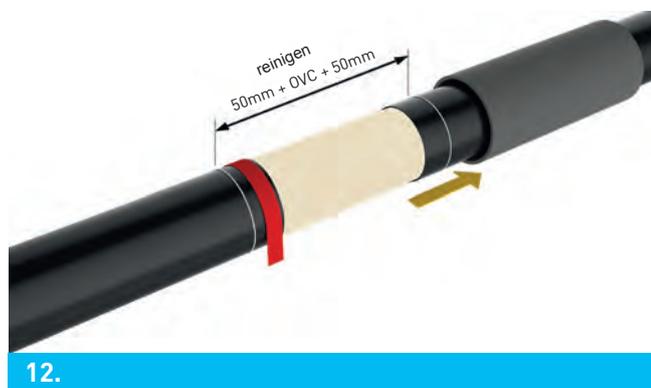


11.

Die Oberfläche des Polyethylen Rohres und den Innenbereich des Muffen Rohres säubern. Polyethylen Oberfläche und den Innenbereich des Muffen Rohres mit einem sauberen in Lösungsmittel getränktem Lappen entfetten.

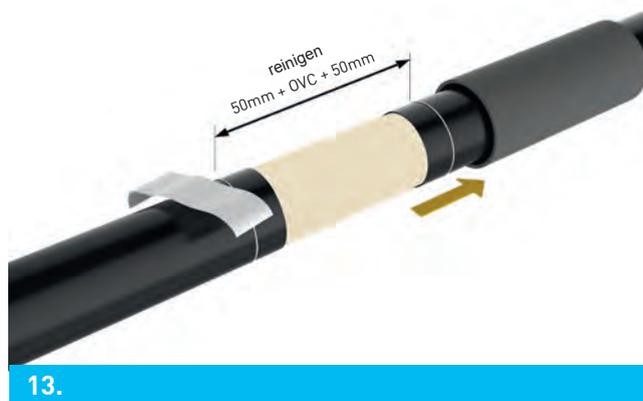
VERNETZTES SYSTEM MIT ACHTECKMUFFE

OBERFLÄCHE AUFRAUEN



Rohroberfläche an beiden Enden neben dem freien Rohr Ende und im Innenbereich der Muffe mit dem Schleifpapier (Grad 40-50) aufrauen.

ENDREINIGUNG



Mit einem sauberen und trockenen Tuch, die aufgeraute Zone reinigen. Jede Spur von Polyethylen oder Sand ist zu beseitigen.

VORWÄRMUNG



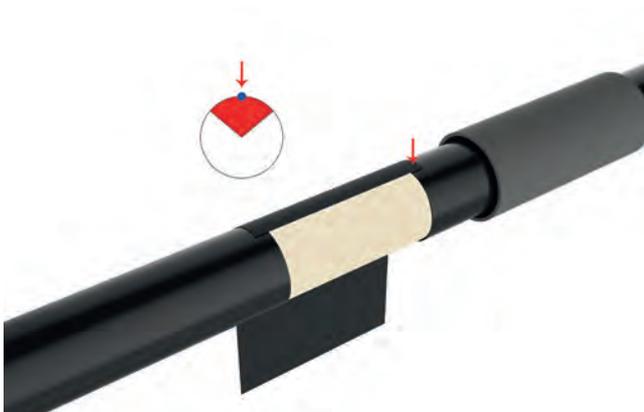
Mit einem Propangasbrenner bei leichter Flamme ~100 mm des Polyethylens auf jedem Ende des freien Rohrendes auf 40 °C erhitzen. Dabei darauf achten, die Dämmung und das Polyethylen selbst nicht zu überhitzen.

INSTALLATION DES WC - 20 R FILMS (Empfohlen bei Grundwasser)



Einen Teil der Schutzfolie entfernen und die Schrumpffolie 150 mm vom Rand aufheizen.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHTECKMUFFE



16.

Den Folienanfang mittig auf die Verbindung auf Position zwischen 10 Uhr und 14 Uhr anlegen. Polyurethan soll komplett von der Folie abgedeckt werden. Die Ränder des Polyethylens und die Ränder des Films müssen sich überlappen. Überschüssigen Film entfernen.



17.

Die Schrumpffolie soll dicht um das Rohr gewickelt und die Überlappung ausreichend sein. Der Folie soll bündigen Kontakt mit dem Schaum und dem Polyethylen haben, soll perfekt die Polyurethan Isolierung überlappen. Die Schrumpffolie darf keine Löcher, Spalten oder Risse aufweisen.



18.

Um die Arbeit zu erleichtern, das Muffenrohr auf der Verbindung zentrieren und auf dem Umfang des PE Rohres, mit zwei Linien markieren.

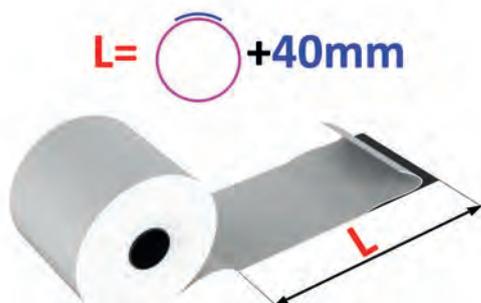


19.

Muffe von Verbindung entfernen.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHTECKMUFFE

LÄNGE DES KLEBEBANDS (ROLLE)



20.

Wenn der Klebeband nicht vorgeschritten ist, zwei Streifen davon nehmen, deren Länge dem Umfang + 40 mm gleich sind.

VORWÄRMUNG



21.

Polyethylen auf ca. 40 °C-50°C vorwärmen. Verwenden Sie ein Thermometer, um die richtige Temperatur sicher zu stellen. Die Schwellentemperatur von 60 °C darf nicht überschritten werden, sonst wird es schwierig, die Schutzfolie zu entfernen.

KLEBEBANDSCHUTZ



22.

Die dünnere Schutzfolie (auf der anderen Seite des Netzes) von beiden Klebebändern abziehen.

AUFBRINGEN DES KLEBEBANDS



23.

Klebeband mit der vernetzten Seite nach oben dicht am PE Rohr aufbringen. Die zwei Klebebänder sind innerhalb der Markierungen (circa 10 mm) zu positionieren. Teil der Schutzfolie der Klebebänder von der Überlappungszone entfernen.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHTECKMUFFE



24.

Ein Ende der Schutzfolie der Klebebänder nach außen schieben, damit ihre Entfernung leicht fällt, nachdem die Manschette platziert worden ist.

CSC-X POSITIONIERUNG



25.

Manschette vorsichtig auf die Kupplung schieben. Die Manschette soll mittig der Ränder der Klebebänder eng anliegen.

CSC-X POSITIONIERUNG



26.

Die Schutzfolie der Klebebänder komplett entfernen.



27.

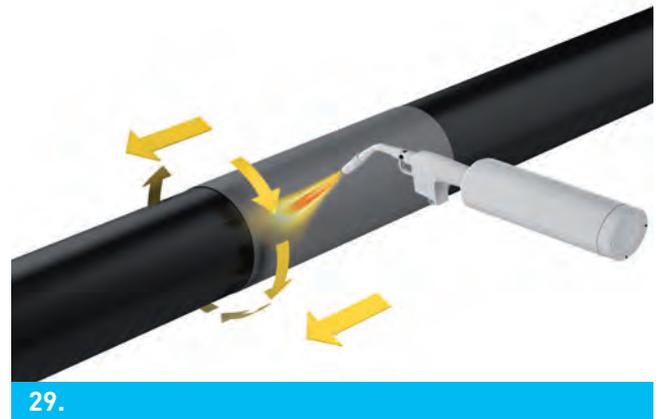
Eine Seite der Manschette ebenmäßig und um den ganzen Umfang des Rohres abschrumpfen. Dabei den Brenner ständig bewegen, um Überhitzen und Flecken zu vermeiden. Darauf achten, dass der untere Teil des Rohres ausreichend Wärme bekommt.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHTECKMUFFE



28.

Große kreisförmige Bewegungen auf dem Manschetten Umfang...



29.

Bis zum Ende der Schrumpfung.

QUALITÄTSKONTROLLE (DAUMENTEST)



30.

Daumentest auf der abgeschrumpften Zone (am besten auf Position zwischen 5 und 7 Uhr) durchführen, um zu prüfen, dass Kupplung und Klebeband weich sind. Wenn Flecken oder Luftblasen vorhanden sind, muss die Manschette erneut erwärmt werden.



31.

Die vollständige Abschrumpfung gilt als erfolgreich abgeschlossen, wenn Film und Manschette perfekt dicht mit dem Polyethylen sind und daran eng anliegen. Es ist normal, wenn etwas Klebeband aus den Rändern der Schalung austritt.

VERNETZTES SYSTEM MIT ACHECKMUFFE

BEMERKUNG

Wenn die Abschrumpfung abgeschlossen ist, soll man die Manschette mindesten 30 Minuten bis zu einer Stunde vor Erdverlegung ruhen lassen. Diese Wartezeit garantiert, dass das Klebeband komplett abgekühlt ist. Dadurch ist die Abdichtung gewährleistet. Um Beschädigungen der Schalung zu vermeiden, passendes Material zum Verfüllen des Rohrgrabens verwenden (keine scharfkantigen oder großen Steine).

QUALITÄTSKONTROLLE (DAUMENTEST)



32.

Prüfen Sie erneut, dass die Schalung dicht mit der Rohroberfläche eng anliegt. Beweis dafür ist das Klebeband, welches an beiden Seiten und aus dem ganzen Umfang austritt. Wenn nicht, erneut aufheizen.



33.

Installation ist erfolgreich abgeschlossen, wenn die Manschette perfekt dicht auf dem Rohr und auf dem Polyurethan anliegt. Visuell sicherstellen, dass:

- Schalung Vollkontakt mit der vorisolierten Verbindung hat;
- Klebeband aus beiden Seiten ausgetreten ist;
- Keine Wulste, Löcher oder Risse da sind.

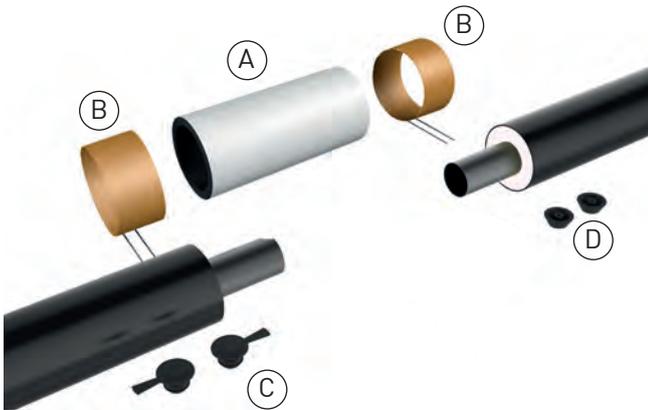
SPANNBAND AUFBRINGEN



34.

Ab dem Durchmesser \varnothing 335 und größer bringen Sie das Spannband auf beide Enden der Muffe unmittelbar nach der Abschrumpfung auf, wenn die Schalung noch weich ist. Wenn sie sich schon abgekühlt hat, erneut aufheizen.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE



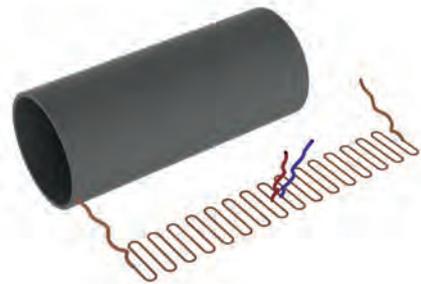
Inhalt von Set:

- A) N. 1 Elektrisch zu schweißendes Muffenrohr aus Polyethylen;
- B) N. 2 Widerstände und Temperaturfühler;
- C) N. 2 Entlüftungsstopfen;
- D) N. 2 Verschlussstopfen;
- Vordosierte Polyurethankomponenten zur Isolierung vor Ort;
- Elektrosatz (Kabel, Abstandhalter, Klemmhülsen) zum Anschluss des Überwachungssystems, wenn vorhanden.



2.

Die elektrisch zu schweißende Muffe auf das Hauptrohr vor dem Schweißen der Stahlrohre aufschieben.



1.

Elektroschweißmuffe mit Erwärmungselementen und Temperaturfühler.



3.

Die elektrisch zu schweißende Muffe mittig der Übergangszone zentrieren.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE

ARBEITSMATERIAL AUF DER BAUSTELLE

- Ausstattung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfschweißgerät;
- Schweißgerät und entsprechende Spannringe für das Elektroschweißen der Manschette;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit Öffnung $\varnothing 30\pm 50$ mm;
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Kegelfräser $\varnothing 24$ mm;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von 60-80 auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Alkohol und Tücher;
- Ausstattung zur Druckprobe;



4.

Mit einem weißen Stift die Länge der elektrisch zu schweißenden Muffe markieren.



5.

Elektrisch zu schweißende Muffe von der Verbindungszone entfernen.



6.

An Rohrenden ca. 1÷2 cm der Dämmung schneiden und vor dem Anschleifen mit Schmirgelleinen den Außenmantel reinigen.



7.

Den PEHD Außenmantel für mindestens 150 mm an beiden Enden mit Schmirgelleinen reinigen.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE



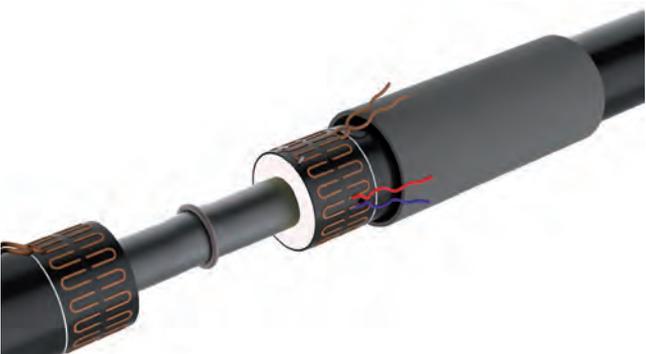
8.

Nach den Anschleifen mit dem Schmirgelleinen den PEHD Außenmantel an beiden Enden reinigen. Oberflächen müssen SAUBER UND TROCKEN sein.



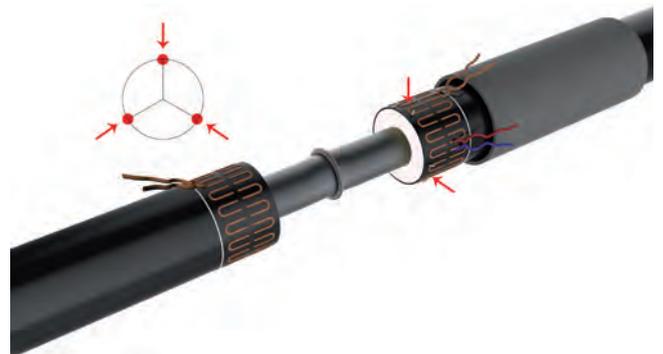
9.

Die Erwärmungselemente auf den PEHD Außenmantel anbringen.



10.

Klammern verwenden, um die Erwärmungselemente am Rohr zu befestigen.



11.

Befestigungspunkte sind auf Position 12,4 und 8 Uhr.
WICHTIG: Temperaturfühler nicht direkter Sonnenbestrahlung aussetzen.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE



12.

Die einzuschweißende Muffe mittig der Verbindungszone platzieren (unter Einhaltung der vorher angezeichneten Markierungen).



13.

Zur Abschrumpfung beide Muffen Enden schrumpfen, indem man die Flamme um den gesamten Rohrumfang bewegt.



14.

Zur Abschrumpfung beide Muffen Enden schrumpfen, indem man die Flamme um den gesamten Rohrumfang bewegt.



15.

Weiter aufheizen, bis beide Enden des Muffenrohres abgeschrumpft sind.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE



16.

Die Enden des Muffenrohres mit den entsprechenden Ringen spannen.



17.

Bevor man das Elektroschweißgerät verwendet, lesen Sie die Gebrauchsanweisungen aufmerksam durch.



18.

Bis zum Außendurchmesser $\varnothing 560$, inkl., ist es möglich, die zwei Enden gleichzeitig zu schweißen. Erwärmungselemente und Temperaturfühler mit dem Gerät verbinden.



19.

Wenn der Außendurchmesser über $\varnothing 560$ liegt, kann nur eine Seite auf einmal geschweißt werden. Erwärmungselemente und Temperaturfühler mit dem Gerät verbinden.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE



20.

Verbindungskabel und Temperaturfühler abschneiden.



21.

An der abgekühlten Muffe die Löcher für die darauffolgende Phase des Ausschäumens bohren.



22.

Dichtungstest der Schaumkammer mit einem mindesten Druck von 0,2 bar durchführen.



23.

Nachdem Sie die Komponenten für den Schaum passend angerührt haben, gießen Sie die notwendige Schaummenge über die Einfüllöffnung in die Muffe. Danach muss die Öffnung unverzüglich mit einem Entlüftungstopfen verschlossen werden. Reinigen Sie sorgfältig die Zone um das Loch/um die Löcher.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE



24.

Austreten des Schaumes aus den Entlüftungslöchern heißt, dass das Aufschäumen der Muffe korrekt erfolgt ist.



25.

Am Ende des Ausdehnungsprozesses des Polyurethan Schaums und am Ende der chemischen Reaktion (ca. Nach einer Stunde), Entlüftungsstopfen entfernen. Das Stopfenschweißgerät auf ca. 260 °C [+ - 10°C] bringen. Loch aufwärmen, in dem man den Schmelztiegel nach unten drückt.

Dimensionen des PEHD Mantels und Erwärmungszeit

066÷125 - 140÷200 - 225÷315 - 355÷500 - 560÷630

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 10 sec. 20 sec. 30 sec. 40 sec. 50 sec.



26.

Den einzuschweißenden Verschlussstopfen in den Schmelztiegel legen, mit Hilfe des provisorischen Griffes. Zu verschweißenden Verschlussstopfen in den Schmelztiegel drücken. Die zwei zusammen zu verschweißenden Werkstücke werden gleichzeitig erwärmt



27.

Wenn beide Teile die Erwärmungstemperatur aufweisen, Stopfenschweißgerät entfernen und Verschluss in das Loch drücken. Drücken bis der obere Rand des Verschlusses bündig mit der Rohroberfläche abschließt.

Leicht weiter drücken, damit die zusammen zu verschweißenden Teile für mindestens eine Minute aufeinander liegen. Rund um den Verschlussrand sollen 1 oder 2 Schweißwülste entstehen. Provisorischen Handgriff nicht entfernen solange sich der eingeschweißte Verschluss warm anfühlt. Bei einem zweiten Loch, das Verfahren wiederholen.

ELEKTROSCHWEISSMUFFE

BEMERKUNG

Wenn die Abschrumpfung abgeschlossen ist, soll man die Manschette mindesten 30 Minuten bis zu einer Stunde vor Erdverlegung ruhen lassen. Diese Wartezeit garantiert, dass das Klebeband komplett abgekühlt ist. Dadurch ist die Abdichtung gewährleistet. Um Beschädigungen der Schalung zu vermeiden, passendes Material zum Verfüllen des Rohrgrabens verwenden (keine scharfkantigen oder großen Steine).



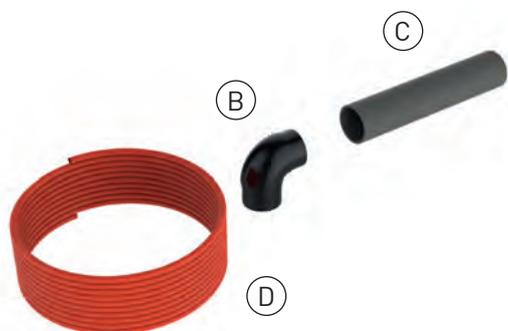
28.

Die Dämmung ist jetzt wiederhergestellt.

DRAHTAUSFÜHRUNGEN

ARBEITSMATERIAL AUF DER BAUSTELLE

- Ausstattung zum Schweißen der Verschlussstopfen oder ein Stopfenschweißgerät;
- Gasflasche;
- Propangasbrenner mit Öffnung $\varnothing 30\text{-}50\text{ mm}$;
- Druckregler;
- Elektrische Bohrmaschine;
- Kegelfräser $\varnothing 24\text{ mm}$;
- Schmirgelleinen mit einer Körnung von $60\text{-}80$ auf 50 mm breiten Rollen;
- Sonstige Werkzeuge (Hammer, Meißel, Schraubenzieher usw.);
- Alkohol und Tücher.



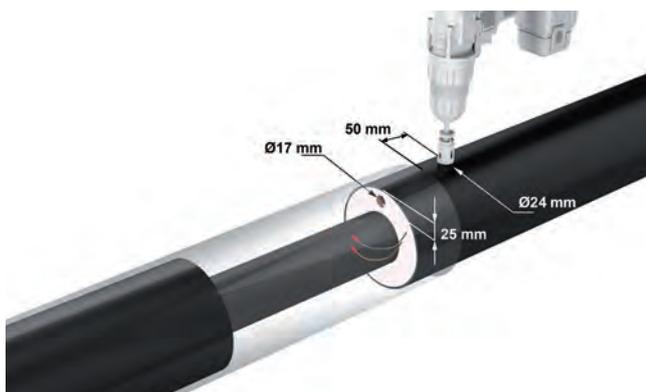
Inhalt des Sets:

- A) Elektrisches Material (Kabel, Abstandhalter, Verbinder u.s.w.) zur Verbindung mit dem Überwachungssystem;
- B) PEHD 90° Krümmer (Pipette);
- C) Abschrumpfendes Rohrstück zur Endschweißung;
- D) Doppelwandiges 5-fach Leiterkabel.



1.

Das System ist geeignet für jede Art von Nachisolierung. Die Drähte sind aus dem Rohraußenmantel auszuführen, außerhalb des Muffen Bereiches (und nicht im Muffen Bereich). HINWEIS: wenn das Verlegungssystem die Nachisolierung durch Polyurethan Halbschalen vorsieht, ist die Wiederherstellungen auf jedem Fall durch Ausschäumung vor Ort auszuführen.



2.

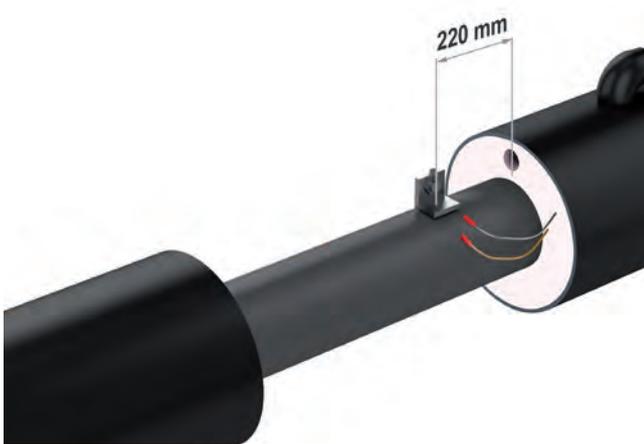
Ein Loch mit dem Kegelfräser $\varnothing 24\text{ mm}$ ca. 50 mm von der Überlappungszone der Muffe entfernt bohren, Rückstände der Dämmung auskratzen und den Lochrand abrunden. Ein Loch mit 17 mm rechtwinklig zu dem vorher gebohrten Loch bohren ca. 25 mm vom PEHD Außenmantel entfernt.



3.

Den Rand mit einem Dreikantschaber abrunden. Das Stopfenschweißgerät vorheizen und gleichzeitig den Lochrand und das einzuschweißende Ende des 90° Krümmers aufheizen. Wenn die Schweißwülste sichtbar werden, Stopfenschweißgerät entfernen und den Krümmer ins Loch einbringen. Ca. 30 Sekunden andrücken, bis ein ebenermäßiger Wulst entsteht.

DRAHTAUSFÜHRUNGEN



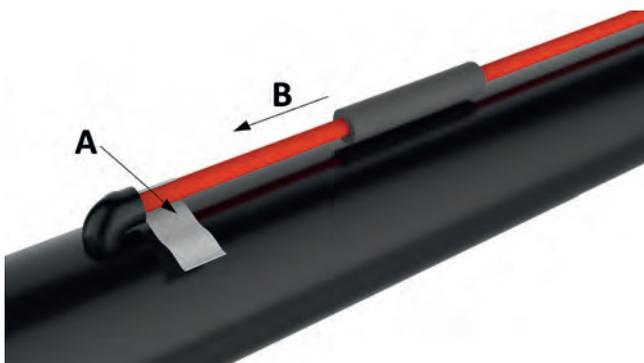
4.

Bei der Schweißung der Rohre Erdung für das Überwachungssystem parat stellen. Vor der Verbindung der Drähte, sicherstellen, dass keine Oxidation oder Fremdkörper vorhanden sind, die den elektrischen Anschluss beschädigen oder verhindern könnten.



5.

Bevor man das 5 fach Leiterkabel in den 90° Krümmer einbringt, muss das schrumpfende Rohrstück eingesteckt werden. Der Draht mit dem gelb-grün Mantel ist an die Erdung anzuschließen. Die anderen 4 Drähte mit den in den Rohrleitungen angeordneten Drähten verbinden (siehe Abbildung). Dabei ist darauf zu achten, dass die Verbindungen gekennzeichnet werden, um nach der Drahtausführung ihre Identifizierung zu ermöglichen.



6.

Mastic um das Kabel wickeln, um den Innenbereich des Krümmers (A) so gut wie möglich zu füllen. Das abschrumpf-bare Rohrstück platzieren, indem er mittig des zu schweißenden Endes (B) positioniert ist.



7.

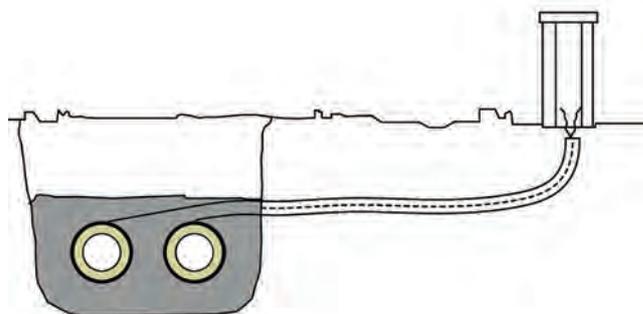
Mit weicher Flamme bis zur Abschrumpfung des Rohres um die Pipette und um das 5 fach Leiterkabel aufheizen. Den Kabelanschluss überprüfen, bevor man mit der Wiederherstellung der Verbindungszone beginnt.

DRAHTAUSFÜHRUNGEN



8.

Temperaturschwankungen während des Betriebes von Rohrleitungen können dazu führen, dass sich diese bewegen können. Aus diesem Grund ist erst erforderlich, jede Spannung an einem Drahtende vor dem Anschluss zum Rohrstück zu beseitigen (siehe Abbildung).



9.

Es ist empfehlenswert, das Kabel in ein PVC Schutzrohr zu legen, um mögliche Beschädigungen bei Aushubarbeiten auszuschließen.

ED. n. 1/2019

Gedruckt im März 2019

www.ecoline.it



VIA TRIESTE, 66 - 25018 MONTICHIARI (BS) - ITALY
TEL. +39 030961562 - FAX +39 030961599
info@ecoline.it - www.ecoline.it



Allgemeiner technischer Katalog



Allgemeiner technischer Katalog