

Inhaltsverzeichnis

0.0 Inhaltsverzeichnis**0.1 Rohrstatik**

- 0.100 Trassenführung
- 0.105 Maximale Überdeckungshöhe H_{max}
- 0.110 Natürlicher Festpunkt, NFP
- 0.115 Verlegung ohne Vorspannung
- 0.116 Maximale Verlegelänge, L_{max} , Dämmstärke 1
- 0.117 Maximale Verlegelänge, L_{max} , Dämmstärke 2 und 3
- 0.120 Verlegung mit Vorspannung
- 0.130 Freie Dehnung
- 0.140 Dehnpolster
- 0.150 Verzweigung Hausanschlussleitungen mit T-Stücken, abgewinkelt 45°
- 0.151 Verzweigung Hausanschlussleitungen mit Parallel-T-Stücken
- 0.160 Verlegung mit grossen Radien
- 0.170 Betonblock für Festpunkt

0.2 Montage

- 0.200 Montagevorschriften

0.3 Transport und Lagerung

- 0.300 Transport
- 0.301 Lagerung

0.4 Tiefbau

- 0.400 Grabenabmessungen und Tiefbau
- 0.405 Hausanschluss, Labyrinth Mauerdichtring
- 0.406 Hausanschluss, Mauerdichtungseinsatz
- 0.410 Erdverlegte Armaturen
- 0.420 Anbohrtechnik, Systembeschreibung
- 0.421 Anbohrtechnik, Abgang oben mit 45°-PRE-Bogen
- 0.422 Anbohrtechnik, Abgang unten mit 45°-PRE-Bogen

Trassenführung

Die Trassenführung für PREMANT Fernwärmeleitungen sollte unter den Aspekten der Rohrstatik und der herstellbaren Formteile geplant werden.

Die Rohrstatik gewährleistet den Erhalt des Verbundes zwischen Stahlrohr und PUR-Schaum über die gesamte Lebensdauer der PREMANT Fernwärmeleitung.

Dazu muss insbesondere die thermische Ausdehnung der Leitung im Betriebszustand gegenüber dem kalten Verlegezustand berücksichtigt werden.

Es ist nach Möglichkeiten eine weitgehend rechtwinklige Leitungsführung anzustreben.

Bögen mit Ablenkwinkel bis zu 70° dürfen rohrstatisch gleichwertig wie 90° Bögen gewertet werden.

Die Längenänderung der Leitung wird typischerweise in L, Z und U-Dehnelementen kompensiert, welche in regelmässigen Abständen eingebaut werden müssen.

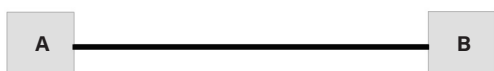


Bild 1 Gerade Trassenführung zwischen zwei Punkten; die Ausdehnung der Fernwärmerohre muss in Punkt A oder B aufgenommen werden.



Bild 4 Gerade Trassenführung zwischen zwei Punkten mit Dehnungsaufnahme innerhalb der Trasse durch U-Bogen.

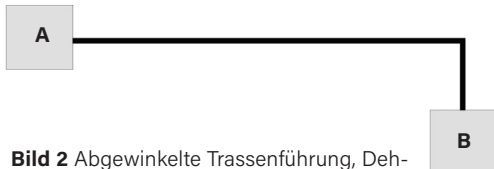


Bild 2 Abgewinkelte Trassenführung, Dehnungsaufnahme durch natürliche Richtungsänderung im L-Bogen.



Bild 5 Abgewinkelte Trassenführung zwischen zwei Punkten, Dehnungsaufnahme innerhalb der Trasse durch Z-Bogen oder in A und B.



Bild 3 Gerade Trassenführung zwischen zwei Punkten mit Dehnungsaufnahme innerhalb der Trasse durch Z-Bogen.

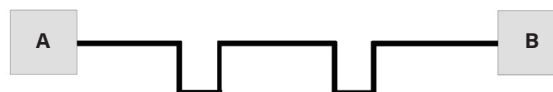


Bild 6 Gerade Trassenführung, Dehnungsaufnahme innerhalb der Trasse durch U-Bogen.

Für die gerade Strecke zwischen den Dehnelementen muss die maximale Verlegelänge berücksichtigt werden. Dies gilt jedoch nicht, wenn die Betriebstemperatur des Netzes unter 87 °C liegt oder die Trasse thermisch vorgespannt wurde.

Maximale Überdeckungshöhe

H_{max}

Die Erdverlegung bewirkt, dass sich Fernwärmerohre nicht frei dehnen können. Ist die Überdeckung zu gross, muss das Rohr als fest eingespannt betrachtet werden. Die maximal zulässige Überdeckungshöhe (H_{max}) ergibt sich aus der zulässigen Scherspannung von $\tau = 0.04 \text{ N/mm}^2$ zwischen PUR-Schaumdämmung und dem Stahlinnenrohr.

Die Scherspannung errechnet sich aus der Reibkraft der Erdüberdeckung, dem Durchmesser des Stahlrohrs und dem Durchmesser des PE-Außenmantels.

Bei kurzen Rohrabschnitten bis 15 m Länge zwischen zwei 90°-Bögen darf die maximale Überdeckungshöhe überschritten werden. Die auftretenden Spannungsdifferenzen sind so klein, dass sie in der Praxis zu keinerlei Ablösungen des Schaumes oder Schäden führen.

Nennweite DN	Stahlrohr d mm	Dämmstärke 1 D mm	H _{max} m	Dämmstärke 2 D mm	H _{max} m	Dämmstärke 3 D mm	H _{max} m
20	26.9	90	1.5	110	1.2	125	1.0
25	33.7	90	1.9	110	1.5	125	1.3
32	42.4	110	1.9	125	1.7	140	1.5
40	48.3	110	2.2	125	1.9	140	1.7
50	60.3	125	2.4	140	2.1	160	1.9
65	76.1	140	2.7	160	2.4	180	2.1
80	88.9	160	2.8	180	2.5	200	2.2
100	114.3	200	2.9	225	2.5	250	2.3
125	139.7	225	3.1	250	2.8	280	2.5
150	168.3	250	3.4	280	3.0	315	2.6
200	219.1	315	3.5	355	3.1	400	2.8
250	273.0	400	3.4	450	3.0	500	2.8
300	323.9	450	3.6	500	3.2	560	2.9
350	355.6	500	3.5	560	3.1	630	2.9
400	406.4	560	3.6	630	3.2	670	3.1
450	457.2	630	3.6	710	3.2	710	3.3
500	508.0	710	3.6	800	3.2	900	2.8

Scherspannung und Reibkraft lassen sich mit folgenden Formeln errechnen:

Scherspannung: $\tau = \frac{Fr'}{\pi \cdot d}$ [N/mm²]

Reibkraft: $Fr' = \mu[G + \gamma D(2H + Kd(H + D/2)(\pi - 2))]$ [N/m]

Zeichenerklärung:

$\tau_{\text{max}} = 0.04 \text{ N/mm}$

$\mu = 0.5$

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

$Kd = 0.463$

G [N/m]

d [mm]

D [m]

H [m]

zulässige Scherspannung

Reibfaktor Boden / PE

Bodenraumgewicht

Ruhedruckbeiwert

Gewicht Stahlrohr + Wasser

Innenrohr-Aussendurchmesser

Mantelrohr-Aussendurchmesser (PE-HD)

Überdeckungshöhe (das Mass H ist gemessen vom Rohrscheitel bis zur befestigten bzw. verdichteten Bodenoberfläche)

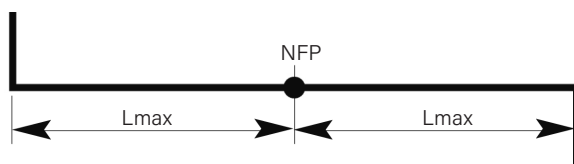
Natürlicher Festpunkt

NFP

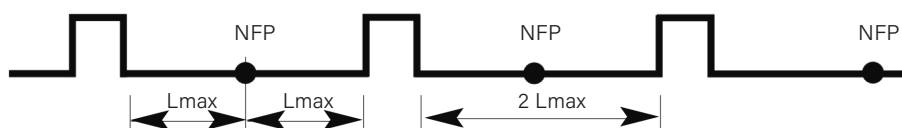
Auf einem geraden Leitungsabschnitt zwischen zwei Dehnelementen gibt es in der Mitte ein Rohrelement, das sich aufgrund der thermischen Dehnung nicht bewegt. Diese Stelle wird als natürlicher Festpunkt (NFP) bezeichnet.

Bei ungleicher Überdeckungshöhe liegt der NFP nicht in der Streckenmitte. Bei der Berechnung der maximalen Verlegelänge $L_{\max}$ und der Ausdehnung Δl ist dies zu berücksichtigen.

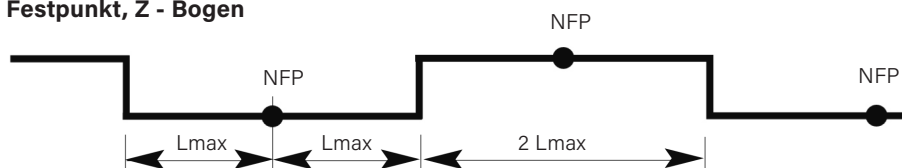
Natürlicher Festpunkt, L - Bogen



Natürlicher Festpunkt, U - Bogen

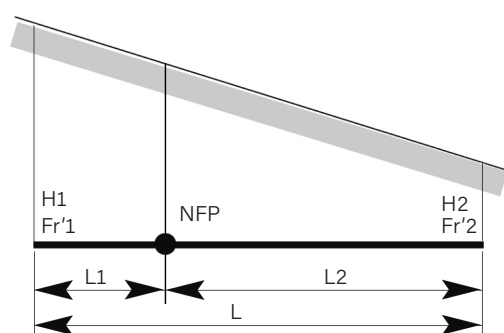


Natürlicher Festpunkt, Z - Bogen



«Natürlicher Festpunkt» bei unterschiedlicher Überdeckungshöhe

H_1, H_2 = Überdeckungshöhe



$$\frac{Fr'1}{Fr'2} = \eta$$

$$L2 = L \frac{\sqrt{1/2 (\eta^2 + 1)} - 1}{\eta - 1} \quad (\eta > 1)$$

$$L1 = L - L2$$

Verlegung ohne Vorspannung

Maximale Verlegelänge

Die PREMANT-Fernwärmeleitung ist ein Rohrsystem, in welchem Innenrohr, Wärmedämmung und Mantelrohr einen Verbund bilden. Die im Innenrohr auftretende Ausdehnung wird dadurch auf den Polyurethan-Schaum und das Mantelrohr übertragen. Polyurethan-Schaum und Mantelrohr dehnen sich also im gleichen Masse wie das Stahlrohr.

Die Ausdehnung des Fernwärmerohres wird jedoch in der Sandbettung durch Reibung zwischen Sand und Mantelrohr in bestimmtem Umfang behindert. Die Reibungskraft kann dann bei entsprechender Rohrlänge so gross werden, dass das Fernwärmerohr im Erdreich «fest eingespannt» ist und eine Ausdehnung vollständig behindert wird. Die im Innenrohr den äusseren Reibungskräften entgegenstehenden Axialkräfte werden dann so gross, dass es im Innenrohr zu unzulässig hohen Spannungen kommen kann.

Die Verlegelänge gibt an, in welchem Abstand von einem natürlichen Festpunkt ein Dehnelement vorzusehen ist. Die Berücksichtigung der Verlegelänge gewährleistet, dass die Axialkräfte im Innenrohr die zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten.

Für Netze mit Betriebstemperaturen bis 87°C darf die maximale Verlegelänge ignoriert werden.

Die Axialspannungen im erdverlegten Bereich können dann nie grösser werden als die zulässige Materialspannung des Stahlrohrs.

Alternativ kann auch eine thermische Vorspannung sinnvoll sein.

Bei längeren Abschnitten ist dieses Verlegeverfahren besonders wirtschaftlich.

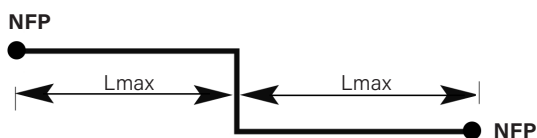
Auf Dehnelemente infolge der maximalen Verlegelänge kann dabei verzichtet werden.

Lmax: max. zulässige Verlegelänge zwischen Dehnelementen

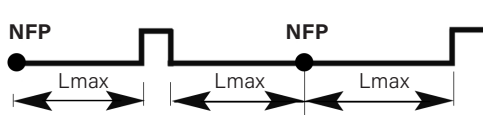
L - Bogen



Z - Bogen



U - Bogen



Maximale zulässige Verlegelänge, Lmax.:

$$L_{\max} = \frac{A \cdot \sigma}{Fr'} \text{ [m]}$$

Reibkraft, Fr' [N/m]:

$$Fr' = \mu [G + \gamma D (2H + K_d (H + D/2)(\pi - 2))]$$

$\sigma = 190 \text{ N/mm}^2$	zulässige Spannung
$\mu = 0.5$	Reibfaktor Boden / PE
$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	Bodenraumgewicht
$K_d = 0.463$	Ruhedruckbeiwert
$G \text{ [N/m]}$	Gewicht Stahlrohr + Wasser
$D \text{ [m]}$	Mantelrohr-Aussendurchmesser
$H \text{ [m]}$	Überdeckungshöhe
$A \text{ [mm}^2\text{]}$	Stahlrohrquerschnitt

Maximale Verlegelänge

L_{max}, Dämmstärke 1

Dämmstärke 1

Nennweite DN	Stahlrohr d x s mm	Mantelrohr D mm	H = 0.6 m		H = 0.8 m		H = 1.0 m		H = 1.2 m	
			L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m
20	26.9 x 2.6	90	28	1.3	21	1.7	17	2.2	14	2.6
25	33.7 x 2.6	90	35	1.3	26	1.8	21	2.2	17	2.6
32	42.4 x 2.6	110	37	1.6	28	2.2	22	2.7	18	3.2
40	48.3 x 2.6	110	42	1.6	32	2.2	25	2.7	21	3.2
50	60.3 x 2.9	125	51	1.9	39	2.5	31	3.0	26	3.7
65	76.1 x 2.9	140	58	2.1	44	2.8	35	3.4	30	4.1
80	88.9 x 3.2	160	65	2.4	50	3.2	40	4.0	33	4.7
100	114.3 x 3.6	200	75	3.1	57	4.0	46	5.0	39	5.9
125	139.7 x 3.6	225	81	3.5	62	4.6	50	5.7	42	6.7
150	168.3 x 4.0	250	97	3.9	74	5.1	60	6.3	50	7.5
200	219.1 x 4.5	315	110	5.1	85	6.6	69	8.1	58	9.6
250	273.0 x 5.0	400	118	6.6	91	8.5	74	10.4	63	12.4
300	323.9 x 5.6	450	136	7.6	106	9.6	87	11.9	74	14.1
350	355.6 x 5.6	500	133	8.5	104	10.9	85	13.3	72	15.7
400	406.4 x 6.3	560	149	9.8	117	12.5	96	15.2	82	17.8
450	457.2 x 6.3	630	147	11.2	116	14.2	95	17.2	81	20.3
500	508.0 x 6.3	710	143	12.8	113	16.3	93	19.7	79	23.1

Maximale Verlegelänge

L_{max}, Dämmstärke 2 und 3

Dämmstärke 2

Nennweite DN	Stahlrohr d x s mm	Mantelrohr D mm	H = 0.6 m		H = 0.8 m		H = 1.0 m		H = 1.2 m	
			L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m
20	26.9 x 2.6	110	23	1.6	17	2.1	14	2.7	11	3.2
25	33.7 x 2.6	110	28	1.6	21	2.1	17	2.7	14	3.2
32	42.4 x 2.6	125	32	1.8	24	2.4	19	3.1	16	3.7
40	48.3 x 2.6	125	37	1.9	28	2.5	22	3.1	19	3.7
50	60.3 x 2.9	140	46	2.1	35	2.8	28	3.4	23	4.1
65	76.1 x 2.9	160	51	2.4	39	3.2	31	3.9	26	4.7
80	88.9 x 3.2	180	58	2.7	44	3.6	36	4.5	30	5.3
100	114.3 x 3.6	225	67	3.5	51	4.5	41	5.6	34	6.7
125	139.7 x 3.6	250	73	3.9	56	5.1	45	6.3	38	7.5
150	168.3 x 4.0	280	86	4.4	66	5.7	54	7.1	45	8.4
200	219.1 x 4.5	355	98	5.7	75	7.4	61	9.1	52	10.8
250	273.0 x 5.0	450	105	7.4	81	9.6	66	11.7	56	13.9
300	323.9 x 5.6	500	123	8.4	96	10.8	78	13.2	66	15.6
350	355.6 x 5.6	560	119	9.6	92	12.2	76	14.9	64	17.6
400	406.4 x 6.3	630	133	11.0	104	14.0	86	17.0	73	20.0
450	457.2 x 6.3	710	130	12.6	103	16.0	84	19.4	72	22.8
500	508.0 x 6.3	800	126	14.5	100	18.3	82	22.2	70	26.0

Dämmstärke 3

Nennweite DN	Stahlrohr d x s mm	Mantelrohr D mm	H = 0.6 m		H = 0.8 m		H = 1.0 m		H = 1.2 m	
			L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m	L _{max} m	Fr' kN/m
20	26.9 x 2.65	125	20	1.8	15	2.4	12	3.0	10	3.6
25	33.7 x 2.6	125	25	1.8	19	2.4	15	3.0	12	3.6
32	42.4 x 2.6	140	29	2.0	22	2.7	17	3.4	14	4.1
40	48.3 x 2.6	140	33	2.1	25	2.7	20	3.4	17	4.1
50	60.3 x 2.9	160	40	2.4	30	3.2	24	3.9	20	4.7
65	76.1 x 2.9	180	45	2.7	34	3.6	28	4.4	21	5.3
80	88.9 x 3.2	200	52	3.0	40	4.0	32	4.9	27	5.9
100	114.3 x 3.6	250	60	3.8	46	5.0	37	6.2	31	7.4
125	139.7 x 3.6	280	65	4.4	50	5.7	40	7.0	34	8.4
150	168.3 x 4.0	315	77	5.0	59	6.5	48	8.0	40	9.5
200	219.1 x 4.5	400	87	6.5	67	8.4	55	10.3	46	12.2
250	273.0 x 5.0	500	96	8.4	74	10.7	61	12.1	51	15.5
300	323.9 x 5.6	560	111	9.5	87	12.3	71	14.9	60	17.6
350	355.6 x 5.6	630			84	13.9	69	16.9	58	20.0
400	406.4 x 6.3	670			100	15.1	82	18.3	70	21.5
450	457.2 x 6.3	710			105	16.2	86	19.6	74	23.0
500	508.0 x 6.3	900			90	20.9	75	25.3	63	29.6

Verlegung mit Vorspannung

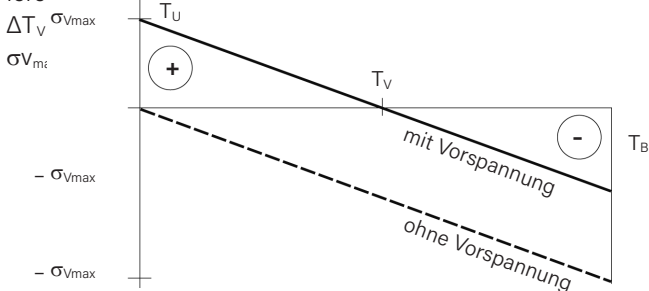
Die thermische Vorspannung ist eine Verlegungsmethode für Fernwärmeleitungen mit der auf den Einbau von Dehnelementen auf langen geraden Abschnitten verzichtet werden kann. Dabei wird das frei im Graben verlegte Rohr etwa auf die mittlere Temperatur zwischen Verlege- und Betriebszustand erwärmt und in diesem Zustand eingedeckt und anschliessend wieder abgekühlt.

Auf diese Weise steht das Rohr bei Umgebungstemperatur unter einer konstanten Zugspannung. Die Zugspannung baut sich beim Erwärmen der Leitung linear ab, erreicht bei Vorspanntemperatur Null und geht bei weiterem Aufheizen in eine Druckspannung über.

Die maximale Spannungsdifferenz wird in zwei annähernd gleiche Druck und Zugspannungsanteile aufgesplittet, die jeweils betragsmässig kleiner als die zulässige Vergleichsspannung sind.

$$\sigma_{Vmax} = \pm E_s \cdot \alpha_t \cdot (\Delta T - \Delta T_V) \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Bei einer Vorspanntemperatur von 70 °C d.h. Temperaturdifferenz



Da diese Maximalspannung im gesamten Haftbereich konstant bleibt, kann die vorgespannte Rohrlänge beliebig lang sein. Zudem fällt der Gleitbereich wegen der geringen Temperaturdifferenz recht klein aus. Da nur im Gleitbereich Längenänderungen an der Rohrleitung auftreten, sind die erforderlichen Dehnzonen wesentlich kleiner als bei der konventionellen Verlegung ohne Vorspannung.

Gleitbereich L_g und Restdehnung ΔL lassen sich folgendermassen berechnen:

$$L_g = [E_s \cdot A_s \cdot \alpha_t \cdot (\Delta T - \Delta T_V) + F_p - F_{el}] / F_R' \text{ [m]}$$

$$\Delta L = [\alpha_t \cdot (\Delta T - \Delta T_V) + (F_p - F_{el}) / E_s \cdot A_s] \cdot L_g / 2 \text{ [mm]}$$

Empfohlener Ablauf:

- 1) Verlegen der Leitung im offenen Rohrgraben. Die Dehnungsaufnehmer sollten bereits angeschweisst sein.
- 2) Setzen von Messpunkten an geeigneten Stellen und Errechnen der theoretischen Längenänderung (freie Dehnung) anhand der Messpunkte.
- 3) Bestimmen einer optimalen Vorspanntemperatur, bei der weder im Betriebs- noch im Abkühlungszustand die maximal zulässige Vergleichsspannung überschritten wird.
- 4) Aufheizen der Leitung auf die bestimmte Vorspanntemperatur. Besonders günstig ist dabei das Vorwärmen mit ausgekoppeltem Rücklaufwasser. Ansonsten sind Vakuumdampf-, Heissluft- oder elektrisches Vorspannen möglich.
Elektrisches Vorspannen ist vom Aufwand her am vorteilhaftesten.
Es kann auch abschnittsweise vorgespannt werden, da besonders in Innenstadtbereichen selten die komplette Trasse offen liegt.
- 5) Messen der realen Ausdehnung und Vergleich mit der Idealen.
- 6) Dehnungspolster setzen und gegen Verschieben sichern.
- 7) Rohre ausrichten.
- 8) Rohrgraben verfüllen und das Erdreich verdichten. Dabei muss die Vorspanntemperatur bei einer zulässigen Abweichung von $\pm 5 \text{ °C}$ gehalten werden.
- 9) Abkühlen und zurückziehen der Rohrleitung. Dabei werden die Dehnungselemente aufgebogen und in das Polster gezogen, d.h. sie werden ebenfalls vorgespannt und stehen im Verlegezustand unter einer konstanten Zugspannung.
- 10) Messen der Restdehnung nach erfolgter Abkühlung.

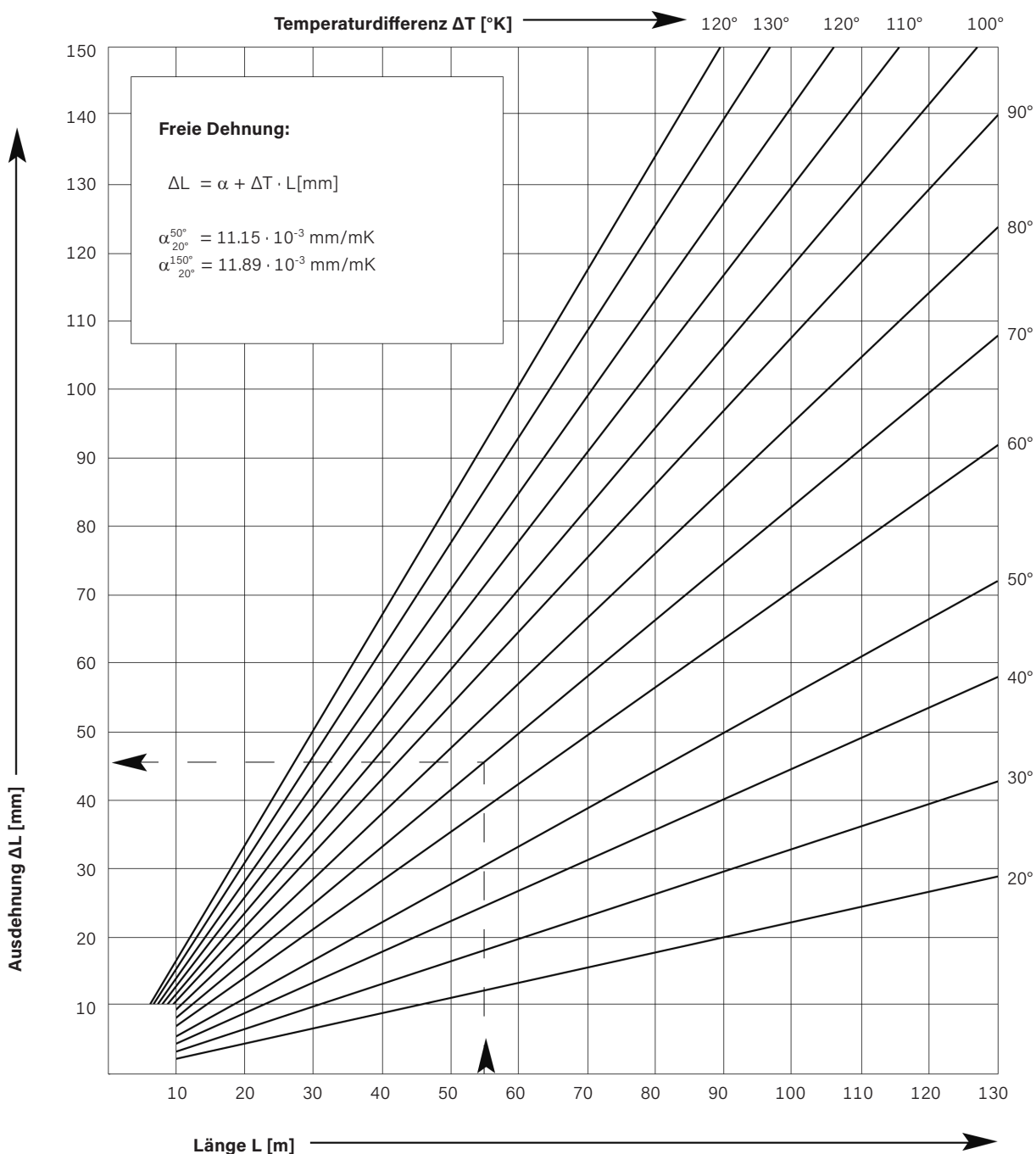
Hinweis: Zur Rohrführung beim Vorspannen sind Sandbänke vorzusehen, dies ist insbesondere bei langezogenen Kurven wichtig. Die Sandbänke erhöhen die Reibung und führen zu einer Reduktion der freien Dehnung am End-Messpunkt.

Freie Dehnung

Diagramm gilt für alle Dämmstärken und Rohrdimensionen

Als freie Dehnung wird die unbehinderte Dehnung ohne Erdverlegung bezeichnet.

Es gilt die freie Dehnung des Stahlrohres. Die Freiverlegung muss berücksichtigt werden bei Brückenquerungen und entlang von Gebäudefassaden, Verlegungen im Schutzrohr oder beim thermischen Vorspannen vor dem Eindecken der Leitung.



Beispiel (im Diagramm gezeichnet)

$L = 55 \text{ m}$, $\Delta T = 70^\circ \text{C}$

$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$

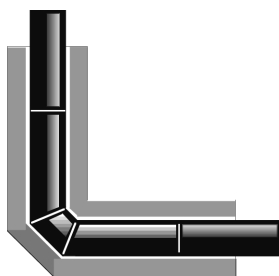
$\Delta L = 11.89 \cdot 10^{-3} \cdot 70 \cdot 55 = 46 \text{ mm (freie Dehnung)}$

Dehnpolster

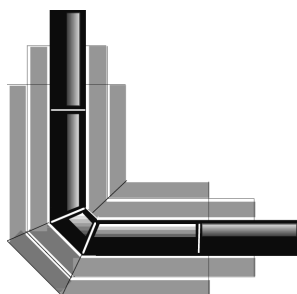
Dehnpolster werden benutzt um die Längenänderung der Fernwärmeleitung im Boden aufzunehmen. Sie werden direkt um das PREMANT Rohr installiert und anschliessend eingesandet. Hauptsächlich sind sie erforderlich in den Bereichen von Bögen, Z- und U-Dehnern, T-Stücken, Kugelhähnen sowie Reduzierungen.

- Die Längen der Dehnzonen werden typischerweise in 1-Meter-Schritten auf dem Dehnpolsterplan angegeben.
- Die kleinste Polsterung eines Bogens ist 1 Meter - 1 Meter jeweils auf beiden Schenkeln des Bogens.
- Grosse Rohrdimensionen sind biegesteifer und erfordern eine längere Dehnzone von bis zu 5 oder noch mehr Meter.
- Z und U Dehnelemente werden immer auf der ganzen Länge durchgepolstert um ein Durchschieben der Bewegung zu erleichtern.
- Eine Lage Dehnpolster kann bis 25 mm Dehnbewegung aufnehmen.
- Für grosse Dehnbewegungen ist eine doppelte Polsterung in 2 Lagen möglich.

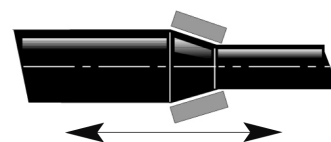
1 Lage Dehnpolster



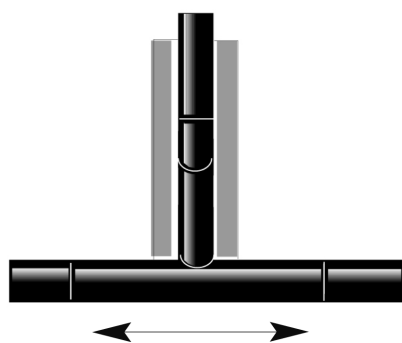
2 Lagen Dehnpolster



Dehnpolster bei Reduktion



Dehnpolster bei T-Abzweigen



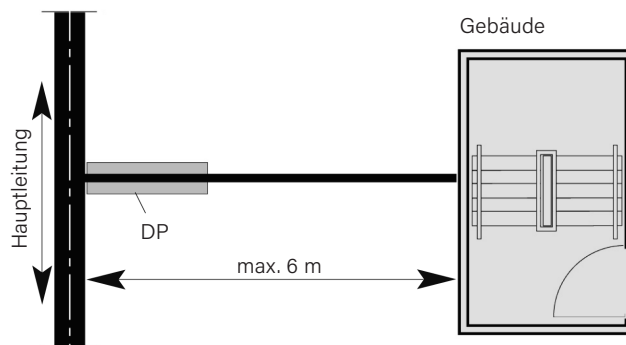
Anzahl der Dehnpolster

Δl [mm]	Dehnpolster
0 – 3	Ohne Dehnpolster möglich
4 – 25	1 Lage (Dicke 40 mm)
26 – 50	2 Lagen (Dicke 80 mm)

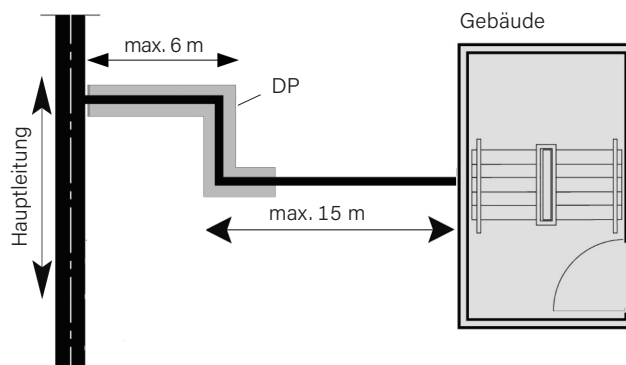
Verzweigung

Hausanschlussleitungen mit T-Stücken, abgewinkelt 45°

Direktanschluss
Anschlussleitung ≤ 6 m



Ab 6 m mit
Z-Dehnelement



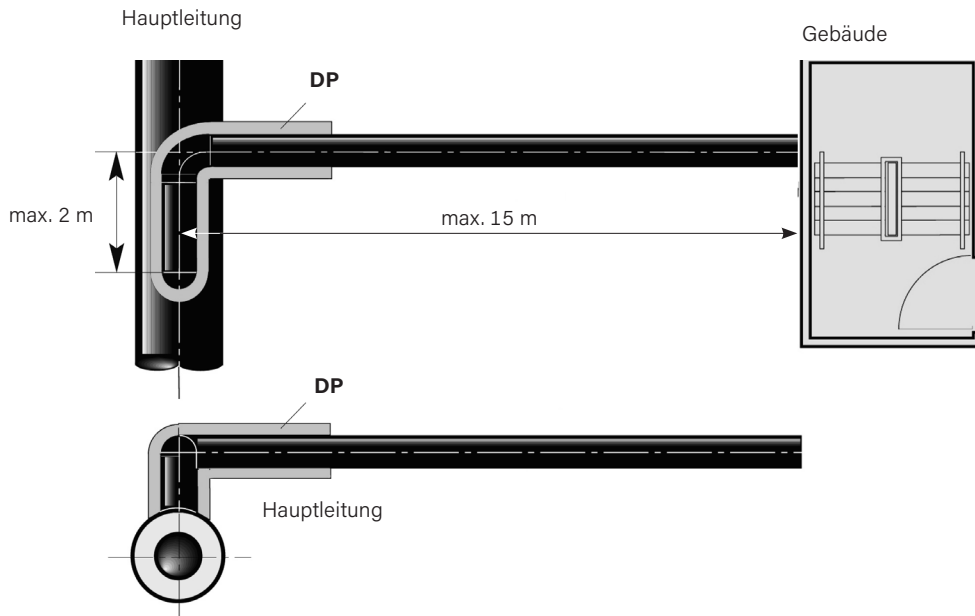
Hinweise:

- Bei Einbau eines Z-Dehnelements kann zusätzlich die Höhenlage zwischen Hauptleitung und Hauseintritt angepasst werden. Der Direktanschluss lässt dies nicht zu.
- Die Dehnungsaufnahme im Dichtelement der Hauseinführung begrenzt den letzten Abschnitt vor Gebäudeeintritt auf 15m.
- Die Schnittstelle zur Hausinstallation muss in diesem Fall Dehnungen bis 10mm aufnehmen können.
- Für tiefere Betriebstemperaturen bis 90°C und kurze Strecken der Hauptleitung kann unter Umständen auch ein Direktanschluss bis 8 m möglich sein. Eine Freigabe ist nur mit genauer rohrstatischer Prüfung und unter Berücksichtigung aller Parameter, insbesondere der genauen Abschnittslängen, der Überdeckungshöhe, den Rohrdimensionen und der T-Stück Bauart, zulässig.

DP = Dehnungspolster

Verzweigung

Hausanschlussleitungen mit Parallel-T-Stücken



Hinweise:

- Die Parallelstrecke entlang der Hauptleitung darf maximal 2 m betragen.
- Bei Einbau eines zusätzlichen Z-Dehnelements kann die Höhenlage zwischen Hauptleitung und Hauseintritt angepasst werden. Der Direktanschluss lässt dies nicht zu.
- Bei Einbau eines zusätzlichen Z-Dehnelements darf die Strecke zwischen Parallel-T-Stück und Z maximal 30m betragen.
- Die Dehnungsaufnahme im Dichtelement der Hauseinführung begrenzt den letzten Abschnitt vor Gebäudeeintritt auf 15m.
- Die Schnittstelle zur Hausinstallation muss in diesem Fall Dehnungen bis 10mm aufnehmen können.

DP = Dehnungspolster

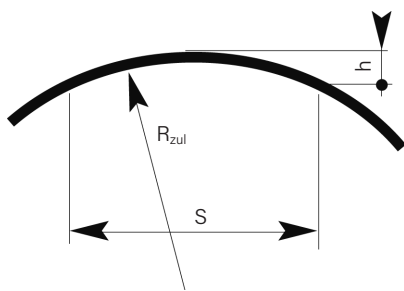
Verlegung mit grossen Radien

Trasse ziehen im Graben

Müssen Fernwärmeleitungen entlang von Strassen gelegt werden, so kann es notwendig sein, Kurven durch Leitungsbögen anzunähern.

Dabei können die Kurven aus mehreren geradlinigen Rohrlängen zusammengesetzt werden.

Bis 3° Abwinklung lassen sich diese Kurven mit Gehrungsschnitten auf der Baustelle annähern. Dabei darf keinesfalls eine Zick-Zack Linie entstehen, die Krümmung muss gleichförmig in eine Kurven-Richtung sein.



$$R_{zul} = E_s \cdot d_a / \sigma_b \cdot 2000 \text{ [mm]}$$

$$h = R \cdot \left[1 - \sqrt{1 - (s / (2 \cdot R))^2} \right] \text{ [m]}$$

R_{zul} = minimaler Biegeradius [m]

S = Sehnenlänge [m]

h = maximale Durchbiegung [m]

d_a = Aussendurchmesser St-Rohr [m]

E_s = E-Modul Stahl 210000 [N/mm²]

σ_b = zul. Biegespannung 104 [N/mm²]

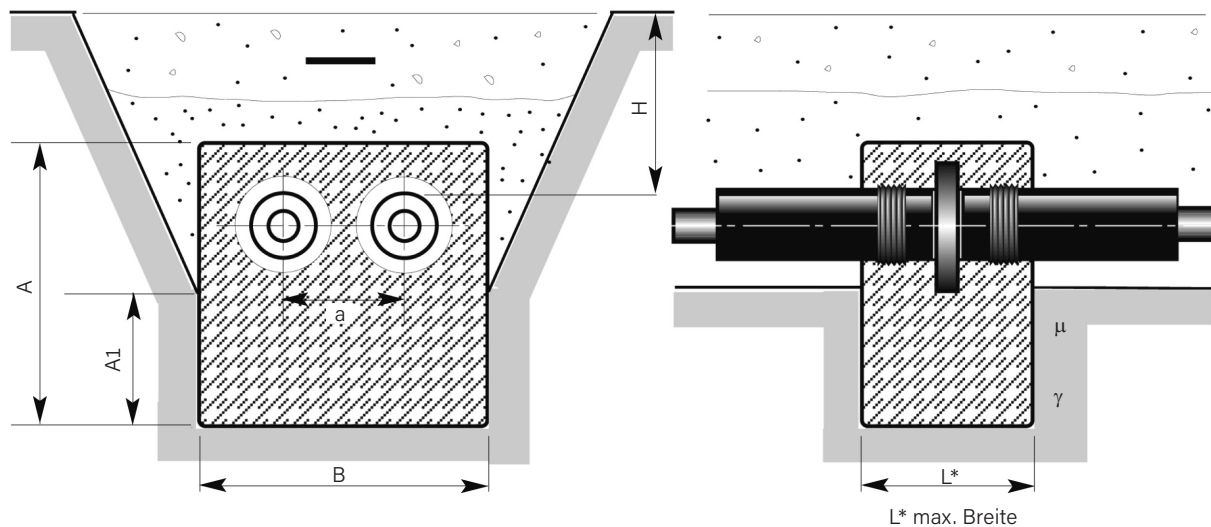
DN	Stahlrohr mm	R _{min} m
20	26.9	27
25	33.7	34
32	42.4	42
40	48.3	48
50	60.3	61
65	76.1	77
80	88.9	90
100	114.3	115
125	139.7	141
150	168.3	170
200	219.1	221
250	273.0	275
300	323.9	327
350	355.6	359
400	406.4	410
450	457.2	461
500	508.0	513

Alternativ können gerade PREMANT Fernwärmeleitungen auch elastisch gebogen werden auf der Baustelle. Dieses Verfahren wird auch als Trasse ziehen im Graben bezeichnet. Dabei dürfen die Leitungen in Abhängigkeit der Dimension bis zu einem minimalen Biegeradius R_{min} verformt werden.

Die eingebrachten Spannungen im Stahl bleiben dabei begrenzt, so dass auch eine Überlagerung mit rohrstatischen Anforderungen durch Wärmedehnung zulässig ist.

Betonblock für Festpunkt

Empfehlung für Betonblockgrösse



Die Verwendung eines künstlichen Festpunktes wird grundsätzlich nicht empfohlen und soll nur in Ausnahmefällen bei begründeten technischen Erfordernissen vorgesehen werden. Üblicherweise müssen Festpunkte nach ca. 20 Jahren saniert werden.

Stahlrohr		Festpunktkraft F_s max kN	Betonblockabmessungen				Rohrabstand a mm
DN	d mm		B m	A1 m	A m	L* m	
20	26.9	66.5	0.8	0.40	0.8	0.8	270
25	33.7	83.7	0.8	0.40	0.8	0.8	270
32	42.4	107.2	0.8	0.40	0.8	0.8	280
40	48.3	123.1	0.9	0.45	0.9	0.8	280
50	60.3	172.4	1.1	0.55	1.0	1.0	295
65	76.1	219.9	1.2	0.65	1.1	1.0	320
80	88.9	284.1	1.3	0.80	1.3	1.0	340
100	114.3	412.9	1.6	0.95	1.5	1.0	390
125	139.7	507.6	1.8	1.15	1.7	1.0	415
150	168.3	680.9	2.0	1.40	2.0	1.3	450
200	219.1	1000.6	2.5	1.70	2.4	1.3	550
250	273.0	1388.5	2.9	2.10	2.9	1.3	680
300	323.9	1847.0	3.7	2.25	3.1	1.3	745
350	355.6	2052.0	3.8	2.40	3.3	1.3	810
400	406.4	2592.0	4.4	2.40	3.3	1.3	890
450	457.2	2920.0	5.3	2.60	3.5	1.3	890
500	508.0	3240.0	5.5	2.60	3.5	1.3	980

Berechnungsgrundlage für Betonblockgrösse

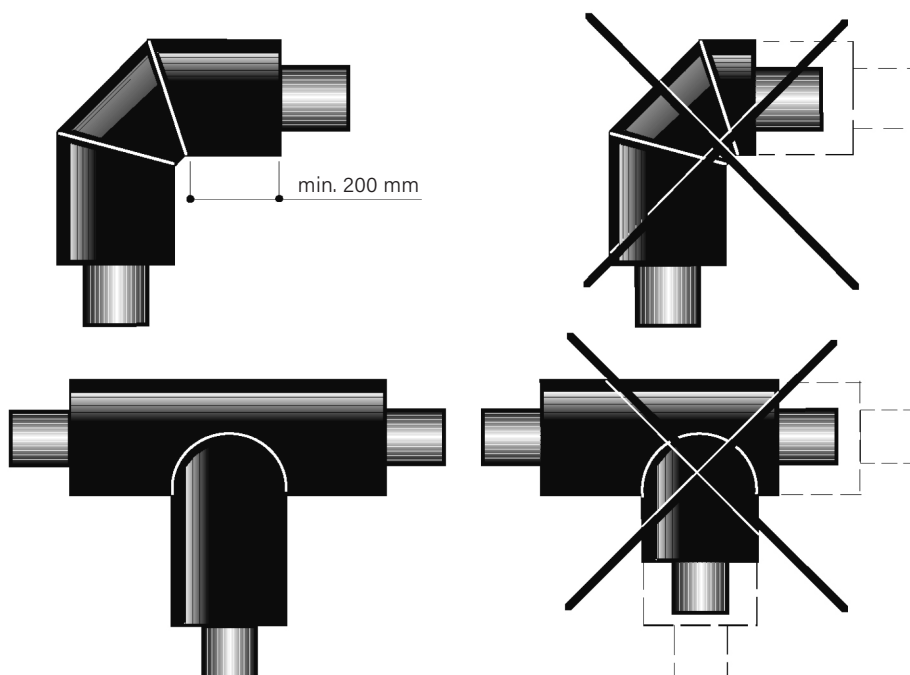
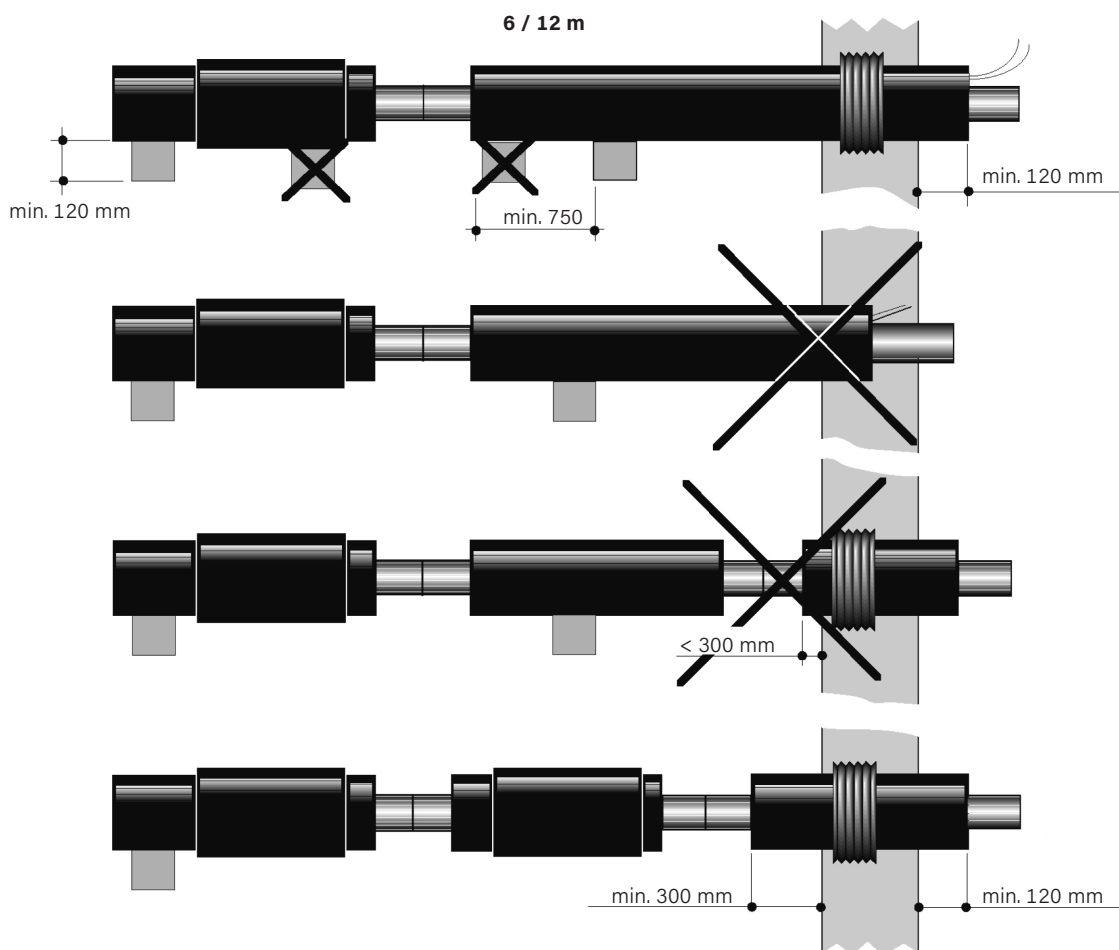
- Axialkraft im Stahlquerschnitt = 165 N/mm^2
- Überdeckungshöhe $H = 0.8 \text{ m}$
- Reibfaktor Erdreich/Betonblock = 0.64
- Schüttgewicht Erdreich = 18 kN/m^3

Betonqualität

- C25/30 WU wasserundurchlässig mit Armierung

Montagevorschriften

Regeln zum Kürzen der PREMANT Rohre auf der Baustelle



Transport

1. Lieferung

Fernwärmerohre und Bauteile werden per LKW an die Baustelle oder ins Lager geliefert. Zufahrtswege müssen für Schwerlastverkehr sowie für LKW mit 12 m bzw. 16 m Ladefläche geeignet sein.

Beim Transport müssen die Bauteile gleichmäßig aufliegen und dürfen nicht über die Ladefläche gezogen werden. Die Lagerung der Rohrstangen auf dem LKW hat mit ausreichend breiten Holzzwischenlagen zu erfolgen, um ein sicheres und beschädigungsfreies Abladen zu gewährleisten. Die Rohrenden sind werkseitig mit Schutzkappen zu versehen, die bis zur Montage nicht entfernt werden dürfen.

4. Entladung

Das Entladen erfolgt durch das Baustellenpersonal oder beauftragte Dritte unter Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften. Alle Rohre, Bau- und Zubehörteile sind dabei sachgemäß und schonend zu behandeln. Rohre und Bauteile dürfen nicht geworfen werden. Kleinere Teile sollten von Hand abgeladen werden, größere Rohre ab etwa DN 80 mit Kran oder speziellen Hebezeugen.

DGUV 209-013 und DGUV 209 – 061 sind zu beachten.

Bei Rohrbaueinheiten mit Längen von 6 m können Schrägseile verwendet werden. Es ist auf einen ausreichenden Abstand zur Ummantelung zu achten, um diese nicht zu beschädigen.

Rohrbaueinheiten müssen zwingend beidseitig befestigt werden, um unkontrollierte Bewegungen zu verhindern.

Formteile mit Abgängen wie T-Stücke oder Kugelhähne sind zwingend am Durchgang (Stamm) zu befestigen.

Um eine unzulässige Durchbiegung und Beschädigung der Rohre zu verhindern, sind beim Abladen von Rohren mit Längen von 12 und 16 m ausnahmslos entweder zwei 10 bis 15 cm breite Textil- oder Nylongurte in Verbindung mit einem mindestens 4 m langen Lastbalken zu verwenden oder zwei 10 bis 15 cm breite Textil- oder Nylongurte, die jeweils symmetrisch rechts und links der Rohrmitte, in einem Abstand von etwa einem Drittel der Rohrlänge angebracht werden, zu verwenden.

5. Vermeidung von Beschädigungen

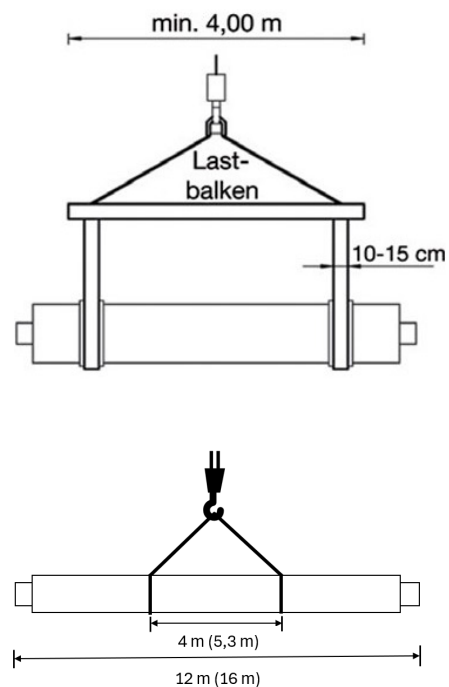
Rohre dürfen nicht über den Boden gezogen oder gerollt werden, da Unebenheiten Druckstellen und Kratzer verursachen können. Die Verwendung von Stahlseilen oder Ketten ist nicht zulässig. Eine mechanische Beschädigung der Messdrähte, z. B. durch Knicken, ist auszuschließen.

2. Ladeflächenprüfung

Um Beschädigungen der Rohre zu vermeiden, muss die Ladefläche des Lkws vor dem Beladen frei von spitzen und scharfkantigen Gegenständen sein.

3. Verpackung

Die Zubehörteile werden in Schutzverpackungen geliefert. Diese müssen bis zur Montage intakt bleiben.

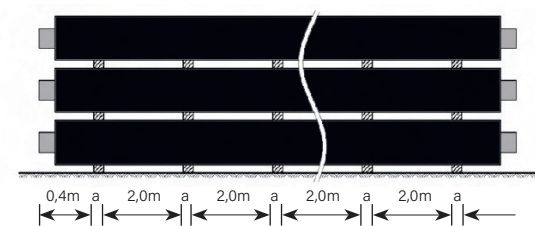


Lagerung

1. Lagerbedingungen

Rohre und Bauteile sind auf ebenen, trockenen und steinfreien Flächen zu lagern. Grundwassergefährdete Bereiche sind zu vermeiden.

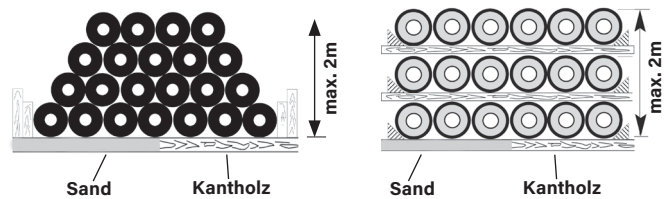
Als Auflager für die Rohrstangen dienen Sandbänke oder Kanthölzer. Diese sollten je nach Nennweite zwischen 10 und 15 cm breit und in gleichmäßigen Abständen von rund 2,00 m angeordnet sein. Der Scheiteldruck am Mantel darf dabei 40 N/cm² bzw. 4 kg/cm² nicht übersteigen.



2. Stapelhöhe und Sicherung

Die Stapelhöhe darf maximal 2 Meter betragen. Die Anordnung der Rohrstapel kann wahlweise in Kegel- oder Quaderform erfolgen. In jedem Fall müssen die Rohre gegen seitliches Abrutschen gesichert werden, z. B. durch Pflöcke, Stützen oder Holzkeile. Zusätzlich können auch Spanngurte verwendet werden.

Ist die Lagerung für längere Zeit vorgesehen, so sind gegen alle Witterungseinflüsse geeignete Schutzmaßnahmen einzuleiten.



3. Lagerung von Formteilen

Enden der Formstücke durch Kappen geschützt, Schutzkappen bis zur Montage nicht entfernen.

Lagerplatz für Formstücke muss eben und wasserfrei sein.

Formstücke können auf Flachpaletten oder in Gitterboxen in Pyramidenform gestapelt werden.

Stapelung so, dass Teile sicher übereinander liegen und gleichmäßig aufliegen.

Keile zur Sicherung der Stapel auf Paletten verwenden.

Enden der Formstücke sollten nicht nach oben zeigen, um Wassereinlagerungen und Korrosion zu vermeiden.

Formstücke vor Frost und direkter Sonneneinstrahlung schützen.

Schutz vor unsachgemäßer Behandlung (z.B. Stoß, Schlag, Verbiegen) gewährleisten.

5. Verantwortung

Der Besteller oder dessen autorisierter Vertreter ist für die ordnungsgemäße Lagerung am Abladeort verantwortlich.

Dies schließt die Quittierung der Vollständigkeit sowie die Überwachung der Materialausgabe während der Bauphase ein.

Für den Transport und zum Abladen sind die Vorschriften der Inverkehrbringer massgeblich.

4. Lagerung von Zubehör

Zubehör und Kleinmaterialien sind trocken, frostfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt zu lagern.

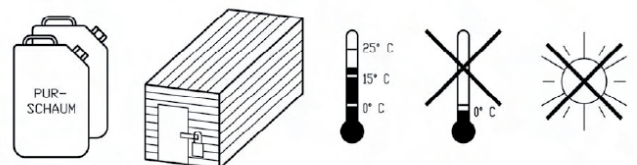
Verbindungsmuffen sind stehend aufzubewahren und ebenfalls vor Sonneneinstrahlung zu schützen.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass bei der Lagerung aller Systembauteile wie Bögen, T-Abzweige, Armaturen etc.

Durchfeuchtungen der Schaumendbereiche und Verschmutzungen vermieden werden.

Eine mechanische Beschädigung der Adern, z.B. Knicken ist auszuschließen.

Die PUR-Ortschaumkomponenten müssen, wie das bereits genannte andere Zubehör vor Diebstahl geschützt in einem abschließbaren Raum oder Baucontainer bei Temperaturen zwischen + 15° C und + 25° C eingelagert werden. Hierbei sind unbedingt die Forderungen der Sicherheitsdatenblätter zu erfüllen.



Grabenabmessungen und Tiefbau

Rohrverlegung

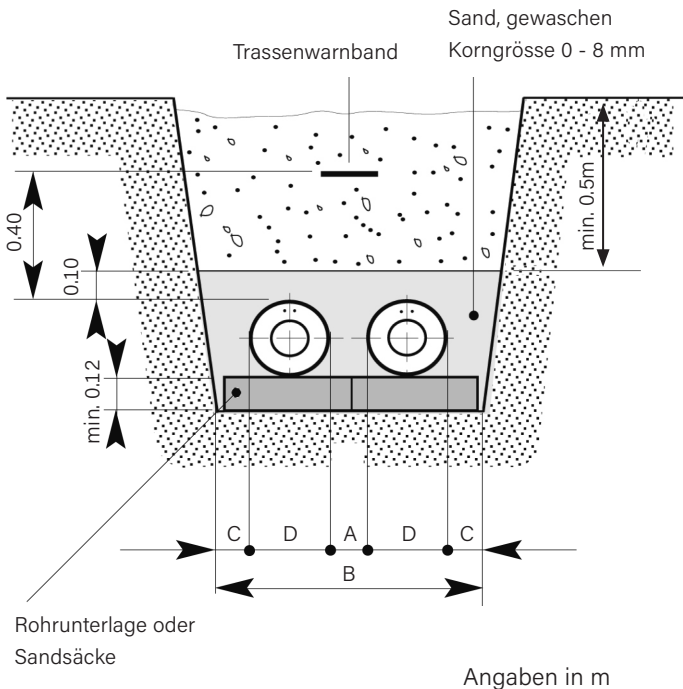
- Es ist darauf zu achten, dass der PE-Aussenmantel nicht beschädigt wird.
- Vor dem Verschweissen der Stahlrohre sind die PE-Muffen jeweils einseitig über ein Rohrende zu schieben.
- Bei der Verlegung der Rohre müssen die Überwachungsdrähte immer oben liegen.
- Die Fernwärmerohre sind auf Rohrunterlagen zu legen, jeweils im Abstand von ca. 3 Meter zueinander.

Tiefbauarbeiten

- Beim Aushub der Rohrgräben sind die geltenden Sicherheitsvorschriften einzuhalten.
- Bei schwierigen Bodenverhältnissen, Setzungen usw., ist ein Montagevorschlag von BRUGG Pipes anzufordern.
- Der Rohrgraben ist während der gesamten Montagezeit frei von Wasser zu halten.
- Nach der Montage ist die Leitung allseitig gemäss Grabenprofil mit gewaschenem, rundförmigem Sand (0 - 8mm nach SN EN 12620) zu verfüllen.
- Der eingefüllte Sand ist vor dem Verfüllen des Grabens zu verdichten. Es dürfen keine Hohlräume vorhanden sein.
- In Absprache mit BRUGG Pipes sind auch alternative Bettungsmaterialien als Sand in der Rohrzone möglich.

Empfehlung Arbeitsraum im Graben angelehnt an SN EN 13941-2

- Es muss genügend Platz neben und zwischen den Rohren im Graben vorhanden sein um die Nachdämmung zu erstellen und die Dehnpolster zu montieren.
- BRUGG Pipes empfiehlt auf die Erstellung von Kopflöcher an den Arbeitsstellen zu verzichten und den ganzen Graben entlang der Rohrleitung genügend breit auszuheben (gemäss untenstehender Tabelle).
- In Absprache mit BRUGG Pipes sind auf kurzen Abschnitten auch schmalere Grabenabmessungen möglich.
- Um die Ausführungsqualität der Arbeiten im Graben sicherzustellen sind die abgestimmten Grabenprofile einzuhalten.

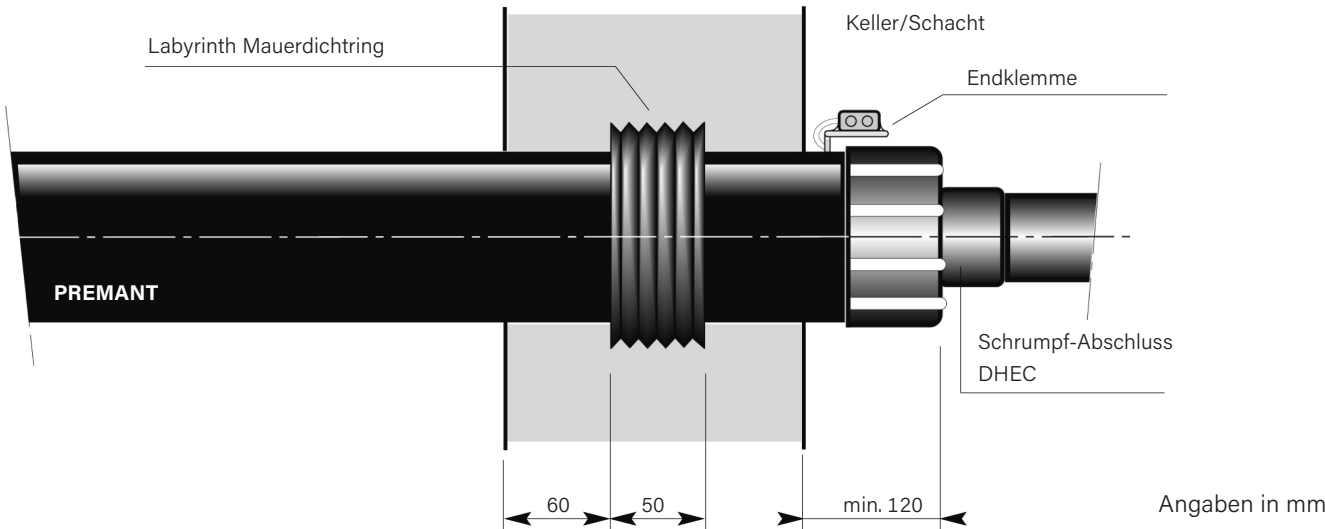


Grabenabmessung

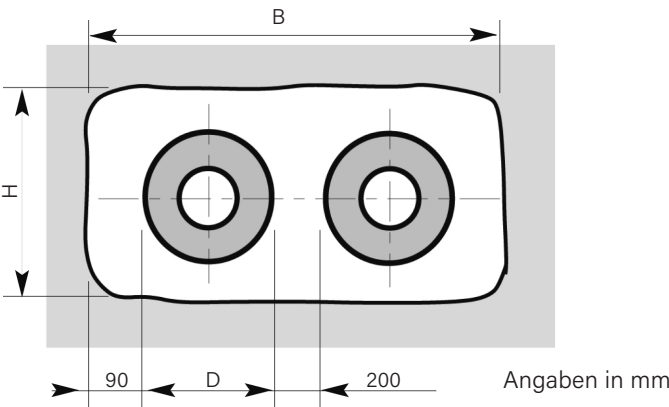
PE Aussenrohr D mm	Rohrabstand A m	Seitenabstand C m	Grabenbreite B m
90	0.20	0.30	0.98
110	0.20	0.30	1.02
125	0.20	0.30	1.05
140	0.20	0.30	1.08
160	0.20	0.30	1.12
180	0.20	0.30	1.16
200	0.20	0.30	1.20
225	0.20	0.30	1.25
250	0.25	0.30	1.35
280	0.25	0.30	1.41
315	0.25	0.30	1.48
355	0.25	0.50	1.96
400	0.25	0.50	2.05
450	0.25	0.50	2.15
500	0.30	0.50	2.30
560	0.30	0.50	2.42
630	0.30	0.50	2.56
710	0.30	0.50	2.72
800	0.30	0.50	2.90

Hausanschluss

Labyrinth Mauerdichtring



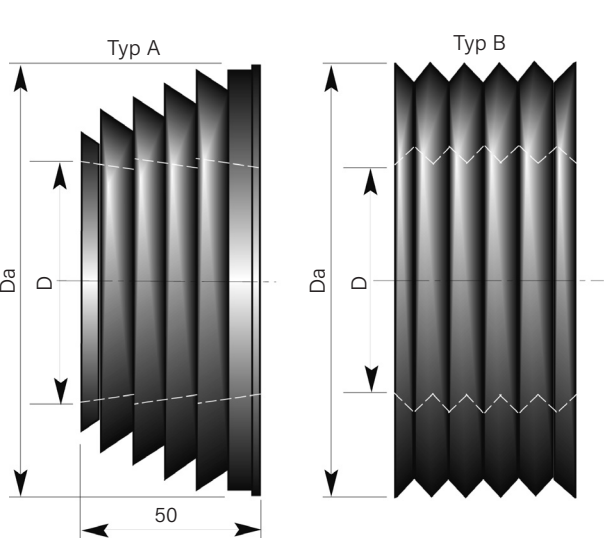
Mauerdurchbruch



Mauerdurchbruch Abmessungen

D	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800
B	540	580	640	640	680	720	760	810	860	920	990	1070	1160	1260	1360	1480	1620	1780	1960
H	250	300	300	350	350	350	350	400	400	450	450	500	550	600	650	750	800	900	990

Angaben in mm



Datentabelle Dichtring

Typ A	
D	Da
90	133
110	153
125	168
140	183
160	203
180	223

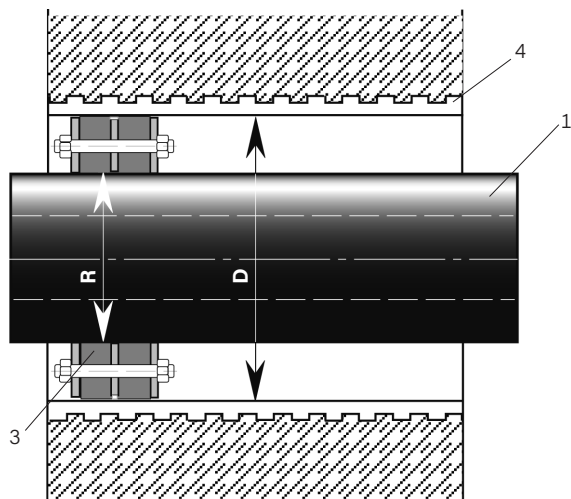
Datentabelle Dichtring

Typ B	
D	Da
200	240
225	265
250	290
315	355
355	395
400	440
450	490
500	540
560	600
630	670
710	750
800	840

Hausanschluss

Mauerdichtungseinsatz - gegen drückendes Wasser

Mauerdichtungseinsatz; doppeldichtend (C 40)
für PE-HD-Mantelrohrdurchmesser $\varnothing$ 90 bis 800 mm

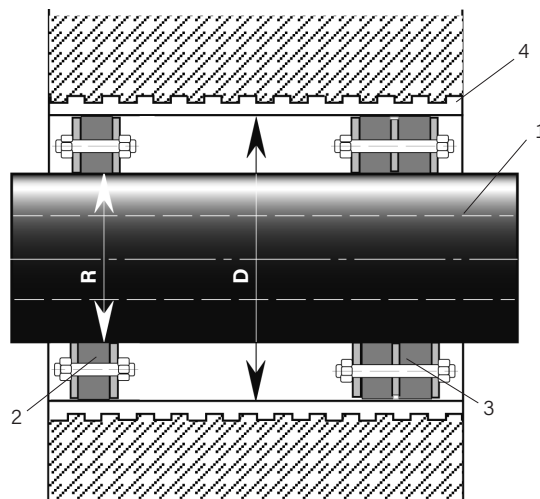


- 1 PREMANT-Fernwärmerohr
- 2 Dichtungssatz A 40 – einfachdichtend, zentrierend
- 3 Dichtungssatz C 40 – doppeldichtend
- 4 Futterrohr aus Faserzement oder Kernbohrung beschichtet

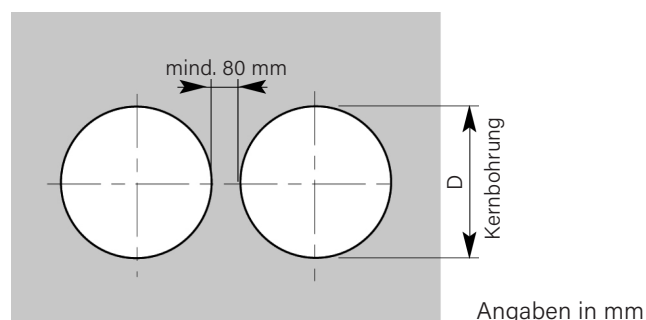
Eignung:

- gegen drückendes Wasser bis 0,5 bar

Mauerdichtungseinsatz; doppeldichtend (C 40)
mit zusätzlichem Zentrierring (A 40)
für PE-HD-Mantelrohrdurchmesser $\varnothing$ 90 bis 800 mm



Mantelrohrdurchmesser PE $\varnothing$ R mm	Futterrohr Kernbohrung $\varnothing$ D mm
90	150
110, 125, 140	200
160, 180	250
200, 225	300
250, 280	350
315	400
355	450
400	500
450	600
500	700



Kernbohrungen

Voraussetzungen für den Einbau sind einwandfreie Bohrungen. Da Haarrisse im Beton vorhanden sein oder durch die Bearbeitung entstehen können, wird eine Abdichtung der Bohrlochwandung auf der ganzen Länge mit einem geeigneten Dichtungsmittel empfohlen (zum Beispiel AQUAGARD).

Nur bei Einhaltung dieser Empfehlung kann die Dichtigkeit gewährleistet werden.

Montage / Grabenverfüllung

Um Verformungen an der Dichtstelle zu vermeiden, ist bei der Montage resp. Verfüllung des Grabens besonders darauf zu achten, dass nachträglich keine Rohrsenkungen entstehen können. Wir empfehlen, auch das Rohr im Gebäude zu unterstützen oder aufzuhängen. Werden diese Empfehlungen nicht eingehalten, kann die Dichtheit nicht gewährleistet werden.

Erdverlegte Armaturen

Montage- und Betriebsvorschriften

Einsatzbereich

- bis max. 140 °C, und max. 25 oder 40 bar Betriebsdruck.
- aufbereitetes, vollentsalztes, sauerstoffarmes Fernwärmewasser nach SWKI BT 102-01.

Lieferung und Lagerung

- Kugelhähne in Offenstellung.
- Schieber in leichter Schliessstellung (Schonung der Dichtflächen).
- Schutzkappen an beiden Rohrenden.

Montage / Einbau

- Kugelhähne nur in Offenstellung einschweissen und dabei Gehäuse vor Überhitzung (max. 150 °C) schützen.
- Schieber nur in leichter Schliessstellung und in vorgeschriebener Durchflussrichtung einbauen.
- Dehnungspolster im Bereich des Domes vorschriftsmässig einbauen.
- Auf genügend Bewegungsfreiheit der Spindel im Zugangsschacht achten. Die Hauptleitung kann sich bis zu 50 mm verschieben, je nach rohrstatischer Auslegung.
- Obere ungedämmte Spindelpartie darf nicht im Grundwasser/Wasser stehen.
- Erster Schaltvorgang darf erst nach Durchspülen der Leitung erfolgen (Schieber vorher öffnen).
- Bei Frostgefahr müssen uneingedeckte Armaturen vollständig entleert sein.
- Stahlteile am Dom gut einfetten.
- Bei vorläufigem Leitungsende und Einbau eines Rohrverschlusskugelhahn (RVK) muss das Rohrende zugeschweisst werden.

Betrieb

- Eingefräste Kerbe auf Schaltspindelsechskant und Kerbe auf Vierkantschoner zeigen die Kugelstellung.
- Schliessen rechtsdrehend im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag (bei Kugelhahn 90°).
- Zum Schalten sind passende Steckschlüssel zu benutzen.
- Für Kugelhähne sind Steckgetriebe mit dazu passenden Aufnahmeteilen lieferbar (Empfehlung ab DN 200).
- Gewaltanwendung an der Schaltwelle sind zu unterlassen.
- Endanschläge nicht überdrehen.
- Zwischenstellungen bei Kugelhähnen sind unzulässig wegen möglicher Abnützung der Kugeldichtungen.
- Das aufbereitete Fernwärmewasser darf keine Feststoffteile aufweisen. Dichtflächen können beschädigt werden.

Unterhalt

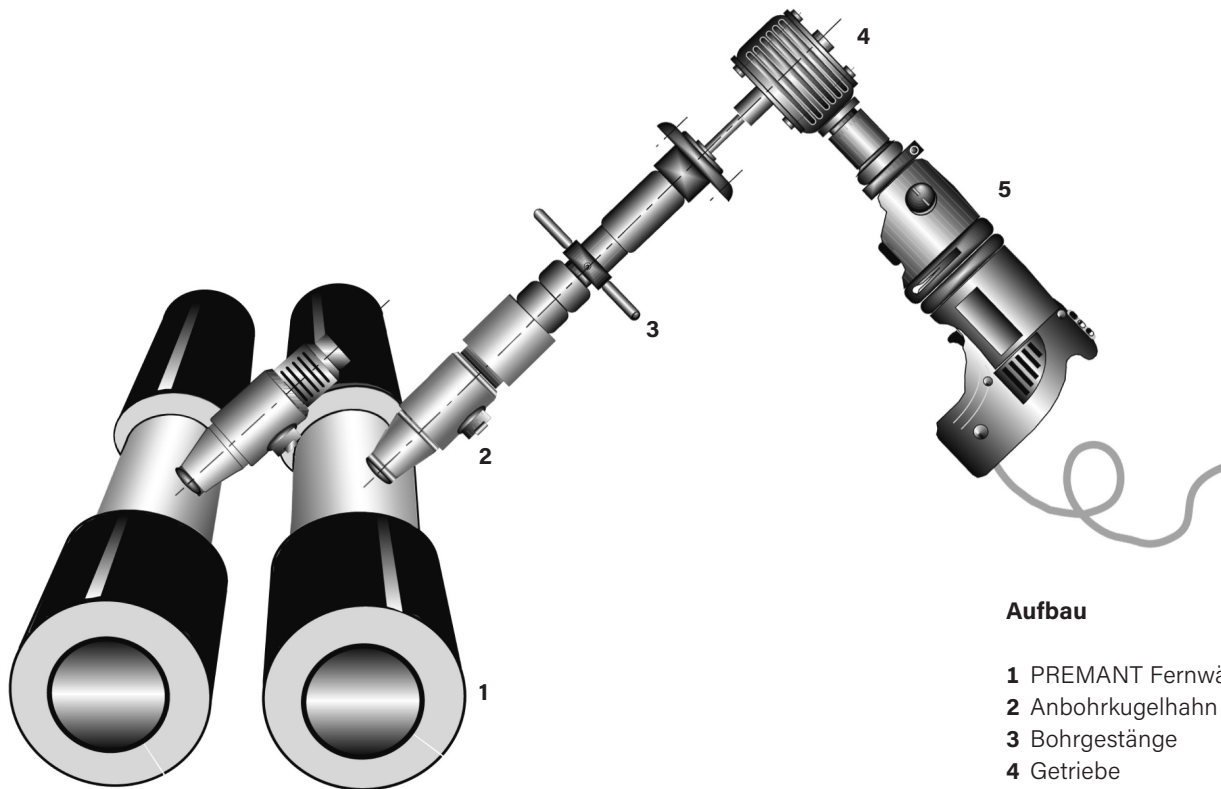
- Stahlteile am Dom periodisch reinigen und gut einfetten.
- Bewegungsfreiheit des Doms überwachen.
- Grundwasserniveau im Zugangsschacht für Bedienspindel periodisch kontrollieren.

Wichtig

Vorstehende Vorschriften sind unbedingt zu beachten. Für Schäden infolge falscher Montage, Handhabung und Unterhalt wird jede Haftung abgelehnt.

Anbohrtechnik

Systembeschreibung



Aufbau

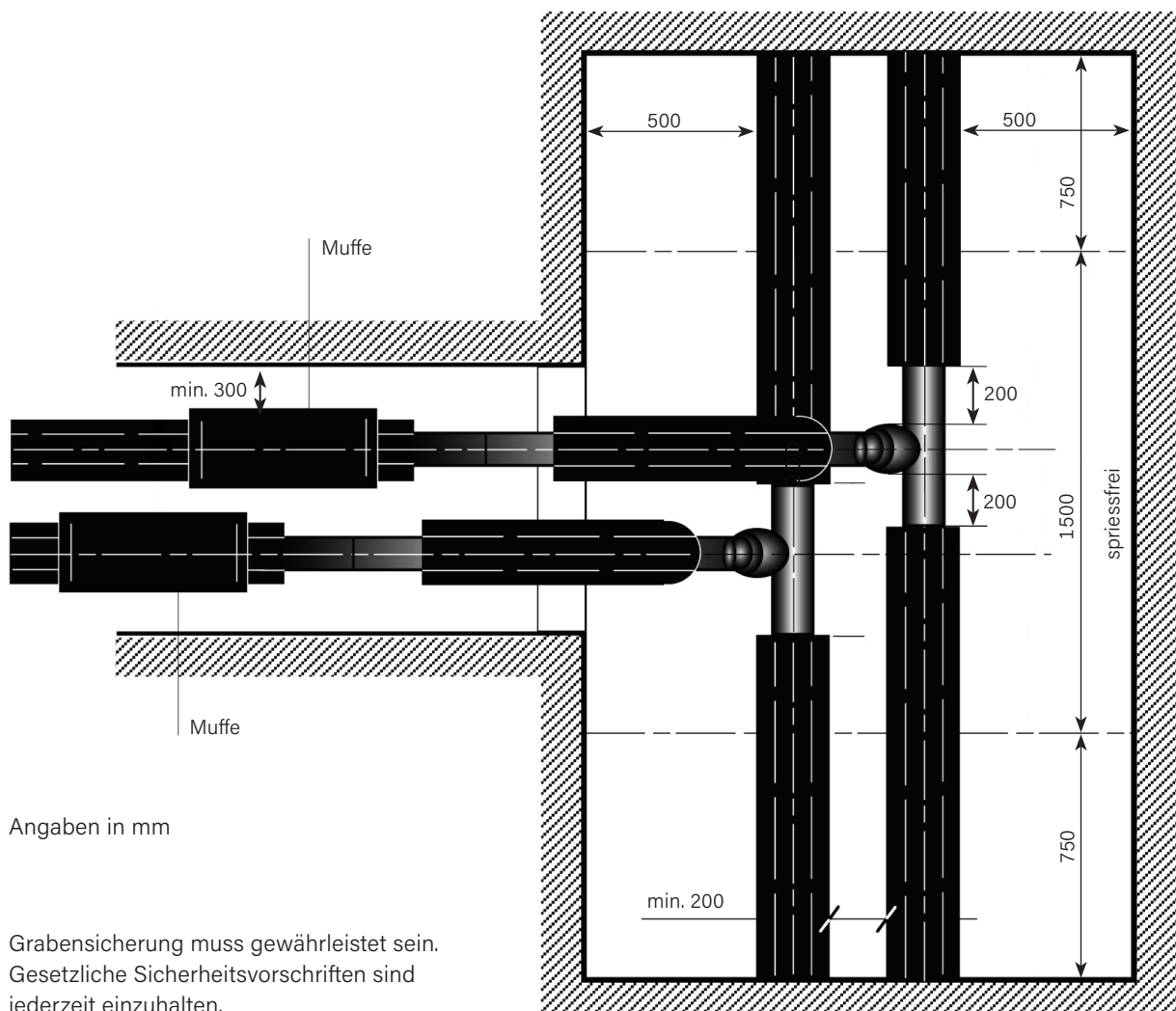
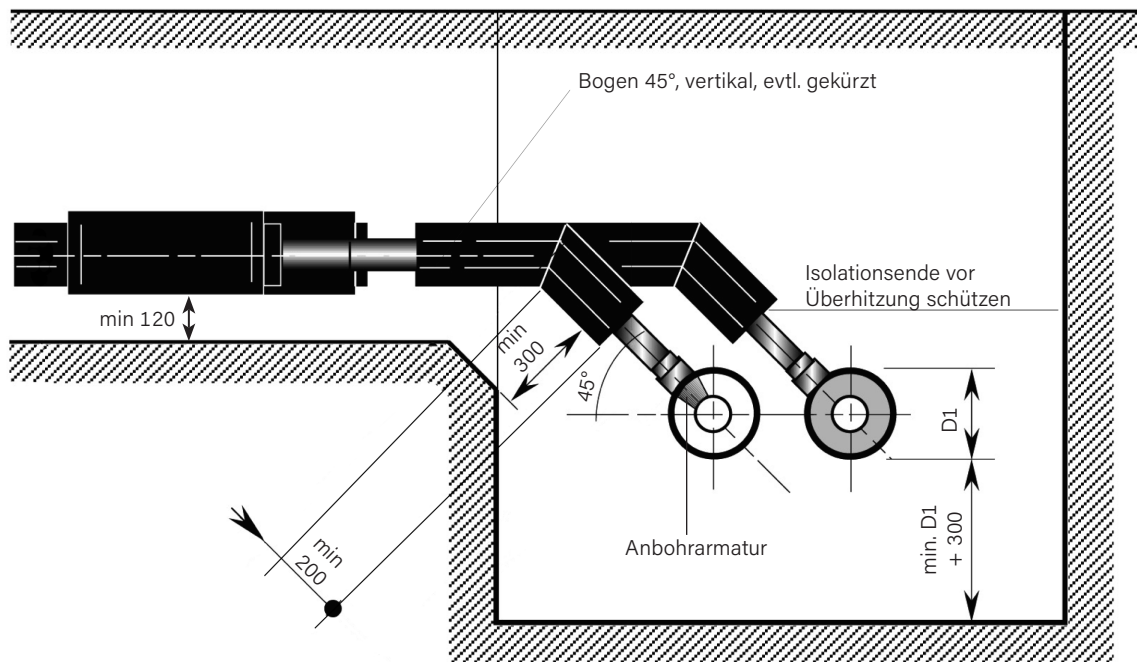
- 1 PREMANT Fernwärmerohr
- 2 Anbohrkugelhahn
- 3 Bohrgestänge
- 4 Getriebe
- 5 Bohrmaschine

Achtung: Einsatz der Anbohrtechnik nur durch spezialisiertes Fachpersonal

Das BRUGG Anbohrsystem ist geeignet zum Erstellen von Rohrabzweigungen im laufenden Betrieb und unter Druck. Die Geräte und Komponenten sind das Ergebnis eines Produktentwicklungsprozesses, der bewährte Lösungen mit neuen Erkenntnissen kombiniert. Diese Anbohrmethode bringt erhebliche Kostenersparnisse durch einfache, wirtschaftliche Arbeitsabläufe sowie durch schnell ausführbare Montagearbeit ohne Betriebsunterbrechungen.

Anbohrtechnik

Abgang oben mit 45°-PRE-Bogen - Angaben für minimalen Arbeitsraum

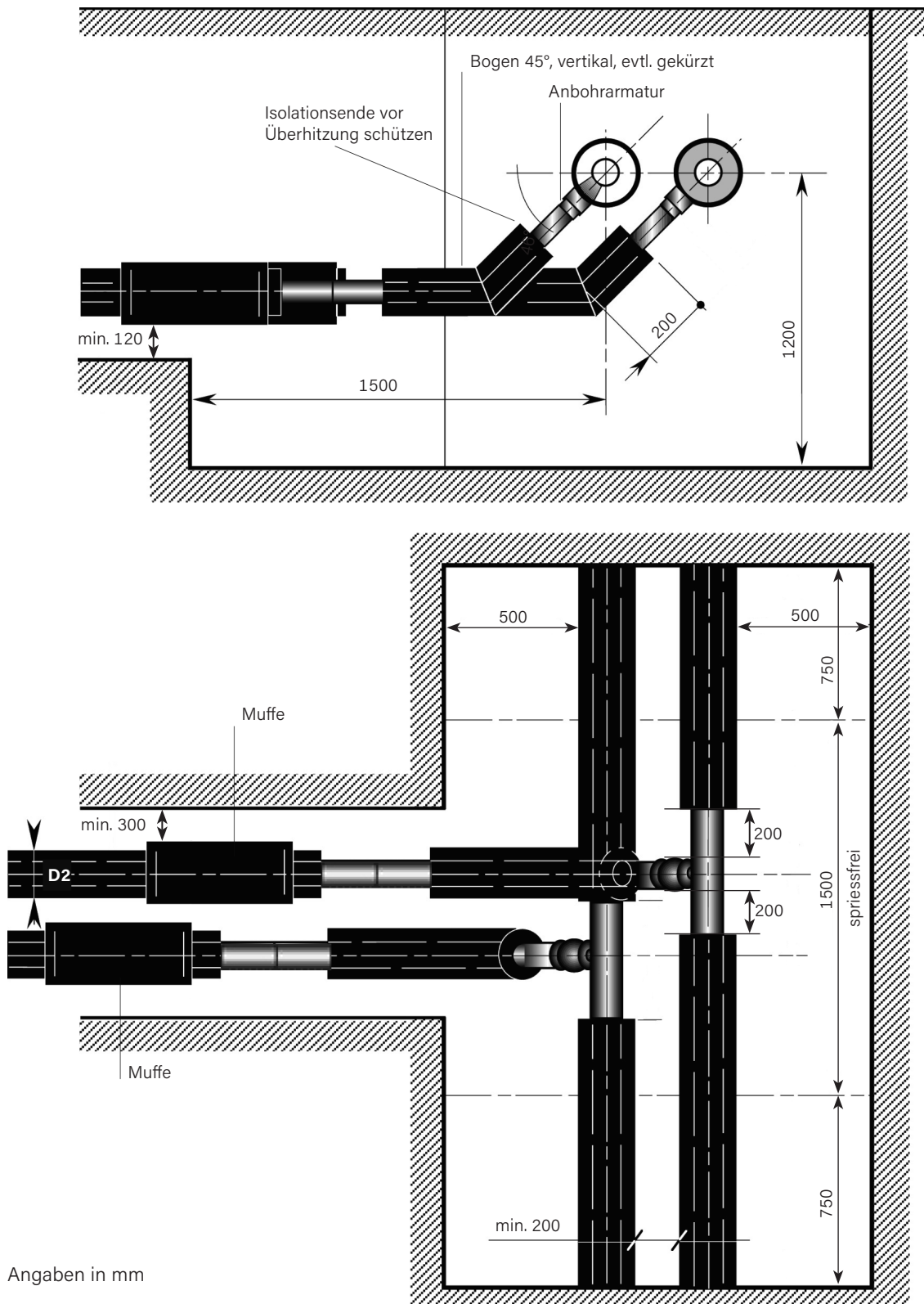


Angaben in mm

Grabensicherung muss gewährleistet sein.
Gesetzliche Sicherheitsvorschriften sind
jederzeit einzuhalten.

Anbohrtechnik

Abgang unten mit 45°-PRE-Bogen - Angaben für minimalen Arbeitsraum



Angaben in mm

Grabensicherung muss gewährleistet sein.
Gesetzliche Sicherheitsvorschriften sind
jederzeit einzuhalten.