

Das praktische Montagehandbuch

Für die Montage von vorgedämmten Fernwärmeleitungen

Planen - Prüfen - Sichten

Impressum

Herausgeber: Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Autoren

Dr. Thomas Böhmer, Böhmer GmbH
Christian Ebert, ISOBRUGG Stahlmantelrohr GmbH
Johannes Ellmer, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH
Andreas Gräve, Lancier Monitoring GmbH
Christof Grieser-Schmitz, BASF Polyurethanes GmbH
Frank Hellmann, 4 pipes GmbH
Ralph Herzer, German Pipe GmbH
Jens Heyer, Handwerkskammer Aachen
Gerd Moser, BRUGG Rohrsysteme GmbH
Ludger Tidde, Lancier Monitoring GmbH
Olaf Rickert, BROEN A/S
Ronald Schröder, IFW - Ingenieurgesellschaft für Wärmetechnik mbH
Jürgen Schütze, BRUGG Rohrsysteme GmbH
Jakob Sørensen, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH
Knud Strauchmann, Böhmer GmbH
Sebastian Vogt, Lancier Monitoring GmbH
Oliver Vollmann, STURM Isotech GmbH & Co. KG

Konzept und Redaktion: Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

Fotos und Grafiken: BASF Polyurethanes GmbH, BRUGG Rohrsysteme GmbH, Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V., Canusa-CPS, German Pipe GmbH, Lancier Monitoring GmbH, Handwerkskammer Aachen, IFW - Ingenieurgesellschaft für Wärmetechnik mbH, ISOBRUGG Stahlmantelrohr GmbH, isoplus GmbH, 4 pipes GmbH.

Druck: Alföldi Druckerei AG, Debrecen

Alle Inhalte und Kapitel wurden mit größter Sorgfalt von den Verfassern erstellt. Sollten Sie trotzdem einen Fehler entdecken, bitten wir um eine Mitteilung an: Anfrage@bfwv.de oder direkt an den Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V. Kraftwerk Mitte 5-7, 01067 Dresden

4. Auflage, 1. Quartal 2021

ISBN 978-3-00-068848-5

Inhaltsverzeichnis

1. Planung - Statik, Verlegung und Auslegung Dehnungspolster	15
1.1 Dehnwege	15
1.2 Reibungskraft im Erdreich	15
1.3 Beanspruchung des Polyurethan-Hartschaumstoffs	15
1.4 Spannungen im erdverlegten Verbundrohr	16
1.4.1 Grundregel	16
1.5 Verlegung ohne Vorspannung	16
1.6 T- Abzweige	17
1.7 Festpunktelemente	17
1.8 Umgehung von Hindernissen	18
1.10 Bemessungstabellen für Dehnpolster	28
1.10.1 Bemessung für 90° L-Bogen	29
1.10.2 Bemessung für 60° L-Bogen	30
1.10.3 Bemessung für 45° L- Bogen	31
1.10.4 Bemessung für U-Bogen	32
1.10.5 Bemessung für Z-Bogen	33
2. Arbeitssicherheit	34
2.1 Technisches Regelwerk	34
2.2 Allgemeines	35
2.3. Schaumkomponenten	35
2.4 Transport zur Baustelle	35
2.5 Arbeitsschutzkleidung	36
2.6 Handhabung von Gasflaschen	36
2.7 Werkzeug	37
3. Tiefbau – Richtlinien und Abmessungen	38
3.1.1 Allgemeines	38
3.1.2 Vorschriften für Tätigkeiten in Gruben und Gräben	38
3.1.3 Lichte Mindestbreiten für Rohrgräben	40
3.1.4 Mindestgrabenabmessungen	42
3.1.5 Sicherung der Baugruben und Rohrgräben	43
3.1.6 Beispiele Rohrgräben und Verbau	44
3.1.7 Mindestabmessungen von Kopföchern	46
3.1.8 Grabenverbreiterung im Bereich der Dehnpolster	47
3.1.9 Schließen des Rohrgrabens	49
3.2 Transport, Abladen und Lagerung der Materialien	50

4. Rohrleitungsbau	55
4.1 Allgemeines	55
4.1.1 Montage der Kunststoffmantelrohre und Bauteile	56
4.1.2 Montageformteile	59
4.1.3 Verlegung mit Überwachungs- und Fehlerortungssystem	60
4.1.4 Übergabe an Muffenmontageunternehmen	60
5 Muffensysteme, Muffenmontagen und Mantelrohrverbindungen	61
5.1 Muffensysteme	61
5.1.1 Unvernetzte Abschrumpfmuffen	61
5.1.2 Vernetzte Abschrumpfmuffen	61
5.1.2 Elektroschweißmuffen	62
5.2 Arbeitsschritte bei unvernetzten Abschrumpfmuffen	62
5.3 Arbeitsschritte bei vernetzten Schruppmuffen	67
5.4 Arbeitsschritte bei Elektromuffen	72
6 Der Einsatz von Armaturen in Nah- und Fernwärmenetzen	80
6.1 Die richtige Auswahl der Armaturentype	84
6.2. Der richtige Einbau der Armaturen	84
6.3. Der richtige Betrieb von Armaturen	86
6.4. Wartung und Instandsetzung von Armaturen	90
6.5. Armaturen im direkten Erdeinbau	91
6.6. Schlusswort des Arbeitsausschusses Armaturen	94
7 Ausrüstung und Werkzeuge zur Muffenmontage	93
7.1 Allgemeine Informationen	93
7.2 Montage von Mantelrohrverbindungen und Montageformteilen	93
7.2.1 Erforderliches Werkzeug zur Muffenmontage gemäß FW 603	103
7.2.2 Zusatzwerkzeug zur Muffenmontage gemäß DVS 2212 - 4	105
8 Überwachungs- und Fehlerortungssysteme	106
8.1 Allgemeines	106
8.2 Nordisches System (EMS-System)/Cu-Draht-System	107
8.2.2 Aufbau und Funktionsweise	107
8.3 Widerstandsdraht-System/NiCr-Draht-System	112
8.3.2 Aufbau und Funktionsweise	112
8.4 Systeme mit Indikatoren	120
8.5 Überwachungs- und Ortungssysteme	122
8.5.1 Manuelle Überwachung	122
8.5.2 Stationäre Überwachung	124

8.5.2.1	Alarmierungssysteme	124
8.5.2.2	Monitoringsysteme	125
8.6	Planung und Dokumentation	127
9 Grundlagen der Polyurethanchemie		130
9.1.	Allgemeines	130
9.1.1	Polyolkomponente (A-Komponente)	130
9.1.1.1	Stabilisatoren	131
9.1.1.2	Katalysatoren	131
9.1.1.3	Treibmittel	132
9.1.1.4	Sonstige Additive	132
9.1.2	Isocyanat (B-Komponente)	132
9.2	Verarbeitung und Eigenschaften von PUR-Komponenten	133
9.2.1	Mischungsverhältnis	133
9.2.2	Reaktionszeiten	134
9.2.3	Rohdichte	134
9.2.3.1	Becherrohddichte	134
9.2.3.2	Kernrohddichte	135
9.2.3.3	Gesamtrohddichte	136
9.3	Typische Eigenschaften eines Muffenschaums	136
9.4	Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse	137
9.4.1	Einfluss der Komponententemperatur	137
9.4.1.1	Polyol- und/oder Isocyanat Komponente zu kalt (< 20 °C)	138
9.4.1.2	Polyol- und/oder Isocyanat-Komponente zu warm (> 20 °C)	138
9.4.2	Oberflächentemperatur	139
9.4.2.1	Medium- und/oder Mantelrohr zu kalt (< 15 °C)	139
9.4.2.2	Medium- und/oder Mantelrohr zu warm (> 50 °C)	140
9.4.3	Mischungsverhältnis	140
9.4.4	Einfluss der Mischqualität (schlechte Vermischung)	142
9.4.5	Einfluss von Wasser, Ölen, Fetten, Staub und Schmutz	143
9.5	Der Weg zum optimalen Schaum	144
9.6	Qualitätsüberprüfung	146
9.6.1	Praktische Prüfung vor Ort	146
9.6.1.1	Schaumaustritt	146
9.6.1.2	Erwärmung	147
9.6.1.2	Abklopfen der Muffe	147
9.6.2	Schaumprüfung nach EN 489:2009	148
9.7	Lagerung und Sicherheitsaspekte	148
9.7.1	Polyol-Komponente	149
9.7.2	Isocyanat-Komponente	149

10 Kunststoffschweißen in der Fernwärmetechnik	151
10.1 Einführung	151
10.2 Grundlagen	151
10.3 Schweißverfahren	152
10.3.1 Warmgasziehschweißen (WZ)	152
10.3.2 Warmgasextrusionsschweißen (WE)	155
10.3.3 Stopfenschweißen	158
11 Dehnungspolster	161
11.1 Allgemeines	161
11.1.1 Eigenschaften von Neopolen E	161
11.2 Abmessungen der Dehnungspolster Elemente	161
11.3 Anordnung der Dehnungspolster	162
11.3.1 Zuordnung der Einzelelemente zur Mantelrohrdimension	166
11.4 Anforderungen	167
11.4.1 Funktionale Anforderungen	167
11.4.2 Steifigkeit	168
11.4.3 Dehnungspolsterdicken	169
11.5 Montage der Dehnungspolster	169
12 Waddurchführungen und Dichtsysteme	174
12.1 Allgemeines und Voraussetzungen	174
12.1.1 Auswahl der geeigneten Dichtung. Was ist zu beachten!	176
12.2 Gängige Dichtungssysteme für Waddurchführungen	180
12.2.1 Labyrinth - Mauerdichtringe	180
12.2.2 Ringraumdichtungen Fernwärmeausführung	182
12.2.2.1 Montage von Ringraumdichtungen – was ist zu beachten	184
12.2.3 Gliederkettendichtungen	185
12.2.4 Schrumpfabdichtung vom Hülsrohr zum Mantelrohr	186
12.2.5 Abdichtmanschetten	187
12.2.5.1 Abdichtmanschette zum direkten Wandanschluss	187
12.2.6 Abdichtmanschette vom Hülsrohr zum Mantelrohr	189
12.2.7 Mauerhülsen	190
13. Dokumentation und Abnahme	191
14. Normen und technische Regelwerke	202

15 Stahlmantelrohre – Fernwärmeleitungen (SMR)	209	
15.1.1	Materialspezifikation - Standardbauteile	215
15.1.2	Stahlmantelrohr- Standardlängen (SL) bei Einrohrführung (I-RF)	218
15.1.3	Axialkompensatorendverschluss	220
15.1.4	Mauerdurchführungen	221
15.1.5	Voraussetzungen für die Gewährleitung	225
15.1.6	Abladen der Stahlmantelrohre	225
15.1.7	Lagern der Stahlmantelrohre	226
15.1.8	Verlegen der Baueinheiten	226
15.1.9	Vorspannung	228
15.1.10	Nachisolierung des Innenrohres (Baustellenverbindungen)	231
15.1.11	Mantelrohrverbindungen (Einsetzen von Passstücken)	232
15.1.12	Mantelrohrverbindungen (Beiziehen von Mantelrohren)	233
15.1.13	Prüfen der Mantelrohr-Nähte mittels Vakuum-Verfahren	234
15.1.14	Nachumhüllen von Mantelrohrverbindungen	234
15.1.15	Grundierung der Oberfläche mit Hilfe von Primer	234
15.1.16	Umhüllen der Oberflächen	235
15.1.17	Nachumhüllen von Mantelrohrverbindungen	236
15.1.18	Schema Grabenquerschnitt	237
16 Einführung flexible Rohrsysteme	238	
17 Flexible SMR aus nichtrostenden spiralgewellten metallischen Werkstoffen		
17.1	Sicherheit durch mehrschichtigen Korrosionsschutz	240
17.2	Der Vorteil dieser Verlegetechnik	244
17.3	Angaben für den Tiefbau	244
17.4	Grabenabmessungen	246
17.5	Abstand zu anderen Versorgungsleitungen	267
17.6	Verlegung durch Schutzrohre	268
18 Vorgesdämmte flexible Stahlrohre – Stahlflexrohre	273	
18.1	Anwendungen	273
18.2	Technische und mechanische Eigenschaften	274
18.3	Transport und Handhabung	275
18.4	Rohrgraben und Reibungsmaterial	277
18.5	Projektierungsrichtlinien	279

19 Vorgeämmte flexible PEX Rohre	284
19.1 Technische und mechanische Eigenschaften	286
19.2 Transport und Handhabung	287
19.3 Rohrgraben und Reibungsmaterial	288
19.4 Projektierungsrichtlinien	290
19.4 Anschluss an Hauptleitung	293
19.5 Hausanschlüsse	296
20 Aluminium und PEX (Alupex)	301
21 Mitgliederverzeichnis des BFW	318
22 Quellenverzeichnis	312
23 Unternehmenspräsentationen	

Vorwort

„Die Wahrheit liegt auf dem Platz...“



Auch wenn sich dieser unvergessene Satz von Otto Rehhagel eher auf die Vorhersagbarkeit eines Fußballspiels bezog, hat er auch im Fernwärmebau eine gewisse Gültigkeit. Denn auch hier ist eine genaue Planung vor Anpfiff genauso entscheidend wie die Fähigkeit, später auf dem (Bau-) Platz mithilfe der richtigen Mittel und Kenntnisse, auf Ungerplantes reagieren zu können.

Mit jedem Projekt spielen wir um das knappe Budget, um unsere Reputation, unsere Arbeitsplätze und nicht zuletzt um eine verlässliche Wärmeversorgung tausender Wohn- und Geschäftsräume. Jede Aktion muss daher so präzise, effizient und nachhaltig wie möglich sein!

Exakt hier kommt dieses Buch ins Spiel. Denn auf den folgenden Seiten finden Sie viele Informationen, die Ihnen bei der erfolgreichen Umsetzung Ihres Fernwärmeprojekts helfen werden.

Dieses Buch ist von Praktiker*innen für Praktiker*innen gemacht. Es soll Ihnen die täglichen und nicht alltäglichen Fakten für die Planung und Montage von Fernwärmeleitungen praxisorientiert veranschaulichen. Auch diese Neuauflage entstand wieder mit Hilfe einer Vielzahl von Autoren*innen, welche die Inhalte oft in ihrem Feierabend und am Wochenende prüften, aktualisierten und neu erstellten. Hierfür möchte ich mich an dieser Stelle auch im Namen des BFW-Vorstandes herzlich bedanken.

Dank gilt auch den beteiligten Unternehmen, welche die Realisierung des Buches durch Ihre Anzeigen finanzieren.

Diese verzichten im Übrigen strikt auf Produktwerbung innerhalb ihrer Artikel und stellen ihre geschäftlichen Interessen hinter einer gemeinsamen Motivation zurück; nämlich der, die Bedeutung der Fernwärme unter den Zukunftstechnologien zu bewahren und auszubauen. Dafür gibt es gute Gründe, denn nicht zuletzt ist und bleibt Fernwärme, gerade unter CO²-Emmissionsgesichtspunkten, die interessanteste Wärmequelle.

Sie als Netzspezialist*in wissen, dass ihr Werk nach seiner Vollendung für Jahrzehnte im Erdreich verschwindet. Vielleicht haben Sie sich ja schon einmal dabei ertappt, diesen Umstand zu bedauern. Aber auch wenn Ihre Leistung von Asphalt und Beton verborgen wird, hat sie dennoch einen positiven Einfluss auf Leben und Wohlergehen vieler.

Ist das nicht ein guter Grund, sich weiterhin und vielleicht sogar noch stärker für den Fernwärmebau zu engagieren!

Es grüßt Sie herzlich

Dr. Thomas Böhmer

Vorstandsvorsitzender des Bundesverband Fernwärmeleitungen e. V.

Der Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V. - ein Netzwerk aus starken Partnern.



Im Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V. - dem BFW - engagieren sich zahlreiche Unternehmen rund um den Fernwärmeleitungsbau aus Deutschland und den europäischen Nachbarländern. Unser Ziel ist es, für einen intensiven Erfahrungsaustausch zu sorgen, technische Entwicklungen aufzugreifen, zu erweitern und vor allem zu qualifizieren.

Innerhalb unserer themenspezifischen Arbeitsausschüsse werden ständig neue Ideen generiert und umfassende Standards und Arbeitshilfen für Planer und Praktiker erarbeitet. Insbesondere soll dadurch das Qualitätsbewusstsein geschärft und gestärkt werden.

Denn oft fehlt das Verständnis für fachspezifische Probleme und Herausforderungen, mit denen sich Beteiligte rund um den Fernwärmeleitungsbau beschäftigen. An dieser Stelle setzt der Bundesverband an und unterstützt als Kompetenznetzwerk mit seinem umfassenden Leistungsangebot:

- Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen (nach AGFW FW 603 und DVS 2212-4)
- BFW-Expertenforum
- Schnittstelle bei fachspezifischen Fragestellungen
- Bereitstellung von Arbeitshilfen
- Herausgeber „Das praktische Montagehandbuch“
- Herausgeber der digitalen „Rohrpost“
- regelmäßiger Erfahrungsaustausch im BFW-Arbeitskreis und der Arbeitsausschüsse
- Initiierung und Mitwirkung bei Forschungsvorhaben
- intensiver Austausch mit dem AGFW

Der Ihnen nun vorliegende Praxisleitfaden des BFW - Das praktische Montagehandbuch - strukturiert Basis- und fachspezifisches Wissen rund um den Fernwärmeleitungsbau und erfreut sich einer positiven Resonanz bereits in der 4. Auflage.

Dieses von Spezialisten geschriebene Grundlagenwerk umfasst alle wichtigen Bereiche und Regelwerke unter Berücksichtigung internationaler Normen. Der leicht verständliche Leitfaden soll Verantwortlichen in der Planung, Vergabe und Ausführung sowie Montage und Wartung von Nah- und Fernwärmanlagen als wertvoller Ratgeber dienen.

Zur Erweiterung Ihrer fachspezifischen Kenntnisse empfehlen wir die Teilnahme an unserem jährlich stattfindenden BFW-Expertenforum! In dieser Veranstaltungsreihe unter dem Motto „Von Experten - für Experten“ werden den Teilnehmern an zwei Tagen innovatives und technisches Fachwissen sowie Hilfestellungen zur Fehlervermeidung und zur systemischen Eigenkontrolle (jeglicher Bauausführungsschritte) vermittelt. Termine finden Sie auf unserer Homepage www.bfw-ev.de.

Der Bundesverband Fernwärme e.V. ist aber mehr als ein fachspezifischer Verband. Die Mitglieder des Verbandes stehen bereits seit vielen Jahren in einem engen, partnerschaftlichen Austausch. Durch das Engagement, das jeder Einzelne ehrenamtlich für diesen Verband leistet, wird das qualitätsorientierte Niveau unserer Arbeit erst möglich.

Ich bin stolz und freue mich sehr, dass mir das Vertrauen geschenkt wird, den BFW als Arbeitskreisvorsitzender weiterzuentwickeln und zu beraten. Bereits seit 1996 bin ich auf verschiedenen Ebenen mit dem Thema „Fernwärme“ vertraut und auch ich lerne jeden Tag Neues dazu.

Ich lade Sie hiermit herzlich ein, mit mir - und vor allem dem Bundesverband Fernwärme e.V. - in einen intensiven Dialog zu treten und gemeinsam mit Ihnen und Ihrer Erfahrung die Qualität im Fernwärmeleitungsbau zu verbessern.

Ihr Oliver Vollmann

Arbeitskreisvorsitzender des Bundesverband Fernwärmeleitungen e.V.

1 Planung - Statik, Verlege- u. Anbindungsvarianten und Auslegung Dehnungspolster

1.1 Dehnwege

Für alle nachfolgenden Überlegungen betrachten wir als Leitungslänge l den Abstand von einem frei beweglichen Leitungsende (Richtungsänderung oder Kompensator) bis zur betrachteten Stelle, bis zu einem Festpunktbauteil oder bis zu einem natürlichen Festpunkt (in der Regel in der Mitte einer geraden Strecke).

1.2 Reibungskraft im Erdreich

Bei jeder Verschiebung der Leitung im Erdreich greift am Mantelrohr eine Reibungskraft F_R an, die der Bewegungsrichtung entgegengerichtet ist. Diese Reibungskraft hängt vom Mantelrohrdurchmesser, der Reibungszahl des Sandes zum PE-Mantelrohr und vom am Umfang gemittelten Erddruck sowie vom Rohreigengewicht ab (mit oder ohne Wasserfüllung). Der mittlere Erddruck wird von der Verlegetiefe, der Erddichte und vom Verdichtungsgrad beeinflusst. Eine gute Verdichtung im Rohrbereich setzt eine hohlraumfreie Unterfüllung der Rohre und eine verdichtungsfähige Grabensohle voraus.

Die effektive Reibungszahl ist von der Kornform und der Kornverteilung sowie vom Wassergehalt des Verfüllsandes abhängig. Besonders große Streuungen der Reibungskräfte treten auf, wenn der ans Rohr grenzende Sand bindige Bestandteile enthält.

1.3 Beanspruchung des Polyurethan-Hartschaumstoffs

Bei kleinen und mittleren Nennweiten (bis ca. DN 200) ist für die zulässigen Erd- und Verkehrslasten vorwiegend die Druckfestigkeit des PUR-Hartschaumstoffs maßgebend.

Größere Rohre werden bei Überlastung insgesamt deformiert, sie werden aber durch den Verbund zwischen Mediumrohr und Mantelrohr mit dem Durchmesser zunehmend verstärkt. Bis DN 600 wird die Belastbarkeit durch das Verformungsvermögen des PUR-Hartschaums bestimmt.

Bei den in der Praxis üblichen Anwendungsfällen besteht eine hohe Sicherheit gegen Überlastung durch Erd- und Verkehrslasten.

1.4 Spannungen im erdverlegten Verbundrohr

Die am PE-Mantelrohr angreifenden Reibungskräfte werden durch den Verbund auf das Stahlrohr übertragen. Hier summieren sie sich je nach Bewegungsrichtung vom freien Leitungsende her als Zug- oder Druckspannungen auf oder verändern die hier von vorhergehenden Bewegungen vorhandenen Spannungsverhältnisse.

1.4.1 Grundregel

Längs der Rohrachse kann sich ohne Festpunkt die Längskraft nur um die pro laufenden Meter wirksame Reibungskraft erhöhen oder reduzieren.

Da sich im Haftbereich die Längskräfte nicht ändern, wirkt hier keine Reibungskraft und Scherbeanspruchung. Umgekehrt folgt daraus, dass sich in Schutzrohren auch bei deren Anordnung im Gleitbereich wegen der fehlenden Reibungskraft die Längskräfte im Rohr nicht ändern, wohl aber I und ΔI .

1.5 Verlegung ohne Vorspannung

Der bei der Verlegung vorhandene spannungslose Zustand wird nach Inbetriebnahme nie wieder erreicht.

Bei der Erwärmung entstehen Druckspannungen, welche die Länge gegenüber der freien Ausdehnung reduzieren, bei der Abkühlung entstehen Zugspannungen, welche die Länge gegenüber dem ehemals spannungslosen Zustand erhöhen. Bei Zwischentemperaturen können je nach vorausgegangenem Temperaturverlauf völlig verschiedene Spannungsverteilungen längs der Rohrachse vorliegen. Allein aus einer momentan gemessenen Temperatur kann nicht der tatsächliche Dehnweg errechnet werden und aus einem bei einer Zwischentemperatur gemessenen Dehnweg nicht die Reibungskraft (Hysterese).

Eindeutige Verhältnisse liegen nur bei der höchsten und der niedrigsten Temperatur vor. Die erste Dehnbewegung aus dem spannungslosen Zustand

heraus ist am größten. Für diese müssen die Dehnschenkel ausgelegt werden. Sie werden im Betrieb nur nach einer Seite genutzt. Eine mechanische Vorspannung der Dehnschenkel könnte eine Reduzierung der erforderlichen Dehnzonendicke, eine Verminderung der Dehnschenkel-längen bewirken. Da man den vorzuspannenden Bogen meist nicht an der optimalen Stelle trennen kann, müssten an der Verbindungsstelle außer Kräften Biegemomente eingebracht werden, da der Bogen sonst nach 50 % Dehnweg nicht spannungsfrei wird.

1.6 T- Abzweige

Die Stahlteile der T-Stücke sind so auszubinden, dass sie weder für die Beanspruchung durch Innendruck noch durch die Längskräfte eine unzulässige Schwächung darstellen.

Um die Biegespannungen durch den Höhenversprung in den zulässigen Grenzen zu halten, dürfen bei kleinen und mittleren Abzweigdurchmessern maximal 6 m lange Abzweigleitungen direkt auf die Hauptleitung münden. Längere Abzweige benötigen einen Dehnschenkel. Ausnahmen sind möglich, wenn bei geringem Durchmesserunterschied die Hauptleitung durch Dehnzonen ausreichend querelastisch gemacht werden kann.

1.7 Festpunktelemente

Bei erdverlegten Verbundmantelrohren sind im Regelfall keine Festpunktelemente erforderlich, unabhängig davon, ob ein Haftbereich vorliegt oder nicht. Werden aber Festpunktelemente montiert, dann sind diese meist für sehr große Kräfte auszulegen. Das ist z. B. auch bei wechselnder Verlegung im Erdbereich und im Kanal zu beachten.

Die Längskraft sinkt nur dort auf 0 bzw. auf den vom Innendruck herrührenden Betrag ab, wo eine unbehinderte Ausdehnung erfolgen kann. Es ist immer einfacher, die Restdehnung des erdverlegten Teils im Kanal aufzunehmen, als umgekehrt.

Festpunktelemente sind in der erdverlegten Leitung dann erforderlich, wenn sonst ein ständiges einseitiges Wandern der Leitung auftreten würde. Dies kann durch eine entsprechende Betriebsweise oder durch besondere Einbauverhältnisse ausgelöst werden.

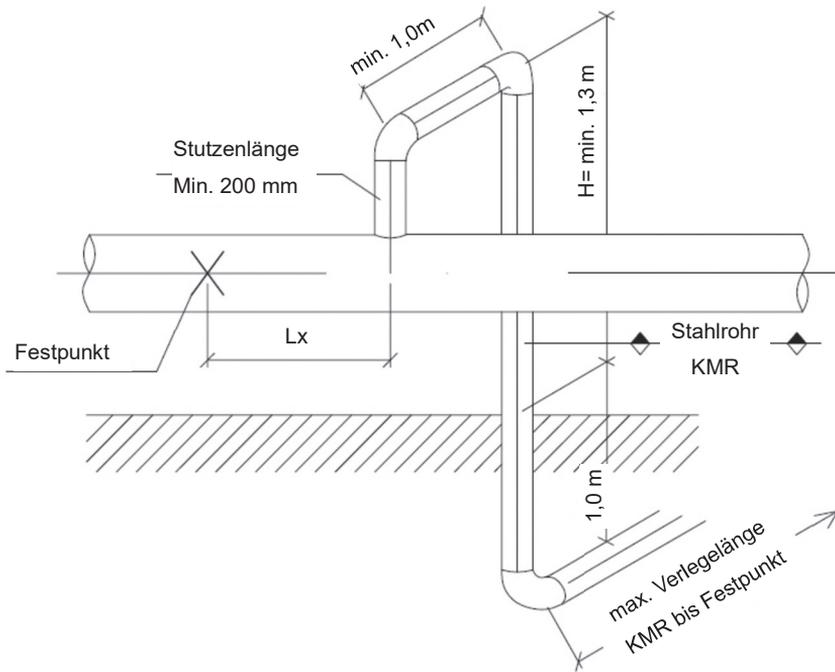
1.8 Umgehung von Hindernissen

Muss mit der Leitung ein Hindernis umgangen werden, dann kann dies im einfachsten Fall durch einen Z-Versprung geschehen. Dabei ist erforderlich, dass der Versprung entweder so groß ist, dass er die von beiden Seiten ankommende Dehnung elastisch aufnehmen kann, oder er muss so gering sein, dass er die vom nächsten freien Ende her aufsummierte Reibungskraft ohne Überschreitung der zulässigen Biegebeanspruchung übertragen kann. Letzteres ist in der Praxis selten möglich. Dies gilt im Prinzip für horizontale, vertikale oder schräge Versprünge.

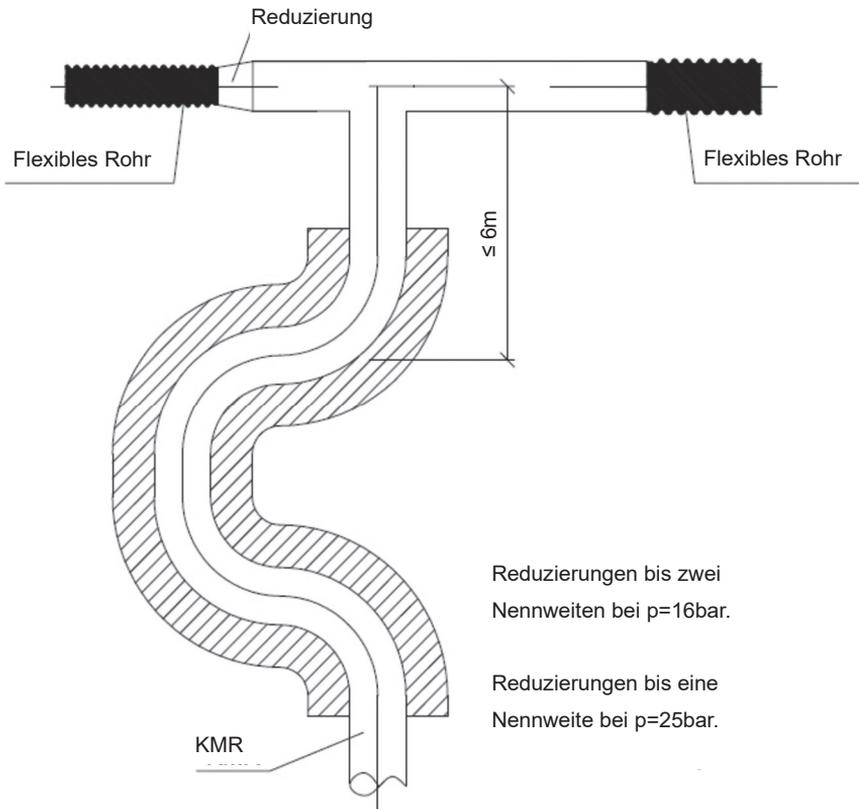
Höhen-sprünge sind zur Dehnungsaufnahme meist zu klein. Hier bietet es sich an, den kleinen Höhengsprung mit einem entsprechend großen seitlichen Versprung zusammenzufassen.

Eine kostengünstige Lösung ist oft die Umgehung mit einem aus mehreren 3° -Knicken gebildeten S-Bogen. Ein 3° -Knick bewirkt bei einem 6-m-Stab einen Versprung von über 0,3 m, 2 Knicke von 3° im Abstand von je 6 m ergeben bereits über 0,9 m Versprung, d. h. mit 3 Stäben à 6 m ergibt sich ein seitlicher Versprung von 1,25 m.

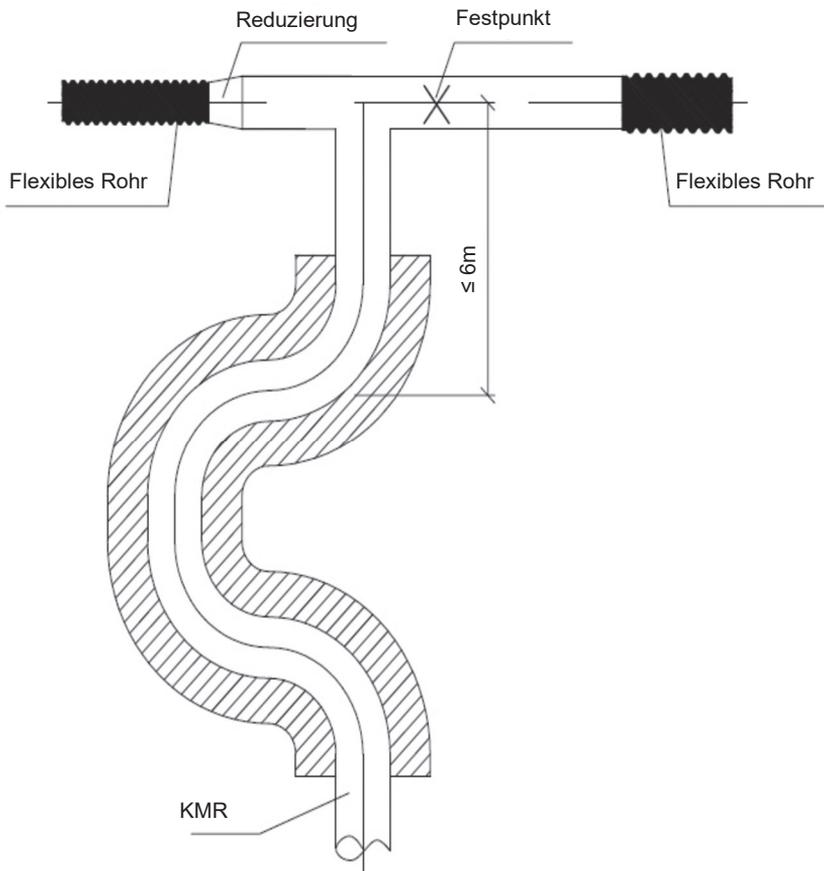
1.9 Verlege- und Anbindungsvarianten



Anbindung von KMR-Leitungen an bestehende Freileitungen



Berücksichtigung von Reduzierungen ohne Festpunkt



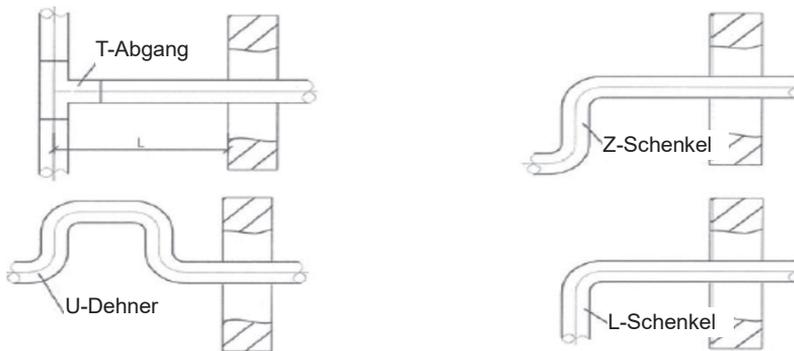
Berücksichtigung von Reduzierungen mit Festpunkt

Spannungsfreie erdverlegte Systeme bei der Einführung in Bauwerke, Kanäle und Hauseinführungen.

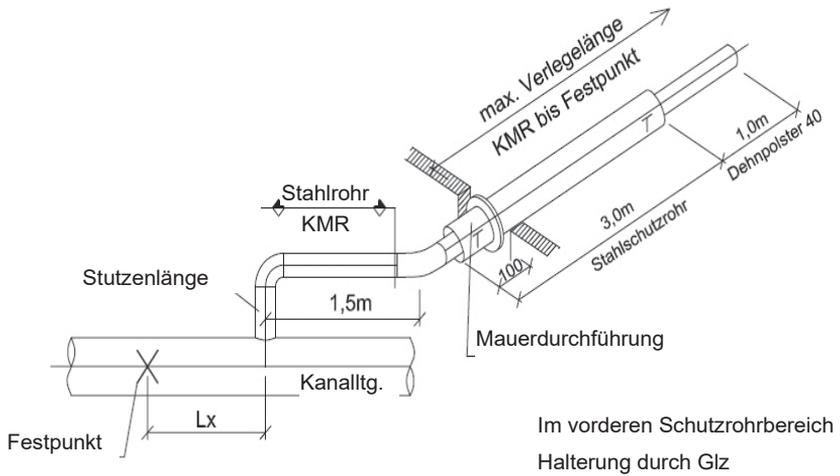
Entsprechend den statischen Erfordernissen und den örtlichen Gegebenheiten ist vor dem Hauseintritt ein Dehnungselement anzuordnen, als Z-Schenkel, L-Schenkel oder U-Dehner.

Bei einem T-Abgang beträgt L max. 6m, bei größeren Abständen ist dann ein Dehnungselement vorzusehen.

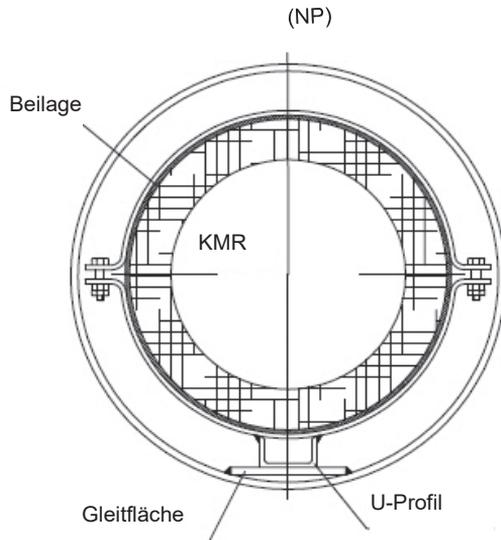
Bei drückendem Wasser bzw. Schichtwasser erfolgt die Ringraumdichtung



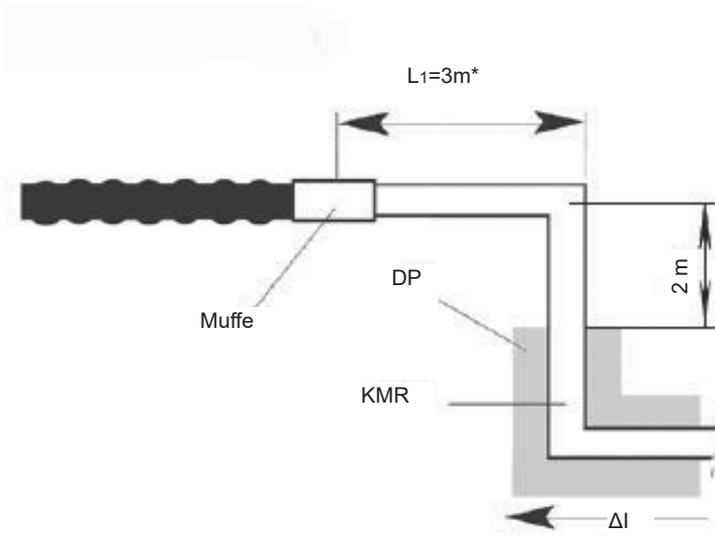
Einführung von Spannungsfreien Systemen



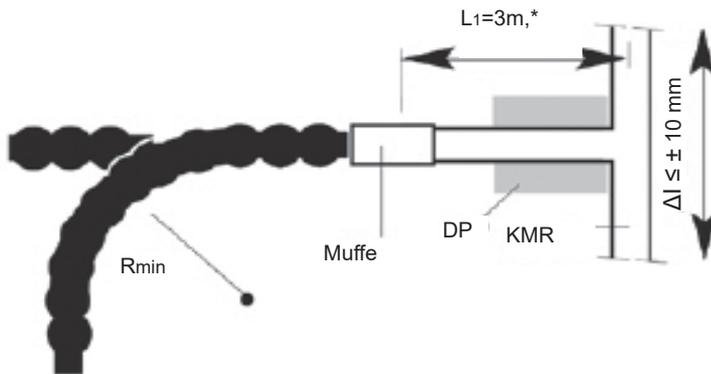
Gleitlagerausführung
Abstand vom Schutzrohranfang bzw.
- ende 100mm Abstand



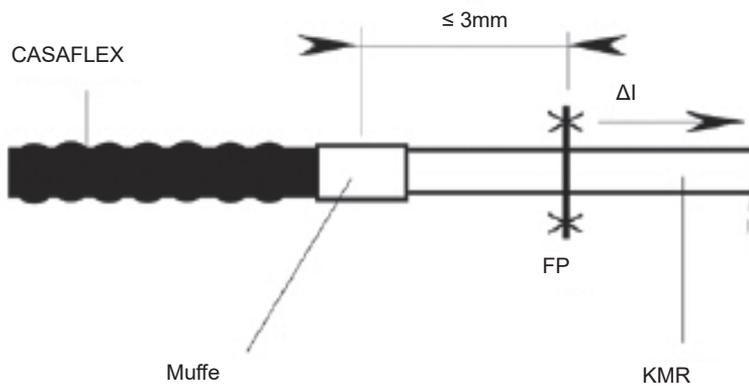
Anbindung von KMR-Leitungen an bestehende Kanalleitungen



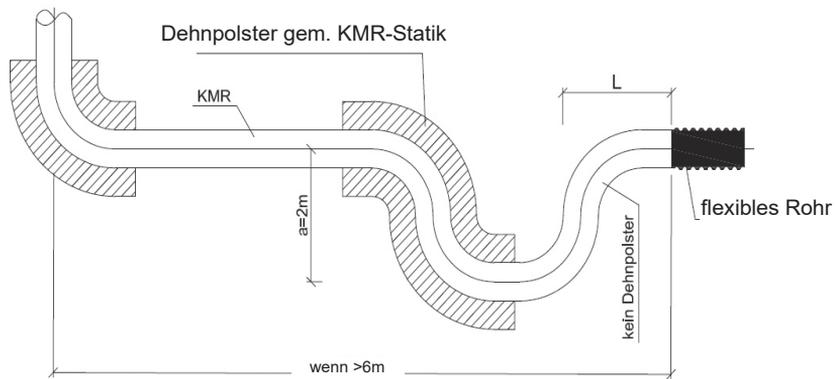
KMR-Schnittstelle mit flexiblem Rohr-Übergang mit Z-Dehnungsbogen



KMR -Schnittstelle mit flexiblem Rohr - Übergang am T Abzweig

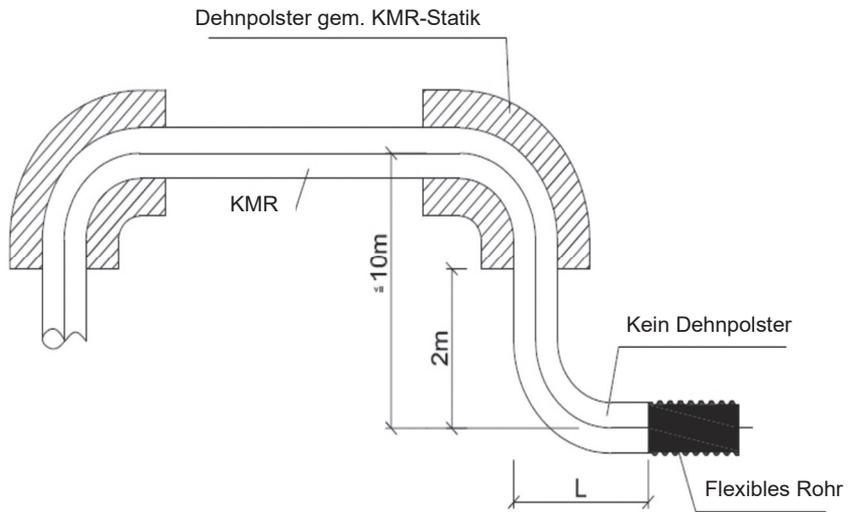


KMR-Schnittstelle mit flexiblem Rohr-Übergang mit Festpunkt



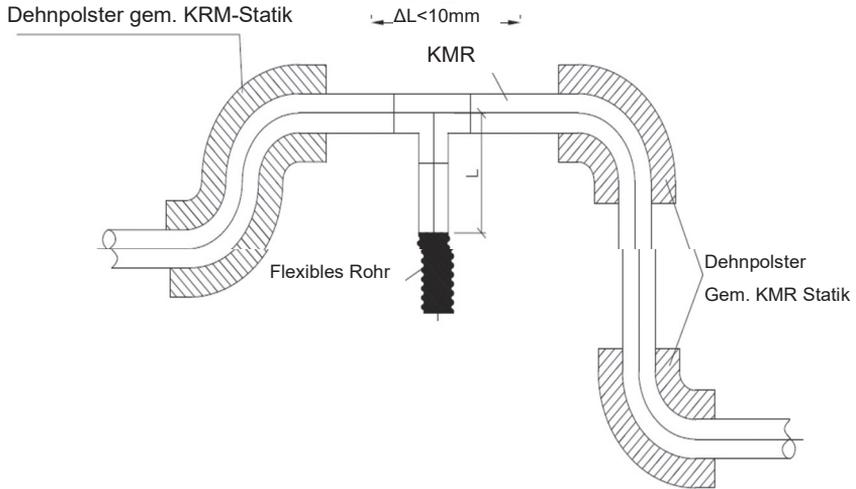
KMR-Schnittstelle mit flexiblem Rohr U-Dehnungsbogen

Maß L = Vorgaben des Systemherstellers beachten



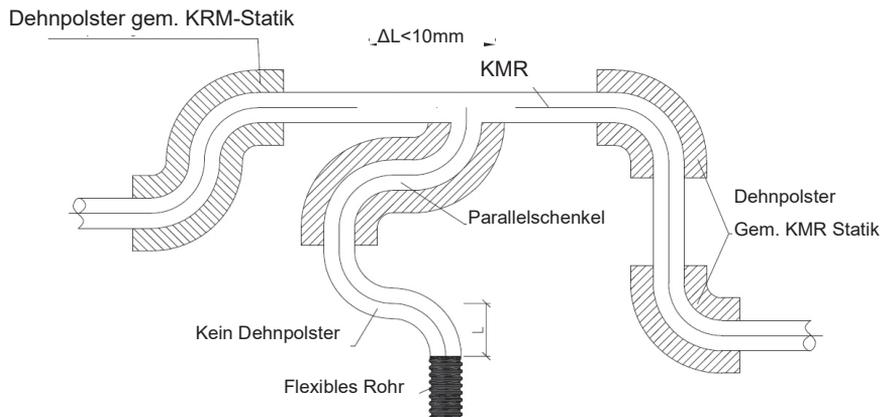
KMR-Schnittstelle mit flexiblem Rohr Z-Dehnungsbogen

Maß L = Vorgaben des Systemherstellers beachten



KMR-Schnittstelle mit flexiblem Rohr - 45° T-Abzweig

Maß L = Vorgaben des Systemherstellers beachten



KMR-Schnittstelle mit flexiblem Rohr-Parallelabzweig

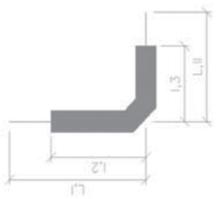
Maß L = Vorgaben des Systemherstellers

1.10 Bemessungstabellen für Dehnungspolster

Schenkel-L.	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	Dehnungspolster
10m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	30 mm
15m	1,0 m	1,1 m	1,1 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	40 mm
20 m	1,1 m	1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	50 mm					
25 m	1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,8 m	60 mm				
30 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,8 m	1,9 m	2,1 m	2,2 m	2,2 m	2,2 m	2,2 m	70 mm
35 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,3 m	2,4 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	80 mm
40 m	1,6 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,3 m	2,5 m	2,7 m	2,8 m	2,7 m	2,8 m	90 mm
45 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,3 m	2,5 m	2,7 m	2,8 m	3,0 m	3,2 m	3,3 m	100 mm
50 m	1,7 m	1,9 m	2,1 m	2,2 m	2,4 m	2,6 m	2,8 m	3,0 m	3,3 m	3,3 m	3,5 m	120 mm
55 m	1,7 m	2,0 m	2,2 m	2,3 m	2,5 m	2,7 m	2,9 m	3,1 m	3,3 m	3,3 m	3,5 m	Rundum-P. 60 mm
60 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,4 m	2,6 m	2,8 m	3,0 m	3,2 m	3,5 m	3,5 m	3,6 m	45mm vorsp.
65 m	1,9 m	2,1 m	2,3 m	2,5 m	2,6 m	2,9 m	3,1 m	3,3 m	3,6 m	3,6 m	3,8 m	Rundum-P. 70 mm
70 m	1,9 m	2,2 m	2,3 m	2,5 m	2,7 m	3,0 m	3,2 m	3,4 m	3,7 m	3,7 m	4,0 m	50mm vorsp.
75 m	1,9 m	2,3 m	2,4 m	2,5 m	2,7 m	3,1 m	3,3 m	3,5 m	3,9 m	3,9 m	4,1 m	Rundum-P. 80 mm
80 m	1,9 m	2,3 m	2,4 m	2,6 m	2,7 m	3,1 m	3,4 m	3,6 m	4,0 m	4,0 m	4,2 m	Rundum-P. 90 mm
85 m		2,3 m	2,5 m	2,6 m	2,8 m	3,2 m	3,5 m	3,7 m	4,1 m	4,1 m	4,3 m	120 mm
90 m		2,5 m	2,6 m	2,8 m	2,8 m	3,3 m	3,6 m	3,8 m	4,2 m	4,2 m	4,5 m	60 mm
95 m		2,5 m	2,6 m	2,8 m	2,8 m	3,3 m	3,7 m	3,9 m	4,3 m	4,3 m	4,6 m	45mm vorsp.
100 m		2,5 m	2,6 m	2,8 m	2,8 m	3,3 m	3,7 m	4,0 m	4,3 m	4,3 m	4,6 m	Rundum-P. 70 mm
105 m			2,6 m	2,8 m	2,9 m	3,3 m	3,8 m	4,0 m	4,5 m	4,5 m	4,8 m	50mm vorsp.
110 m			2,6 m	2,8 m	2,9 m	3,4 m	3,8 m	4,1 m	4,6 m	4,6 m	4,9 m	Rundum-P. 80 mm
115 m				2,8 m	2,9 m	3,4 m	3,9 m	4,1 m	4,7 m	4,7 m	5,0 m	60mm vorsp.
120 m				2,8 m	2,9 m	3,4 m	3,9 m	4,2 m	4,7 m	4,7 m	5,1 m	
125 m				2,9 m	2,9 m	3,4 m	3,9 m	4,2 m	4,8 m	4,8 m	5,1 m	
130 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,8 m	4,8 m	5,2 m	
135 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
140 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
145 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
150 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
155 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
160 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
165 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
170 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	Rundum-P. 90 mm
175 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	65mm vorsp.
180 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
185 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
190 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
195 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
200 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
205 m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	

1.10.1 Bemessung für 90° L-Bogen

Schenkel-L. L _I = L _{II}	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	Dehnungspolster Dicke
10m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	0,8 m	30 mm
15m	1,0 m	1,1 m	1,1 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	30 mm
20m	1,1 m	1,1 m	1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,5 m	40 mm					
25m	1,2 m	1,3 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,8 m	40 mm				
30m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,8 m	1,9 m	2,1 m	2,2 m	2,2 m	2,2 m	2,2 m	50 mm
35m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,3 m	2,4 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	60 mm
40m	1,6 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,3 m	2,5 m	2,5 m	2,7 m	2,7 m	2,8 m	70 mm
45m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,3 m	2,5 m	2,7 m	2,8 m	2,9 m	2,9 m	3,0 m	80 mm
50m	1,7 m	1,9 m	2,1 m	2,2 m	2,4 m	2,6 m	2,8 m	3,0 m	3,2 m	3,2 m	3,3 m	80 mm
55m	1,7 m	2,0 m	2,2 m	2,3 m	2,5 m	2,7 m	2,9 m	3,1 m	3,3 m	3,3 m	3,5 m	90 mm
60m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,4 m	2,6 m	2,8 m	3,0 m	3,2 m	3,4 m	3,4 m	3,6 m	90 mm
65m	1,9 m	2,1 m	2,3 m	2,5 m	2,7 m	2,9 m	3,1 m	3,3 m	3,5 m	3,5 m	3,8 m	90 mm
70m	1,9 m	2,2 m	2,4 m	2,5 m	2,7 m	3,0 m	3,2 m	3,4 m	3,7 m	3,7 m	4,0 m	100 mm
75m	1,9 m	2,3 m	2,4 m	2,5 m	2,7 m	3,1 m	3,3 m	3,5 m	3,9 m	3,9 m	4,1 m	100 mm
80m	1,9 m	2,3 m	2,4 m	2,6 m	2,7 m	3,1 m	3,4 m	3,6 m	4,0 m	4,0 m	4,2 m	120 mm o. RP-60 mm
85m	2,3 m	2,3 m	2,5 m	2,6 m	2,8 m	3,2 m	3,5 m	3,7 m	4,1 m	4,1 m	4,3 m	120 mm o. RP-60 mm
90m	2,3 m	2,3 m	2,5 m	2,6 m	2,8 m	3,2 m	3,5 m	3,8 m	4,2 m	4,2 m	4,5 m	120 mm o. RP-60 mm
95m	2,3 m	2,3 m	2,5 m	2,6 m	2,8 m	3,3 m	3,6 m	3,9 m	4,3 m	4,3 m	4,6 m	45mm vorsp.
100m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	2,6 m	2,8 m	3,3 m	3,7 m	3,9 m	4,3 m	4,3 m	4,6 m	RP-70 mm
105m			2,6 m	2,6 m	2,9 m	3,3 m	3,7 m	4,0 m	4,4 m	4,4 m	4,7 m	50mm vorsp.
110m			2,6 m	2,6 m	2,9 m	3,3 m	3,8 m	4,0 m	4,5 m	4,5 m	4,8 m	50mm vorsp.
115m					2,9 m	3,4 m	3,8 m	4,1 m	4,6 m	4,6 m	4,9 m	
120m					2,9 m	3,4 m	3,9 m	4,1 m	4,7 m	4,7 m	5,0 m	
125m						3,4 m	3,9 m	4,2 m	4,7 m	4,7 m	5,1 m	RP-80 mm
130m						3,4 m	3,9 m	4,2 m	4,8 m	4,8 m	5,1 m	60mm vorsp.
135m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,8 m	4,8 m	5,2 m	
140m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
145m						3,4 m	3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	
150m							3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,4 m	
155m							3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,4 m	
160m							3,9 m	4,3 m	4,9 m	4,9 m	5,5 m	
165m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	RP-90 mm
170m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	65mm vorsp.
175m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
180m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
185m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
190m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,5 m	
195m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,6 m	
200m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,6 m	
205m							4,3 m	4,3 m	5,0 m	5,0 m	5,6 m	

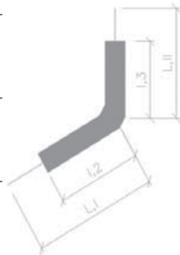


Erklärung:
T-Stücke ohne Verstärkung möglich
Beispiel: DN 65 bis 56m

Halbbereich

1.10.2 Bemessung für 60° L-Bogen

Schenkel-L. L ₁ , l = L ₂ , l	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	Dehnpolster Dicke
5 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	40 mm
10 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m	40 mm
15 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m	1,9 m	1,9 m	1,9 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m	40 mm
20 m	2,3 m	2,3 m	2,3 m	2,3 m	2,5 m	60 mm						
25 m	2,9 m	2,9 m	2,9 m	2,9 m	3,1 m	3,1 m	3,1 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m	60 mm
30 m	3,4 m	3,4 m	3,4 m	3,4 m	3,7 m	3,7 m	3,7 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m	80 mm
35 m	3,7 m	3,7 m	3,7 m	3,7 m	4,0 m	80 mm						
40 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,3 m	4,3 m	4,3 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	100 mm
45 m	4,3 m	4,3 m	4,3 m	4,3 m	4,6 m	4,6 m	4,6 m	5,0 m	5,0 m	5,0 m	5,0 m	120 mm *)
50 m	4,6 m	4,6 m	4,6 m	4,6 m	5,0 m	5,0 m	5,0 m	5,2 m	5,2 m	5,2 m	5,2 m	RP, 80mm, 60mm vorsp.
55 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	5,3 m	5,3 m	5,3 m	5,5 m	5,5 m	5,5 m	5,5 m	60mm vorsp.
60 m	5,2 m	5,2 m	5,2 m	5,2 m	5,6 m	5,6 m	5,6 m	5,9 m	5,9 m	5,9 m	5,9 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.
65 m	5,5 m	5,5 m	5,5 m	5,5 m	5,9 m	5,9 m	5,9 m	6,2 m	6,2 m	6,2 m	6,2 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.
70 m	5,8 m	5,8 m	5,8 m	5,8 m	6,2 m	6,2 m	6,2 m	6,3 m	6,3 m	6,3 m	6,3 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.
75 m	6,1 m	6,1 m	6,1 m	6,1 m	6,5 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
80 m	6,4 m	6,4 m	6,4 m	6,4 m	6,8 m	6,8 m	6,8 m	7,0 m	7,0 m	7,0 m	7,0 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.
85 m	6,7 m	6,7 m	6,7 m	6,7 m	7,1 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
90 m	7,0 m	7,0 m	7,0 m	7,0 m	7,4 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
95 m	7,3 m	7,3 m	7,3 m	7,3 m	7,7 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
100 m	7,6 m	7,6 m	7,6 m	7,6 m	8,0 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
105 m	7,9 m	7,9 m	7,9 m	7,9 m	8,3 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
110 m	8,2 m	8,2 m	8,2 m	8,2 m	8,6 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
115 m	8,5 m	8,5 m	8,5 m	8,5 m	8,9 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
120 m	8,8 m	8,8 m	8,8 m	8,8 m	9,2 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
125 m	9,1 m	9,1 m	9,1 m	9,1 m	9,5 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
130 m	9,4 m	9,4 m	9,4 m	9,4 m	9,8 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
135 m	9,7 m	9,7 m	9,7 m	9,7 m	10,1 m	10,1 m	10,1 m	10,1 m	10,1 m	10,1 m	10,1 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.
140 m	10,0 m	10,0 m	10,0 m	10,0 m	10,4 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
145 m	10,3 m	10,3 m	10,3 m	10,3 m	10,7 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
150 m	10,6 m	10,6 m	10,6 m	10,6 m	11,0 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
155 m	10,9 m	10,9 m	10,9 m	10,9 m	11,3 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
160 m	11,2 m	11,2 m	11,2 m	11,2 m	11,6 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
165 m	11,5 m	11,5 m	11,5 m	11,5 m	11,9 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
170 m	11,8 m	11,8 m	11,8 m	11,8 m	12,2 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
175 m	12,1 m	12,1 m	12,1 m	12,1 m	12,5 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
180 m	12,4 m	12,4 m	12,4 m	12,4 m	12,8 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
185 m	12,7 m	12,7 m	12,7 m	12,7 m	13,1 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
190 m	13,0 m	13,0 m	13,0 m	13,0 m	13,4 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
195 m	13,3 m	13,3 m	13,3 m	13,3 m	13,7 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						
200 m	13,6 m	13,6 m	13,6 m	13,6 m	14,0 m	RP, 100mm, 70mm vorsp.						



Erklärung:
xxx max. Verlegelängen L₁, L₂

*) 120mm, RP 60mm, 45mm verspannen

RP - Rundumpolster

1.10.3 Bemessung für 45° L- Bogen

Schenkel-L. L ₁ = L ₂ , l ₁	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	Dehnpolster Dicke
5 m	0,8 m	0,9 m	0,9 m	0,9 m	0,9 m	1,1 m	1,1 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m	40mm
10 m	1,5 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m	1,8 m	2,0 m	60mm					
15 m	10,0 m	10,0 m	10,0 m	10,0 m	2,6 m	2,3 m	2,3 m	2,8 m	2,8 m	2,8 m	2,8 m	80mm
20 m					15,0 m	15,0 m	3,5 m	3,8 m	3,8 m	3,8 m	3,8 m	100mm
25 m							20,0 m	4,8 m	4,8 m	4,8 m	4,8 m	120mm *)
30 m								25,0 m	5,7 m	5,7 m	5,7 m	RP 70mm
35 m									30,0 m	6,6 m	6,6 m	50mm vosp.
40 m										7,5 m	7,5 m	
45 m										40,0 m	40,0 m	
50 m												
55 m												
60 m												
65 m												
70 m												
75 m												
80 m												
85 m												
90 m												
95 m												
100 m												
105 m												
110 m												
115 m												
120 m												
125 m												
130 m												
135 m												
140 m												
145 m												
150 m												
155 m												
160 m												
165 m												
170 m												
175 m												
180 m												
185 m												
190 m												
195 m												
200 m												



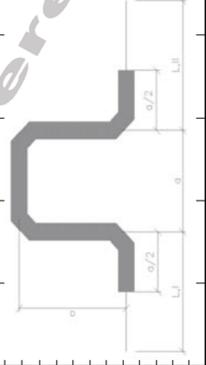
Häftereichen

*) 120mm, RP 60mm 45mm vosp.
RP - Rundumpolster

xxx max. Verlegelängen L₁, L₂, l₁

1.10.4 Bemessung für U-Bogen

Schenkel-L. L ₁ , L ₂ , II	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	Dehnpolster- Dicke
10m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	30 mm
15m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	40 mm
20 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	50 mm
25 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	60 mm
30 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	80 mm
35 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	90 mm
40 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	100 mm
45 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	120 mm
50 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	160 mm
55 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	180 mm
60 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	200 mm
65 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	250 mm
70 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	300 mm
75 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	350 mm
80 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	400 mm
85 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,7 m	1,8 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,2 m	2,3 m	450 mm
90 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,7 m	1,8 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,2 m	2,3 m	500 mm
95 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,2 m	2,3 m	550 mm
100 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,8 m	1,9 m	2,1 m	2,1 m	2,3 m	2,3 m	2,4 m	600 mm
105 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,2 m	2,1 m	2,4 m	2,4 m	2,5 m	650 mm
110 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,2 m	2,1 m	2,4 m	2,4 m	2,5 m	700 mm
115 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	750 mm
120 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	800 mm
125 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	850 mm
130 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	900 mm
135 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	950 mm
140 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1000 mm
145 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1050 mm
150 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1100 mm
155 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1150 mm
160 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1200 mm
165 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1250 mm
170 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1300 mm
175 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1350 mm
180 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1400 mm
185 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1450 mm
190 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1500 mm
195 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1550 mm
200 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1600 mm
205 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,8 m	2,1 m	2,3 m	2,2 m	2,5 m	2,5 m	2,6 m	1650 mm



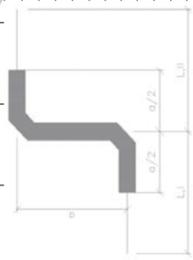
Kaltberechnung

Erklärung:
T-Stücke ohne Verstärkung möglich
Beispiel: DN 65 bis 60m

1.10.5 Bemessung für Z-Bogen

Schenkel-L. L ₁ L ₂ L ₃	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	Dehnungspolster Dicke
10m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	30 mm
15m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	30 mm
20 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	30 mm
25 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	30 mm
30 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,5 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	40 mm
35 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,7 m	1,7 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	40 mm
40 m	1,4 m	1,5 m	1,5 m	1,6 m	1,7 m	1,7 m	1,8 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	60mm
45 m	1,4 m	1,6 m	1,6 m	1,7 m	1,8 m	1,8 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	70 mm
50 m	1,4 m	1,7 m	1,7 m	1,8 m	1,9 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	80 mm
55 m	1,4 m	1,7 m	1,8 m	1,9 m	2,0 m	2,0 m	2,1 m	2,1 m	2,2 m	2,1 m	2,3 m	90mm
60 m	1,4 m	1,7 m	1,9 m	2,0 m	2,1 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	2,4 m	2,3 m	2,5 m	100mm
65 m	1,4 m	1,7 m	1,9 m	2,1 m	2,2 m	2,3 m	2,4 m	2,5 m	2,6 m	2,5 m	2,8 m	dp=120mm,)
70 m	1,4 m	1,7 m	2,0 m	2,2 m	2,3 m	2,4 m	2,5 m	2,6 m	2,7 m	2,6 m	2,8 m	70mm
80 m	1,4 m	1,7 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,4 m	2,5 m	2,6 m	2,7 m	2,6 m	2,8 m	90mm vorsp.
85 m	1,4 m	1,7 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,5 m	2,7 m	2,8 m	2,9 m	2,8 m	2,9 m	80mm vorsp.
90 m	1,7 m	1,7 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,6 m	2,7 m	2,8 m	2,9 m	2,8 m	2,9 m	60mm vorsp.
95 m	1,7 m	1,7 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,8 m	2,9 m	3,0 m	2,9 m	3,0 m	
100 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,1 m	3,2 m	3,1 m	3,2 m	
105 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,4 m	3,2 m	3,4 m	
110 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,5 m	3,2 m	3,5 m	
115 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
120 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
125 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
130 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
135 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
140 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
145 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
150 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
155 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
160 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
165 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
170 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
175 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
180 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
185 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
190 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
195 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
200 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	
205 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,2 m	2,4 m	2,7 m	2,9 m	3,2 m	3,6 m	3,2 m	3,5 m	

*) Rundlump., dp=60mm (45mm vorsp.)
 Erklärung:
 T-Stücke ohne Verstärkung möglich
 Beispiel: DN 65 bis 58m



Autor des Kapitels

Ronald Schröder, IFW Deuben

2. Arbeitssicherheit

2.1 Technisches Regelwerk

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
BGI 5515	Persönliche Schutzausrüstung
BGI – GUV – 18524	Gefährdungsbeurteilungen
BGR 133	Brandschutz Ausrüstung mit Feuerlöscher
BGV A 1 :2005	Unfallverhütungsvorschriften
BGV A 3:1997 (aktualisierte Nachdruckfassung 2005)	Elektrisch Anlagen und Betriebsmittel
BGV D 36:2006	Leitern und Tritte
BG RCI	Gis Chem Gefahrstoff- Informationssystem
DIN 4124:2002	Ausführung der Baugruben
Sicherheitsdatenblatt	Polyol-Komponente
Sicherheitsdatenblatt	Isocyanat-Komponente
TRGS 430	Technische Regeln für Gefahrstoffe
VDS 2869: 2006-06	Umgang mit Flüssiggasflaschen

2.2 Allgemeines

2.2.1 Schaumkomponenten

Der verwendete Stoff Polyol-Komponente A ist Gefahrstoff im Sinne der Gefahrstoffverordnung. Der Stoff ist leichtentzündlich und gesundheitsschädlich. Während des Transports zur und Bereitstellung auf der Baustelle sind die Verpackungen stets dicht verschlossen zu halten und vor unbefugtem Zugriff zu schützen.

Es gelten die Sicherheitshinweise, Sicherheitsdatenblätter und die Vorgaben der jeweiligen PUR-Schaum-hersteller zur Verarbeitung der Schaumkomponenten. Die mitgeführte Polyol-Komponente A in 5/10-Liter-Gebinden stellen Gefahrgut im Sinne des Transportrechts (ADR/GGVSE) dar. Die mitgeführte Komponente B (Isocyanat) ist Gefahrstoff im Sinne der Gefahrstoffverordnung, aber kein Gefahrgut im Sinne des ADR/GGVSE.

2.2.2 Transport zur Baustelle

Die vom Hersteller empfohlene Lager-/Transporttemperatur beträgt für die Polyol-Komponente 5°C – 25°C. Auch kurzfristig muss die Lager-/Transporttemperatur kleiner als 50°C gehalten werden (Belastungsgrenze Behälter erreicht). Die Fahrzeuge sind in der warmen Jahreszeit beim Abstellen ggf. in den Schatten zu stellen oder durch Einschalten der Lüftung zu kühlen.

Es ist ein 2 kg ABC-Feuerlöscher (leicht erreichbar) und eine Warnweste mitzuführen.

Im Havariefall ist die Notrufnummer 112 unter Angabe der jeweiligen UN-Nummer 1993 (Polyol-Komponente A) zu informieren.

2.2.3 Bereitstellung auf der Baustelle

Die Produkte sind auf der Baustelle nur kurzfristig ortsfest abzustellen (maximal 24 h) und vor unbefugtem Zugriff zu schützen (bei ortsfester Lagerung >24 h: Anwendung des Wasserhaushaltsgesetzes und der TRbF 20, Lager für brennbare Flüssigkeiten).

Auf der Baustelle ist in der warmen Jahreszeit eine möglichst kühle Lagerung sicherzustellen. Die Lagerung der Komponenten erfolgt, falls in den jeweiligen Merkblättern nicht anders vermerkt, üblicherweise bei 15°C - 25°C. Auch kurzfristig muss die Lager-/Transporttemperatur kleiner als 50°C gehalten werden (Berst-Belastungsgrenze Behälter erreicht). (Lagerung daher im Schatten, Abdeckung mit reflektierender Aluminiumfolie).

Um eine Abkühlung durch direkten Bodenkontakt zu vermeiden, werden die Gebinde zweckmäßigerweise auf Paletten gelagert.

Die Lagerfähigkeit der Systeme ist in den entsprechenden technischen Merkblättern vermerkt. Polyol- und Isocyanat-Komponenten sind feuchtigkeitsempfindlich.

- Bis unmittelbar zur Anwendung müssen die Behälter dicht verschlossen gehalten werden.
- Angebrochene Gebinde sind nach der Materialentnahme sofort wieder zu verschließen.

2.3 Handhabung der Polyol-Komponente bei Handverschäumung auf der Baustelle

Durch den verantwortlichen Monteur sind die Ex-Bereiche festzulegen: Im Umkreis von jeweils 3 m sowohl um die Mischstelle als auch um die Beschäumungsstelle (Muffenöffnungen). Es sind je nach Örtlichkeit mindestens zwei Warntafeln (Rauchverbot und Explosionsgefahr) aufzustellen und ggf. (bei Publikumsverkehr) ein Warnposten aufzustellen.

An den Arbeitsstellen sind funkenbildende Arbeiten wie Schweißen, Hämmern, Schleifen und die Benutzung von Mobiltelefonen während des Mischens und Schäumens nicht zulässig.

Der Mischvorgang ist außerhalb des Rohrgrabens im abgesperrten Ex-Bereich (im gut durchlüfteten Freien) auf ausreichend leitfähigem Untergrund (gewachsener Boden, unbeschichteter Beton, kein Asphalt, Kunststoff etc.) durchzuführen. Die Polyol-Komponente A ist in ein Gefäß abzufüllen, das maximal 5 Liter Inhalt fassen kann.

Ist ein 10 Liter Eimer für die erreichte Gesamtschaummenge notwendig, ist vor Beginn des Mischvorganges die Isocyanat-Komponente in diesen Eimer zu füllen. Der Anschluss des elektrischen Stroms für den Schaumquirl ist im Bereich außerhalb des abgesperrten Bereiches herzustellen.

Während des Mischen und Schäumens ist die "Persönliche Schutzausrüstung (PSA)" (mindestens Schutzbrille ggf. Gesichtsschutz) zu tragen. Beim Verschäumen in Innenräumen sind diese ausreichend zu belüften.

Das Essen, Trinken oder Rauchen ist während der Arbeiten nicht gestattet!

2.4 Abfallentsorgung

Ausreagierte Polyurethanabfälle können in der Regel mit dem Hausmüll bzw. Gewerbemüll entsorgt werden. Bezüglich der Entsorgung sollte auf jeden Fall Kontakt mit den zuständigen Behörden aufgenommen werden.

2.5 Arbeitsschutzkleidung

Schwer entflammbare geschlossene Arbeitskleidung mit langen Ärmeln und Hosenbeinen, flüssigkeitsdichte Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe, geschlossene und am Gesicht anliegende Schutzbrille und Schutzhelm.

2.6 Gasflaschen

Propangasflaschen dürfen nur aufrecht, gesichert gegen Verrutschen oder Umfallen mit geschlossenem Flaschenventil und aufgeschraubter Ventilschutzkappe transportiert werden. Mit Druckflaschen ist sorgfältig umzugehen. Die 5/10-Liter Propangasflaschen stellen Gefahrgut im Sinne des Transportrechts (ADR/GGVSE) dar.

Turnusmäßige Unterweisung der Mitarbeiter bzgl. Gefahrguttransport gemäß "ADR/GGVSE" und Lagerung von Gasen gemäß "TRGS".

2.7 Werkzeug

Es darf nur geprüftes elektrisches Werkzeug mit aktueller Prüfplakette verwendet werden. (BGV A 3)

Autoren des Kapitels

Jürgen Schütze, BRUGG Rohrsysteme GmbH

Johannes Ellmer, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

3. Tiefbau – Richtlinien und Abmessungen

3.1.1 Allgemeines

Erdarbeiten sind entsprechend den allgemein gültigen Richtlinien und Normen für Tiefbauarbeiten auszuführen. Gleichzeitig sind die kommunal unterschiedlich lautenden zusätzlichen Bestimmungen sowie die AGFW¹) - Richtlinien des Arbeitsblattes FW 401- Teil 12 einzuhalten.

Rohrgräben sind durch ein fachkundiges Tiefbauunternehmen nach DIN 18300, DIN EN 805, der DIN 4124 Abschnitt zu erstellen und nach Abschnitt 3.09 und 3.11 der DIN 18300 wieder zu verfüllen. Für die Breite des Rohrgrabens ist die DIN 4124 Abschnitt 5.2 maßgebend.

Ob Rohrgräben geböscht und ab welcher Tiefe diese verbaut werden müssen, ist ebenfalls der DIN 4124 Abschnitt 4.1 bis 4.3 zu entnehmen. Daraus sind auch die erforderlichen Böschungswinkel bei unterschiedlichen Bodenbeschaffenheiten ersichtlich.

Die der Projektierung und Rohrstatik zugrunde gelegte Verlegetiefe bzw. Rohrscheitel-Überdeckungshöhe ist zwingend einzuhalten. Die Beschaffenheit der Grabensohle schreibt die DIN EN 1610 vor. Es ist erforderlich, dass die Sohle auf ihrer Gesamtlänge tragfähig und steinfrei erstellt wird.

Gemäß DIN EN 1610 hat der Rohrverleger zur Sicherung der Qualität des Gesamtsystems bis zum Abschluss aller Nachdämmarbeiten generell für die Entwässerung und Freihaltung der Rohrgräben zu sorgen.

Eingefallene Rohrgräben müssen von Hand freigeschachtet werden. Von einer DIN gerechten Grabenherstellung hängen in hohem Maße der Montagefortschritt sowie die Qualität aller ausführender Arbeiten und damit die zu erwartende Lebensdauer einer Fernwärmetrasse ab.

3.1.2 Vorschriften und Regelwerke

Für alle Tätigkeiten in Gruben und Gräben ist in der Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten BGV C 22“ folgendes festgelegt und bindend:

§ 28 (1) Bei Erd-, Fels- und Aushubarbeiten sind Erd- und Felswände so abzuböschern oder zu verbauen, dass Beschäftigte nicht durch Abrutschen der Massen gefährdet werden können. Dabei sind alle Einflüsse zu berücksichtigen, die die Standsicherheit des Bodens beeinträchtigen können.

§ 32 Arbeitsraumbreiten

Baugruben und Leitungsgräben, in denen gearbeitet wird, müssen ausreichenden Arbeitsraum haben. Die Abmessungen des Arbeitsraumes sind abhängig von Böschungswinkel, Verbau, Einbauten, Rohrart und Arbeitsablauf.

Weiterhin sind die Erdarbeiten entsprechend den allgemein gültigen Richtlinien und Normen für Tiefbau auszuführen. Gleichzeitig sind die kommunal unterschiedlich lautenden zusätzlichen Bestimmungen sowie die AGFW-Richtlinien des Arbeitsblattes FW 401 - Teil 12 einzuhalten.

Die Rohrgräben sind durch ein fachkundiges Tiefbauunternehmen nach DIN 18300, DIN EN 805, DIN EN 1610 und DIN 4124 zu erstellen und nach Abschnitt 3.09 und 3.11 der DIN 18300 wieder zu verfüllen. Für die Rohrgrabenbreite ist der Abschnitt 5.2 der DIN 4124 maßgebend.

Ob Rohrgräben geböschert und ab welcher Tiefe diese verbaut werden müssen, ist ebenfalls der DIN 4124 Abschnitt 4.1 bis 4.3 zu entnehmen. Daraus sind auch die erforderlichen Böschungswinkel bei unterschiedlichen Bodenkennwerten ersichtlich.

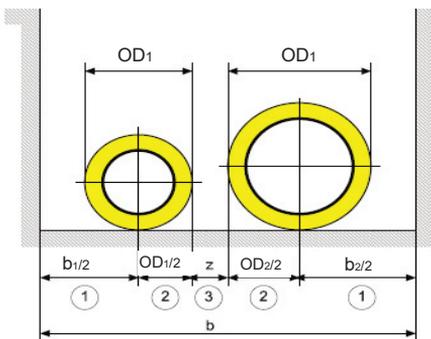
Die der Projektierung und Rohrstatik zugrunde gelegte Verlegetiefe bzw. Rohrscheitel-Überdeckungshöhe ist zwingend einzuhalten. Die Beschaffenheit der Grabensohle schreibt die DIN EN 1610 vor. Es ist erforderlich, dass die Sohle auf ihrer Gesamtlänge tragfähig und steinfrei erstellt wird.

Von einer DIN-gerechten Grabenherstellung hängen in hohem Maße der Montagefortschritt sowie die Qualität aller auszuführenden Arbeiten und damit die zu erwartende Lebensdauer einer Fernwärmetrasse ab.

3.1.3 Lichte Mindestbreiten für Rohrgräben mit betretbarem Arbeitsraum

Die lichte Mindestgrabenbreite – d. h. die unter Berücksichtigung des Grabenverbau vorhandene begehbare Breite – kann nach DIN 4124 errechnet werden; siehe Abbildung 14

Schematische Darstellung zur Ermittlung der Mindestgrabenbreite nach DIN 4124



Ermittlung der Mindestgrabenbreiten

1. Halbe lichte Mindestbreite $b_1/2$ und $b_2/2$ für jede der beiden Leitungen entsprechend dem Mantelrohräußendurchmesser nach DIN 4124

2. Halber Mantelrohräußendurchmesser $OD_1/2$ und $OD_2/2$ der beiden Leitungen.

3. Abstand „z“ zwischen den Leitungen richtet sich nach der Verlegetechnik, den Arbeitsverfahren zur Rohr- und Muffenmontage, der Polsterdicke sowie den Erfordernissen der Verdichtung. Muss der Zwischenraum 3 betreten werden, ist für „z“ der nach Tabelle 1 empfohlene Mindestabstand auszuführen.

Als Abstand "z" zwischen der Vor- und Rücklaufleitung werden, bei zu betretendem Arbeitsraum zwischen den Mantelrohren die Mindestwerte nach Tabelle 1 empfohlen (bei unterschiedlichen Mantelrohrdurchmessern gilt jeweils der größere Wert).

Der Abstand ist ebenfalls im Bereich von Dehnpolstern größer zu wählen, um deren ordnungsgemäße Einbettung und die Verdichtung der Bettungsmaterialien sowie deren Funktionsfähigkeit sicherzustellen.

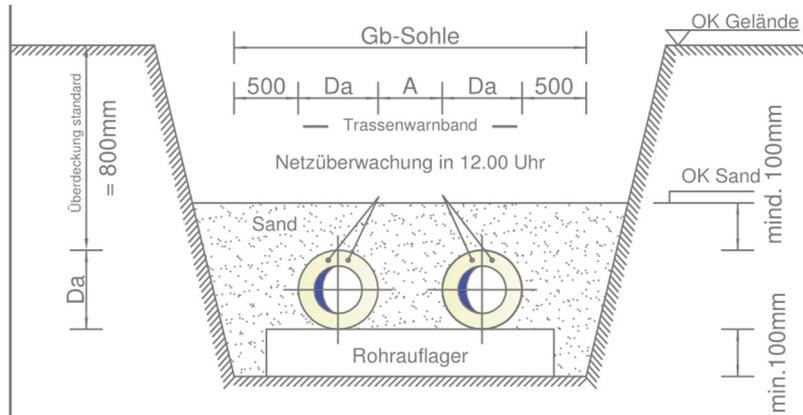
Nennweite Mediumrohr / Außendurchmesser Mantelrohr.	Mindestabstand zwischen den Mantelrohren
DN [-] / Ds [mm]	z [mm]
≤ 200 / 315	250
≥ 250 / 400	350

Je nach konstruktivem Aufbau der Muffen und insbesondere der dem erwarteten Qualitätsanspruch gerecht werdenden Montageausführung, sowie der eventuell zur Anwendung kommenden PE-Schweißverfahren, ist gemäß den Herstellerangaben der Abstand ggf. größer zu wählen.

3.1.4 Mindestgrabenabmessungen

Die in der Tabelle 2 aufgeführten Grabenbreiten dürfen nicht unterschritten werden. Abstände Z sind entsprechend den Mindestmaßen nach Tabelle 2 einzusetzen!

Schema Grabenquerschnitt



„Das Füllmaterial in der Leitungszone muss EN13941-2 entsprechen und folgende Mindestanforderungen erfüllen.

- zerreibbares rundkantiges Sand-Kies-Gemisch
- zulässige Korngröße: 0...8mm
- maximal 10 Masseprozent $\leq 0,075$ mm;
- maximal 3 Masseprozent $\leq 0,02$ mm;
- Ungleichförmigkeitszahl nach DIN EN ISO 14688-2 größer 1,8
- Proctordichte min. 94%; optimal 97...98%“

Mindestmontageabstände in mm

Da	A	Gb	Da	A	Gb	Da	A	Gb
90	250	1450	250	250	1750	500	350	2350
110-125	250	1500	280	250	1800	560	350	2450
140	250	1550	315	250	1850	630	350	2600
160	250	1550	355	350	2050	710	350	2750
180-200	250	1650	400	350	2150	800	350	2950
225	250	1700	450	350	2250			

Rohraflager niemals (Muffen) an Verbindungsstelle unterlegen! Kanthöltzer vor dem Einsanden entfernen! Rohraflagerabstand von 2,0m nicht überschreiten!

Hartschaum-Rohrunterlagen sind nur bis DN 150 zulässig. Bei größeren Nennweiten müssen alternative Materialien wie Sandsäcke verwendet oder Kopflöcher erstellt werden.

Eine Auflage auf Auflagehölzern (Kanthölzer) ist nicht zulässig!

3.1.5 Sicherung der Baugruben und Rohrgräben

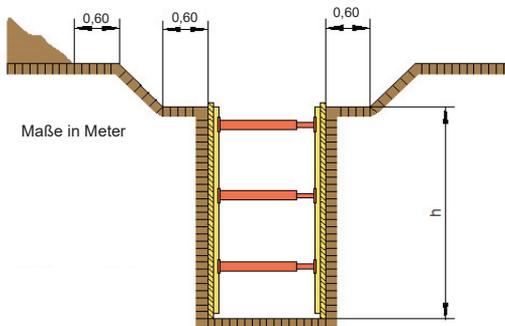
Die Grabenabsicherung ist entsprechend der Unfallverhütungsvorschriften sowie der DIN 4124 festzulegen.

Folgende Sicherungsmaßnahmen sind unbedingt einzuhalten:

- An beiden Rändern eines Rohrgrabens ist ein mindestens 60 cm breiter Schutzstreifen anzuordnen, der von Aushubmaterial und nicht benötigten Gegenständen freizuhalten ist. Bei Gräben bis zu einer Tiefe von 0,80 m kann auf einer Seite der Schutzstreifen entfallen.
- Rohrgräben ab einer Tiefe von 1,25 m bis 1,75 m müssen durch Abböschung oder Verbau gesichert werden. Ab einer Tiefe von 1,75 m muss Zugang zum Rohrgraben generell durch einen Verbau die Sicherheit hergestellt werden. Der Zugang ist durch geeignete Einrichtungen, wie zum Beispiel einer Leiter, zu betreten und zu verlassen.
- Der Verbau muss regelmäßig überprüft und gegebenenfalls instand gesetzt oder verstärkt werden. Nach besonderen Witterungseinflüssen (starker Regen, Schnee etc.) oder anderen äußeren Einflüssen muss immer eine Überprüfung erfolgen.
- Es dürfen keine Hohlräume hinter dem Verbau entstehen. An der Oberfläche ist daher das Hineinfließen von Wasser (Niederschlagswasser etc.) hinter den Verbau durch gesonderte bauliche Maßnahmen zu verhindern.
- Die Rohrgrabensohle ist auf ihrer Gesamtlänge tragfähig, wasser- und steinfrei zu erstellen.

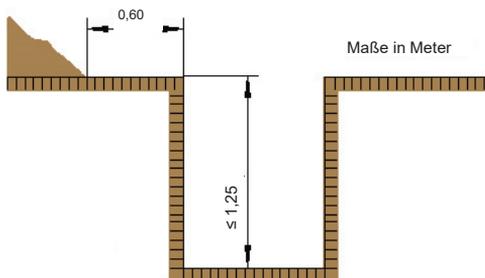
- Die Ausführung der Rohrlagerung ist im Vorfeld der Baumaßnahme abzustimmen, damit das entsprechende Grabenprofil entsprechend der Rohrauf Lagerung hergestellt werden kann.
- Zur Sicherung der Qualität der Rohrleitungs- und Muffenmontage ist bis zum Abschluss aller Arbeiten für die Entwässerung der Rohrgräben zu sorgen. Das Tiefbauunternehmen hat während der gesamten Bauzeit darauf zu achten, dass die Baustellenabsicherung, Entwässerung etc. den Vorschriften und Vereinbarungen entspricht.

3.1.6 Beispiele Rohrgräben und Verbau



Wenn zur Verringerung der Höhe eines Baugruben- oder Grabenverbau ein geböschter Vorausbau hergestellt wird, so ist zwischen Verbau und Böschungsfuß ein mindestens 0,60 m breiter waagerechter Schutzstreifen anzuordnen, wenn dort Beschäftigte tätig werden.

Abbildung 16, Verbauter Graben mit geböschtem Voraushub



Auch hier ist ein mindestens 0,60 m breiter waagerechter Schutzstreifen anzuordnen, wenn dort Beschäftigte tätig werden.

Abbildung 17, Graben mit senkrechten Wänden

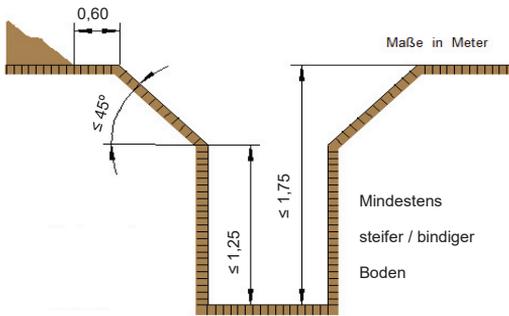


Abbildung 18, Graben mit senkrechten Wänden und geböschten Kanten

Rohrgräben ohne Verbau – mit mindestens steifen, bindigen Böden - mit einer Tiefe von 1,75 m müssen bis auf 1,25 m Tiefe mit 45° Neigung abgeböschet werden.

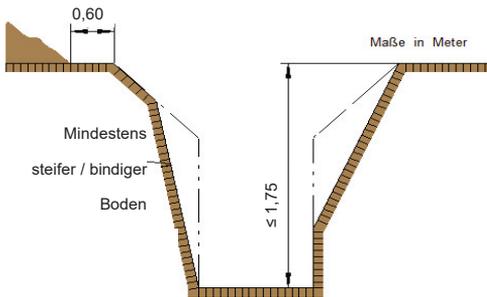


Abbildung 19, Varianten zu den Mindestanforderungen nach Abbildung 18.

Abbildung 19 zeigt weitere zulässig Wand Begrenzungen, wenn dadurch zusätzlich Boden entfernt wird. Zulässige Böschungswinkel nach DIN

Bodenklasse 3 und 4:

nichtbindige, weiche bindige Böden

max. 45°

Bodenklasse 5:

steife, halb feste bindige Böden

max. 60°

Bodenklasse 6 und 7:

Fels **max. 80°**

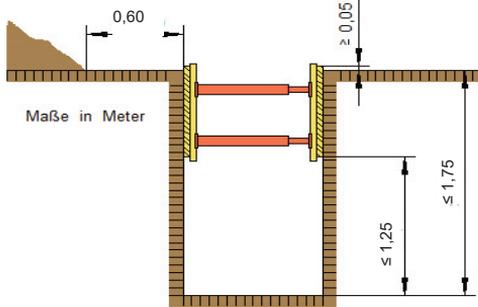


Abbildung 20, Teilweise verbauter Graben

Weiterhin besteht die Möglichkeit, in mindestens steifen bindigen Böden und einer Tiefe bis 1,75 m, senkrecht auszuheben und den mehr als 1,25 m über der Grabensohle liegenden Bereich zu verbauen. Die hierbei verwendeten Bohlen müssen mindestens 5 cm dick, die Brusthölzer mindestens 8 cm dick und 16 cm breit sein. Der Verbau muss zur Geländeoberkante mindestens 5 cm überstehen. Die Kanalspindel sind vor Herabfallen zu sichern.

3.1.7 Mindestabmessungen von Kopflöchern

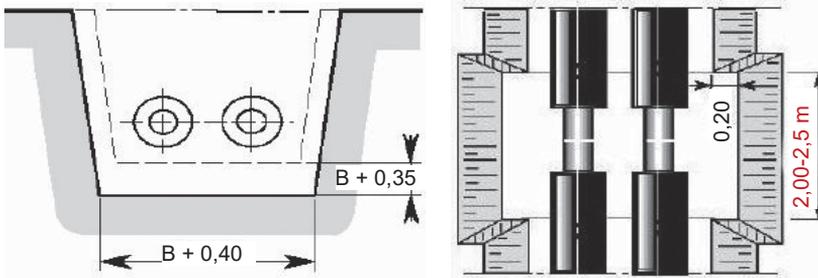


Abbildung 21, Kopflöcher

Damit die Mediumrohre einwandfrei miteinander verschweißt und die Muffenverbindungen entsprechend den Qualitätsvorgaben montiert werden können, sind bei größeren Dimensionen an jeder Rohrverbindung Kopf-löcher zu erstellen. Beim Einbau von T-Abzweigen, Bögen, Absperrarmaturen etc. sind ent-sprechend größere, den Herstellerangaben entsprechende Kopflöcher erforderlich.

Je nach konstruktivem Aufbau der Muffen sind die Kopflöcher ggf. zu vergrößern.

3.1.8 Grabenverbreiterung im Bereich der Dehnungspolster

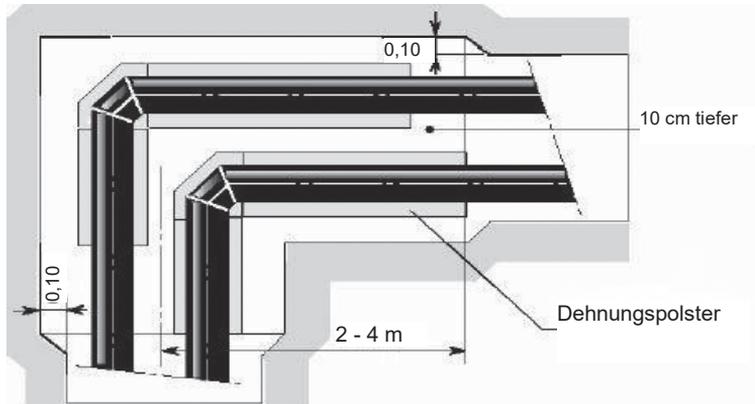


Abbildung 22, Grabenbreiten bei Dehnungspolstern

Bei einlagiger Polsterung muss der Rohrgraben beidseitig um mindestens 10 cm verbreitert werden, um eine ordnungsgemäße Montage zu gewährleisten. Bei mehrlagiger Polsterung sind die Grabenabmessungen in der Breite und Länge entsprechend den Verlegeplänen anzupassen.

3.1.9 Schließen des Rohrgrabens.

Nach Beendigung aller Dämm- und Dichtarbeiten sowie der Montage der Dehnungspolster sind sämtliche zum Leistungsumfang gehörenden Prüfungen durchzuführen. Folgende Punkte sind vor dem Einsanden sicherzustellen:

- Die Rohrleitungsführung entspricht dem Verlegeplan
- Die der statischen Auslegung zugrunde gelegten Überdeckungshöhen sind eingehalten
- Eingefallenes Erdreich, Steine und Fremdgegenstände sind aus dem Bereich des Sandbettes bzw. der Rohre entfernt worden
- Die Dehnungspolster sind in den vorgegebenen Längen und

Dicken montiert und gegen Erddruck gesichert

- Alle Muffen sind ordnungsgemäß nachgedämmt und protokolliert, die Durchbrüche zu den Bauwerken und Gebäuden sind geschlossen
- Bei einer thermischen Vorspannung wurden die vorgegebenen Dehnwege und die entsprechende Temperatur erreicht und protokolliert
- Das Überwachungssystem wurde einer Funktionsprüfung unterzogen und protokolliert

Bevor das Sandbett erstellt wird, muss die Trasse nach Kontrolle der zuvor genannten Punkte durch den für das Bauvorhaben verantwortlichen Bauleiter freigegeben werden.

Danach sind die Kunststoffmantelrohre (KMR) allseitig mit mindestens 10 cm Sand der Körnung 0-8 mm (Füllmaterial nach EN13941-2) lagenweise und äußerst sorgfältig wieder zu verfüllen und ausschließlich per Hand zu verdichten. Um Hohlräume zu vermeiden, ist die besondere Aufmerksamkeit den Zwischen-räumen oder auch Rohrzwickeln zwischen den Rohren zu widmen. Diese Räume müssen gesondert unterstampft und verdichtet werden.

Dadurch werden spätere und unzulässige Setzungen sowie Verschiebungen vermieden. Während dieser Arbeiten sind gleichzeitig eventuell verwendete Hilfsauflager zu entfernen, sofern es sich nicht um Sandsäcke, die aufzuschlitzen sind, oder um Hartschaumauflager handelt.

Eine weitere Möglichkeit der Verfüllung ist die Verwendung von „Bodenmörtel“ oder „Flüssigböden“. Hier ist eine vorherige Absprache zwischen Planer, Betreiber und Systemlieferant erforderlich.

Das Einschlämmen des Sandbettes ist nicht zulässig!

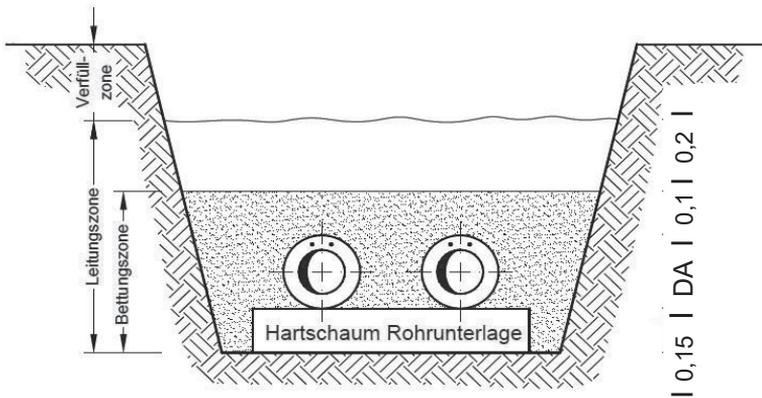


Abbildung 23, Verfüllung - Sandbett

Nach Fertigstellung des Sandbettes kann der Graben mit Aushubmaterial aufgefüllt werden. Hierbei ist eine lagenweise auszuführende Verdichtung notwendig. Große, grobe und spitze Steine sollten entfernt werden.

Gemäß ZTV E - StB sind außerhalb der Leitungszone als Füllboden grobkörnige Boden bis zu einem Großkorn von 20 mm zu verwenden. Generell ist nach DIN 18196 als Verfüllmaterial Boden der Verdichtbarkeitsklasse V 1 zu verwenden.

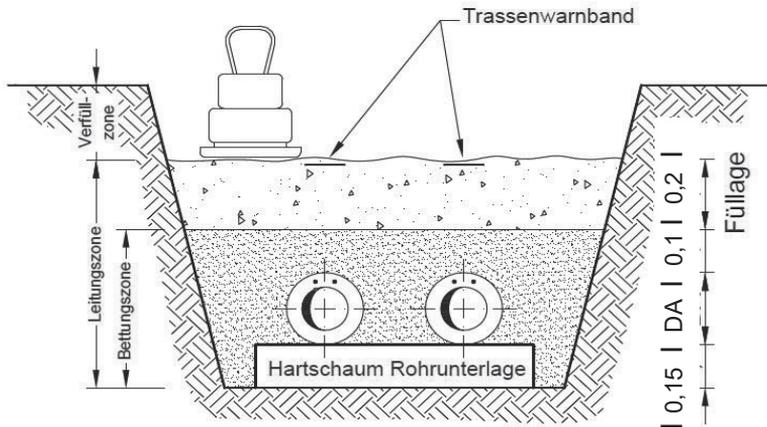


Abbildung 24, Verfüllung - Leitungszone

Auf die erste Schicht baut man weitere Lagen von 20 - 30 cm Höhe auf und schließt mit der vorgesehenen Deckschicht ab.

3.2 Transport, Abladen und Lagerung der Materialien

3.2.1 Transport

Die Kunststoffmantelrohre und Bauteile sowie das Zubehör werden per LKW an die Baustelle bzw. das Materiallager geliefert. Die Anfahrtswege müssen für Schwerlastverkehr sowie für LKW mit 12 m bzw. 16 m Ladefläche geeignet sein.



Die Lagerung der Rohrstangen auf dem LKW hat mit ausreichend breiten Holz-zwischenlagen zu erfolgen und gewährleistet somit ein sicheres und beschädigungs-freies Abladen.

Die Mediumrohrenden müssen während des Transports und der Lagerung mit Kunststoffkappen

verschlossen sein. Diese dürfen erst zur Vorbereitung der Stahlrohrschweißverbindungen von den Systembauteilen entfernt werden. Sämtliche Muffen und Schrumpfmateriale sowie alle Zubehörteile wie Endkappen, Dichtringe etc. werden in Schutzhüllen oder Kartons angeliefert, die bis unmittelbar vor der Montage nicht entfernt bzw. beschädigt werden dürfen.

3.2.2 Abladen

Das Entladen des LKW erfolgt bauseits durch den Rohrverleger. Die Einhaltung sämtlicher einschlägiger Unfallverhütungsvorschriften und Sicherheitsbedingungen ist dabei zu gewährleisten. Alle Rohre, Bau- und Zubehörteile sind sachgemäß und schonend zu entladen und dürfen nicht von der Ladefläche geworfen werden. Kleinere Dimensionen und Zubehörteile sind vorzugsweise von Hand abzuladen.

Bei größeren Nennweiten erfolgt das Entladen mit einem bauseits beizustellenden Kran. Dabei sind bei 12 m und 16 m Rohrstangen generell zwei 10 - 15 cm breite Textil- oder Nylongurte mit einem mindestens 4 m langen Lastbalken (Traverse) beim Abladen zu verwenden.

Dadurch wird eine unzulässige Durchbiegung und Beschädigung der Rohre sowie eine mögliche Beschädigung integrierter Systeme wie z. B. der Netzüberwachung verhindert. Das Ziehen und Rollen der Rohre auf dem Boden sowie die Verwendung von Stahlseilen oder Ketten ist nicht zulässig.

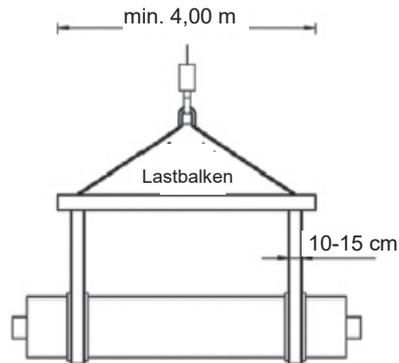


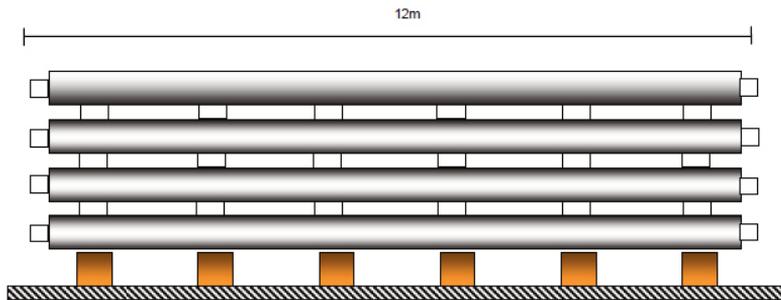
Abbildung 25, Entladen - Lastbalken und Gurte

3.2.3 Lagerung

Die Rohrstangen und Bauteile sind auf ebenen, steinfreien sowie trockenen Flächen, nach Dimensionen getrennt, zu lagern. Grundwasser gefährdete und Wasser stauende Böden sind zur Lagerung zu vermeiden. Als Auflager für die Rohrstangen dienen Sandbänke oder entsprechend breite Kantholzschalen.

Je nach Nennweite sollten diese zwischen 10 und 15 cm breit und in gleichmäßigen Abständen von rund 2,00 m angeordnet sein (siehe Abbildung 26).

Aus Sicherheitsgründen ist die Stapelhöhe auf maximal 2,50 m zu begrenzen. Die Anordnung der Rohrstapel erfolgt wahlweise in Pyramiden- oder Quaderform (siehe Abbildung 27 und 28). Dabei ist es in jedem Fall erforderlich, die Rohre gegen seitliches Abrutschen durch Pflöcke bzw. Stützen oder Holzkeile zu sichern. Ist die Lagerung für längere Zeit vorgesehen, so sind gegen alle Witterungseinflüsse geeignete Schutzmaßnahmen einzuleiten



Seitliche Ansicht – Lagerung von Fertighohren á 12m in Quaderform. Lage der Holzbohlen: 6 Stück – 1m vom Ende der Rohre und im Abstand von 2m

Abbildung 26, Lagerung - seitliche Ansicht

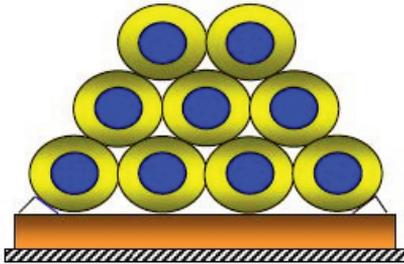


Abbildung 27, Lagerung als Pyramide

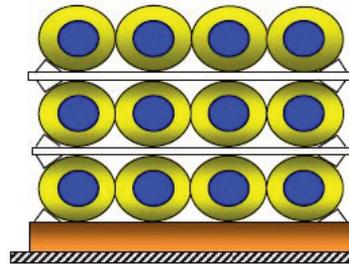


Abbildung 28, Lagerung als Quader

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 der Überwachungs- und Fehlerortungssysteme ist auszuschließen.

Das Zubehör wie Muffen, Schrumpfmanschetten, Endkappen, Dehnungspolster etc. ist, ebenfalls sortiert, trocken, frostfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt zu lagern, alle Verbindungsmuffen sind dabei zwingend stehend aufzubewahren

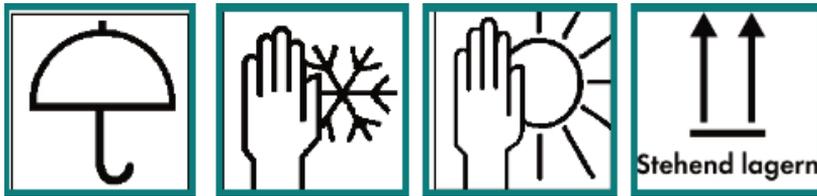


Abbildung 29, Hinweiszeichen für Lagerung



Abbildung 30, Nicht sachgerechte Lagerung



Abbildung 31, Sachgerechte Lagerung

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.

Polyol



Abbildung 32, Warn- und Gebotszeichen bei Polyol

Isocyanat



Abbildung 33, Warn- und Gebotszeichen bei Isocyanat

Autoren des Kapitels

Gerd Moser, BRUGG Rohrsysteme GmbH

Ralph Herzer, BRUGG German Pipe GmbH

4. Rohrleitungsbau

4.1 Allgemeines

Mit den Rohrleitungsbauarbeiten sind nur Unternehmen zu beauftragen, die ihre fachliche Eignung nach FW 601 nachgewiesen haben und im Besitz eines gültigen Zertifikates sind.

Vor Montagebeginn ist der Rohrgraben vom Tiefbau- an das Rohrleitungsbauunternehmen zu übergeben.

Im Rahmen der vorbereitenden Maßnahmen zur Montage der KMR sind vom Rohrverleger folgende Punkte besonders zu beachten und zu prüfen:

- Prüfung der Verlegpläne auf Übereinstimmung mit den örtlichen Verhältnissen.
- Berücksichtigung der Besonderheiten in den Ausführungsplänen (Lage von Sonderbauteilen, Lage der T-Abzweige, thermische Vorspannung etc.).
- Sind bei geplanter thermischer Vorspannung die Vorspannabschnitte definiert und in welcher Reihenfolge sollen die Leitungsabschnitte montiert und vorgespannt werden.
- Realisierbare Lösungen zur Überwindung etwaiger Hindernisse.
- Sind Hindernisse, die während der Planungsphase nicht bekannt waren, im Rohrgraben vorhanden und müssen überbaut oder gedükert werden, ist vor der Rohrverlegung unbedingt Kontakt zum Planer oder Systemhersteller aufzunehmen, damit die Trassenänderung statisch geprüft und freigegeben werden kann.

- Sind Länge und Dicke der Dehnzonen im Verlegeplan festgelegt und damit sichergestellt ist, dass die Achsabstände der Rohrleitungen in diesen Bereichen entsprechend vergrößert werden.

4.1.1 Montage der Kunststoffmantelrohre und Bauteile

Die Systembauteile sind zur weiteren Verarbeitung, entsprechend der Montage- und Verlegepläne und gemäß den Herstellerangaben, in den Rohrgraben einzubringen und ohne funktionale Beeinträchtigung des Sandbettes oder der Rohrauflagerungen mit Hilfe von geeigneten Hebezeugen und Tragegurten an die richtige Position zu verziehen.

Als Auflagehilfen sind Sandsäcke oder PUR-Hartschaumstoffriegel zu verwenden, die das Mantelrohr nicht beschädigen und nach der Montage nicht entfernt werden müssen.

Kanthölzer sind als Auflagehilfe nicht zulässig!

Die Auflagehilfen müssen in ihrer Größe so bemessen sein, dass ein Arbeitsraum von mindestens 20 cm um das Rohr herum sichergestellt ist. Die Positionierung der Auflagehilfen muss so gewählt werden, dass sie außerhalb der Bereiche von Dehnpolstern und Mantelrohrverbindungen liegen.

Insbesondere ist bei vorzuspannenden Rohrleitungen darauf zu achten, dass keine Bauteile (Ventile, Schieber, T-Abzweige etc.) in ihrer Bewegungsfreiheit gehindert werden.

Wenn die Rohrleitungen auf dem Grabenplanum aufliegen, muss das geforderte Sandbett eine Höhe von mindestens 10 cm aufweisen.

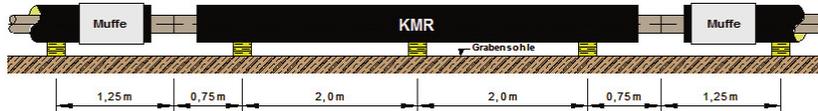


Abbildung 34, Positionierung von Rohrauflagen

Bei der Rohrmontage über Kopflöchern ist darauf zu achten, dass die Mantelrohr-Verbindungen mittig über diesen anzuordnen sind. Ein genügend großer Arbeitsraum zur ordnungsgemäßen Verlegung der Bauteile und Anwendung der Werkzeuge, Geräte und Maschinen für die Herstellung der Rohr- und Muffenverbindungen ist durch einen ausreichenden Abstand der Rohre zueinander und zu den Rohrgrabenwänden sicherzustellen.

Die im Regelfall zur Anwendung kommenden geschlossenen Muffen-systeme sind bei der Rohrverlegung – vor dem Verschweißen der Medium-rohre – passend, original verpackt und unbeschädigt auf ein Rohrende aufzuschieben und so weit von der Schweißstelle zu platzieren, dass sie vor Überhitzung geschützt sind (siehe Abbildung 35).

Nur der sorgsame Umgang mit diesen Materialien während der Rohrverlegephase (Schutz vor Beschädigung, Verschmutzung, starker Sonneneinstrahlung etc.) gewährleistet später eine einwandfreie Verarbeitung und eine qualitativ hochwertige Dichtfunktion.

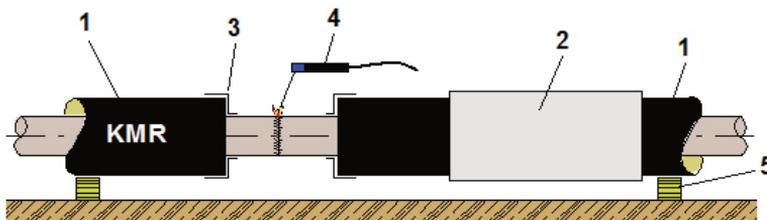


Abbildung 35. Verschweißung von KMR

1. KMR
2. Muffensystem (in Schutzfolie verpackt)
3. Flammschutzmatte (Schutz während der Durchführung des Schweißprozesses)
4. Handschweißgerät
5. PUR - Hartschaum Rohraufleger

Zur Aufnahme der sich aus der Wärmedehnung ergebenden Spannungen in der Rohrleitung und den Endverschiebungen an Richtungsänderungen sind verschiedene Kompensationsmaßnahmen wie L-, Z- oder U-Bogen möglich.

Weiterhin ist unter bestimmten Voraussetzungen und baulichen Gegebenheiten eine thermische Vorspannung der Rohrleitungen oder eine mechanische Vorspannung der Dehnpolster möglich. Auch der Einbau von Systembauteilen, wie T-Abzweige, Kompensatoren, Erdeinbauarmaturen, Festpunkte etc. obliegt hinsichtlich Statik und Einbauvorschriften besonderer Beachtung (siehe hierzu 1. Kapitel Planung).

Der Abstand zwischen den Leitungen und der Rohrgrabenwand bzw. dem Grabenverbau sowie zwischen der Vor- und Rücklaufleitung richtet sich bei der Montage im Rohrgraben nach folgenden Gesichtspunkten und Vorschriften:

- der Sicherheit bei Arbeiten in Baugruben und Gräben nach BGV C 22 in Verbindung mit der DIN 4124
- den notwendigen Freiräumen zur Rohr- und Systembauteilverlegung
- der Herstellung der Mediumrohr-Schweißnähte
- der Art der herzustellenden Muffenverbindungen
- der Verdichtungsmöglichkeit der Bettungsmaterialien insbesondere im unteren Rohrbereich
- der unterschiedlichen Verschiebung von Vor- und Rücklaufleitung in den Bogenbereichen
- der Länge und Dicke der zu montierenden Dehnpolster

4.1.2 Montageformteile

Montageformteile sollten nur dann eingesetzt werden, wenn aus technischer Sicht keine anderen Alternativen möglich sind.

Natürlich wird es immer Fälle geben, bei denen ein Montageformteil gerechtfertigt ist, wie zum Beispiel im Falle eines unerwarteten Hindernisses in einer verkehrsreichen Straße oder eine Anbohrung einer Fernwärmeleitung für einen neuen Abzweig. Das sind aber überschaubare Einzelfälle, für die die Montageformteile letztendlich konzipiert worden sind.

Bei der Entscheidung Montageformteile einzusetzen ist einzukalkulieren, dass vor Ort gefertigte PE-Bauteile immer den Baustellenbedingungen unterliegen, die selten denen einer werkseitigen Fertigung entsprechen.

4.1.3 Verlegung mit Überwachungs- und Fehlerortungssystem

Sind die KMR mit einem Überwachungs- und Fehlerortungssystem ausgestattet, ist auf folgendes besonders zu achten:

- Die Adern dürfen auf keinen Fall mechanisch und/oder thermisch beschädigt werden. Beim Verschweißen der Mediumrohre sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen (siehe Abbildung 35).
- Die elektrisch leitenden Adern der Überwachungs- und Fehlerortungssysteme müssen sich nach der Rohrverlegung in der in der vom Hersteller vorgegebenen Position befinden.
- Gleiche Adern müssen sich generell gegenüber liegen (siehe Abbildung 36).
- Kreuzungen der Adern in den Muffenbereichen sind nicht zulässig (ggf. sind die Rohre bei der Verlegung zu drehen)!

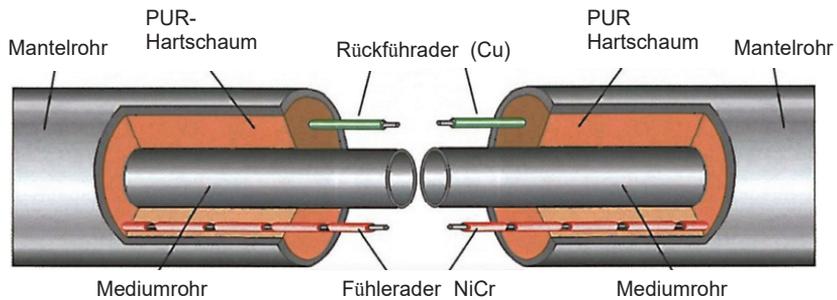


Abbildung 36, Aderlage bei Überwachungssystem (Beispiel NiCr-Cu-System)

4.1.4 Übergabe an Muffenmontageunternehmen

Das Rohrleitungsbauunternehmen hat nach Fertigstellung seiner Arbeiten den zur Nachdämmung anstehenden Abschnitt ordnungsgemäß und anhand eines Protokolls an das Muffenmontageunternehmen zu übergeben.

Aus dem Protokoll muss hervorgehen, dass sämtliche zum Nachdämmabschnitt gehörenden Schweißnähte geprüft und freigegeben sind.

Autoren des Kapitels

Gerd Moser, BRUGG Rohrsysteme GmbH

Ralph Herzer, BRUGG German Pipe GmbH

5. Muffensysteme – Muffenmontagen-Mantelrohrverbindungen

Um ein kraftschlüssiges, gas- und wasserdichtes Fernwärmerohrsystem zu erlangen, sind für die Mantelverbindungsstellen spezielle Muffenkonstruktionen erforderlich.

5.1 Muffensysteme

Nach dem heutigen Stand der Technik gibt es folgende Muffensysteme in der Fernwärme:

- unvernetzte Schrumpfmuffen
- vernetzte Schrumpfmuffen
- Elektromuffen
- herstellereigenspezifische Spezialmuffen

5.1.1 unvernetzte Abschrumpfmuffen

Dieser Muffentyp stellt ein doppeldichtendes Muffensystem dar, das aus einem ungeteilten PEHD-Rohr mit wärmeschrumpfenden Eigenschaften besteht. Die erste Abdichtung erfolgt durch das Auflegen von Butyl-Kautschuk-Dichtbändern zwischen der Muffe am Mantelrohr. Die zweite Abdichtung wird durch zwei Schrumpfmanschetten an den Übergängen der Muffe zum Mantelrohr hergestellt.

5.1.2 vernetzte Abschrumpfmuffen

Die vernetzte, selbstdichtende Schrumpfmuffe ist ein System, das aus einem ungeteilten PEHD-Rohr mit wärmeschrumpfenden Eigenschaften besteht. Nach der Extrusion wird die Muffe vernetzt. Durch diese Strahlenvernetzung erhält die Muffe mechanische, thermische und chemische Eigenschaften von Hochleistungskunststoffen. Zwischen dem Mantelrohr und der Muffe wird zur Abdichtung vor dem Schrumpfvorgang ein Dichtband aus Butyl-Kautschuk eingelegt, sodass sich durch das Abschrumpfen und die Abdichtung eine

sehr hohe ringschlüssige Festigkeit einstellt und keine zusätzliche Manschette erforderlich ist.

5.1.2 Elektroschweißmuffen

Die Elektromuffe ist ein unvernetztes Muffensystem, das aus einem geteilten oder ungeteilten PEHD-Rohr besteht. Durch das Aufbringen von Heizleitern bzw. Verwendung von Muffen, die bereits bei der Herstellung mit Heizgittern ausgestattet wurden, kann die Muffe mit Hilfe von mikroprozessorgesteuerten Schweißtrafos so stark erhitzt werden, dass die Muffe mit dem Mantelrohr stoffschlüssig verbunden wird.

5.2 Arbeitsschritte bei unvernetzten Abschrumpfmuffen

- a) Entfernen der Schaumhaut an den Stirnseiten der angrenzenden Schaumbereiche
- b) Montage des Überwachungs- und Fehlerortungssystems entsprechend der Herstellerangaben
- c) Säubern und Trocknen der Dichtungsflächen
- d) Reinigen und Entfetten der Dichtungsflächen mit PE-Reiniger
- e) Aufrauen der Schrumpfbereiche mit Schmirgelleinen (Körnung 40-60), beidseitig jeweils + 50 mm
- f) Endreinigung der Dichtflächen
- g) Muffe mittig über den Rückschnitt anzeichnen
- h) Dichtband zuschneiden (Umfang + 50mm)
- i) Vorwärmen der der Auflageflächen auf ca. 40°C
- j) Dichtband aus Butyl-Kautschuk ca.20 mm neben der Markierung mit ca. 50mm Überlappung auflegen
- k) Entlüftungslöcher am Muffenrand (unmittelbar nach Ende der Auflagefläche) einbringen

- l) Muffe an den beiden Zentriermarken ausmitteln
- m) Muffenrohrenden (Auflagen am Mantelrohr) mit der Flamme durch stetiges Bewegen des Brenners in Umfangsrichtung und radial zum Rohr abschrumpfen
- n) Muffe auf unter ca. 40°C abkühlen lassen
- o) Dichtheitsprüfung mit 0,2 bar über die Dauer von 3 Minuten
- p) Entlüftungslöcher aufbohren
- q) Anfertigen eines Probeschaums, mindestens am Beginn der täglichen Ausschäumungen, bei neuen Gebinden der Schaumkomponenten oder vor Beginn einer Ausschäumserie. Mit der Probeschäumung können die Reaktionszeiten und die Qualität der PUR-Komponenten festgestellt werden.
- r) Überprüfung der Haltbarkeitsangaben der Komponenten und der Komponententemperatur (ca. 20°C)
- s) Richtige Mengendosierung entsprechend dem Volumen des Muffenhohlraums und dem korrekten Mischungsverhältnis der Schaumkomponenten nach Angaben der Schaumhersteller festlegen und im Mischbecher markieren.
- t) Oberflächentemperaturen müssen beim Schäumen in einem Bereich von 15 bis 45°C liegen.
- u) Schaumkomponenten Polyol und Isocyanat sind ausschließlich mit einem hochtourigen Rührer mechanisch solange zu mischen bis keine Schlieren mehr vorhanden sind und eine einheitliche Färbung vorliegt.
- v) Zügiges Einfüllen des Schaumgemisches und Einbringen von Entlüftungsstopfen.
- w) Abklopfen der gedämmten Muffe und Klangvergleich mit der werksmäßig hergestellten KMR-Leitung. Ein vergleichbarer Klang deutet auf eine ordnungsmäßige Schäumung hin.

x) Überprüfung des Überwachungssystems nach Aushärtung des PUR-Schaums

y) Dauerhafte Abdichtung der Schäumöffnungen

z) Übergangsbereiche der Muffe zum Mantelrohr gründlich säubern und mit PE-Reiniger entfetten

aa) Mit dem Schmirgelleinen die Übergangsbereiche aufräumen (Manschettenbreite +50 mm auf beiden Seiten)

ab) Übergangsbereich auf ca. 65°C anwärmen

ac) Abschrumpfen der Manschette durch stetiges Bewegen des Brenners in Umfangsrichtung und radial zum Rohr. Während des Schrumpfvorgangs ist die Verflüssigung des Heißschmelzklebers auf der gesamten Abdichtungsfläche durch den Monteur mittels der Fingerprobe festzustellen. Nach Beendigung des Schrumpfvorgangs muss der Monteur durch Abfühlen der Manschettenränder den Schmelzkleberaustritt und eine nach unten weisende Form des Klebers kontrollieren. Eine Hochschnäbelung des Klebers ist nicht in Ordnung.

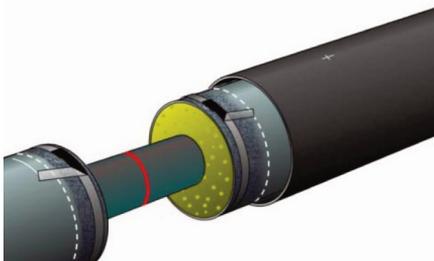
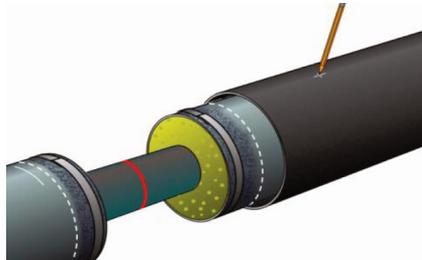
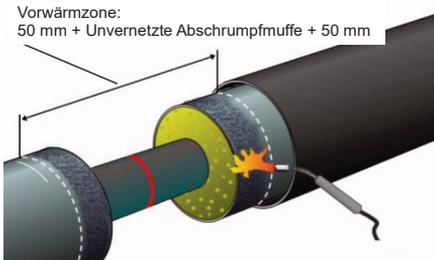
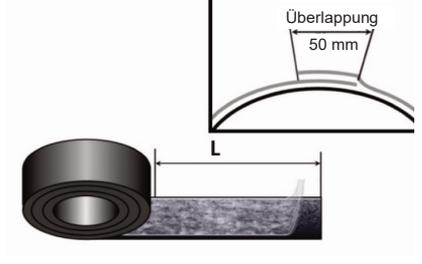
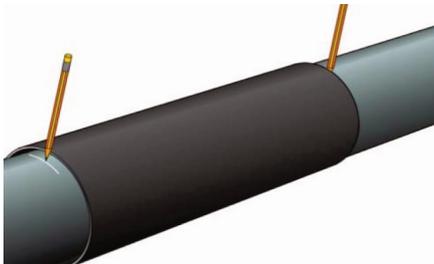
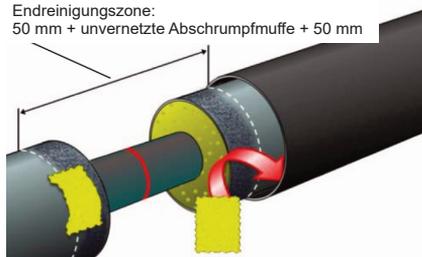
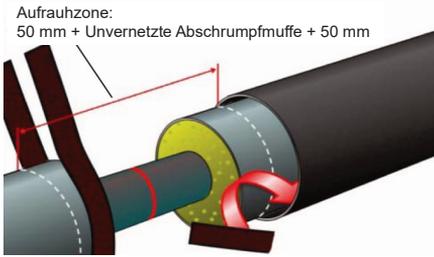
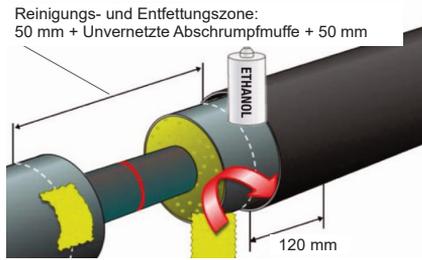
ad) Endkontrolle

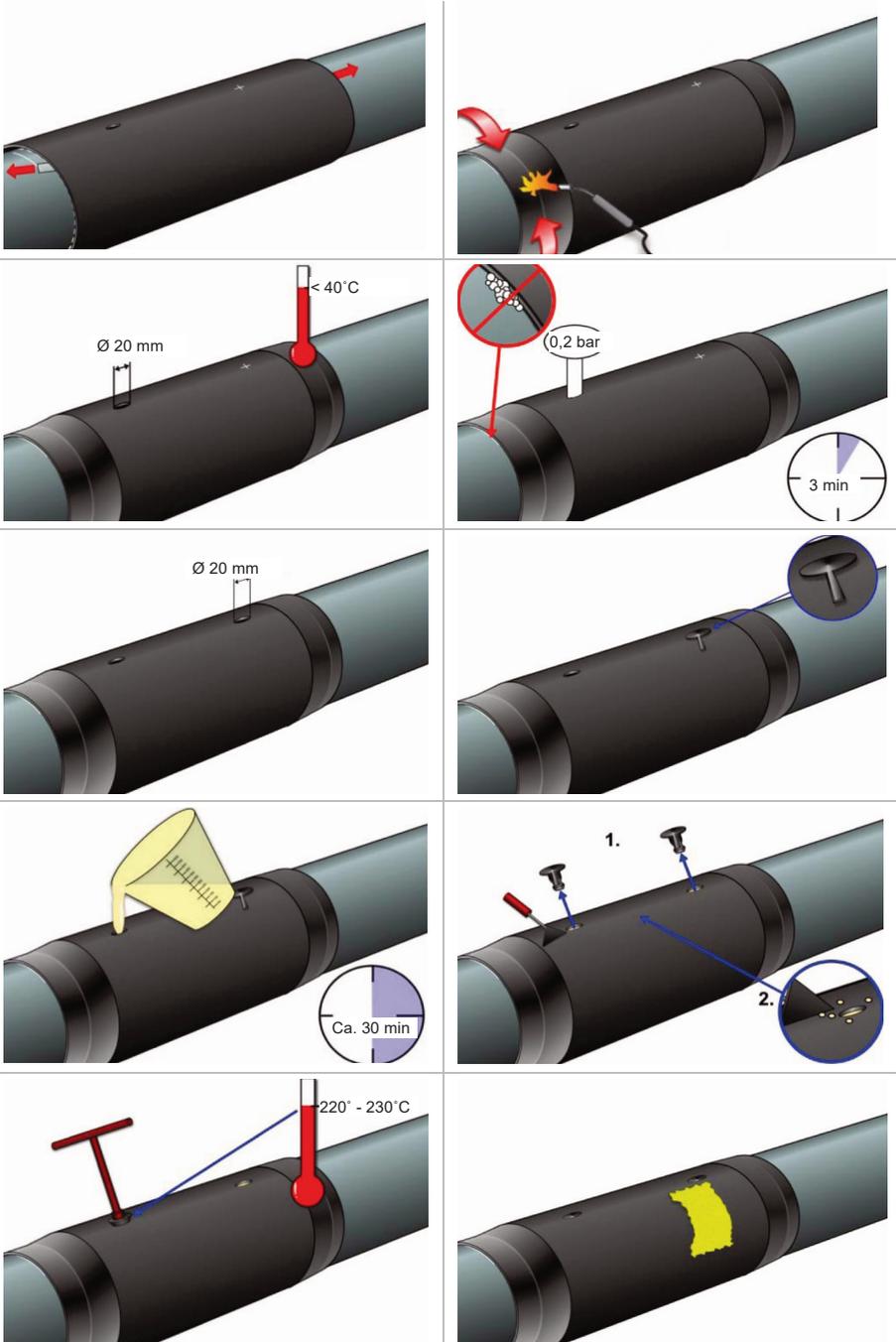
ae) Dauerhaft sichtbare Kennzeichnung der Muffe an der Oberseite mit

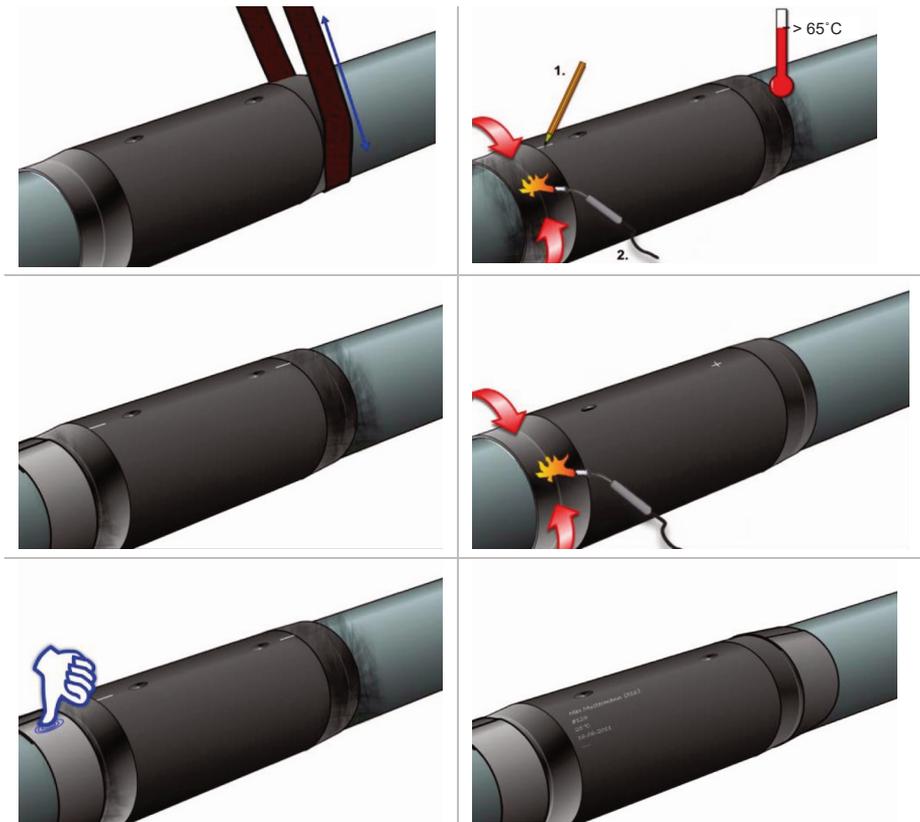
- Tag der Muffenmontage

- Muffenmonteur (Kürzel oder Nummer)

Messwerte





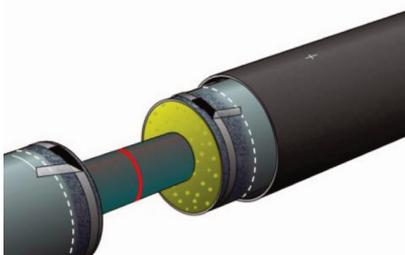
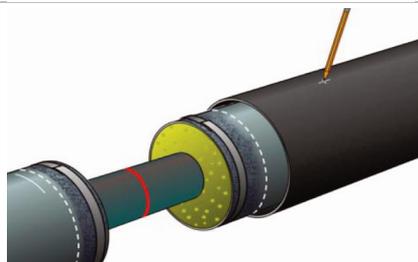
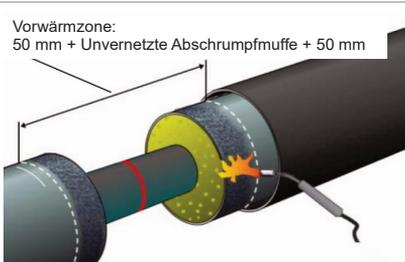
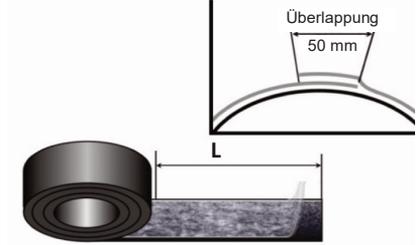
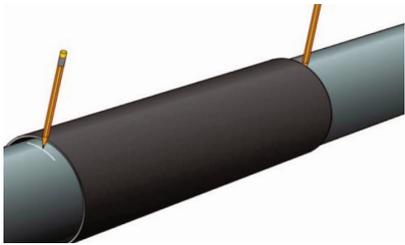
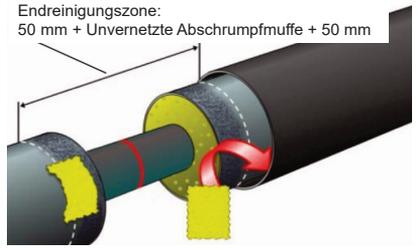
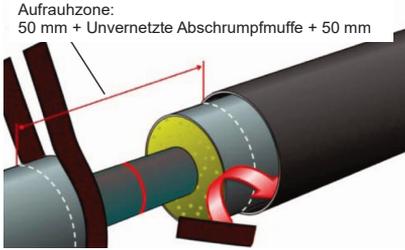
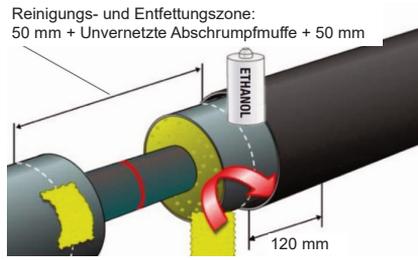
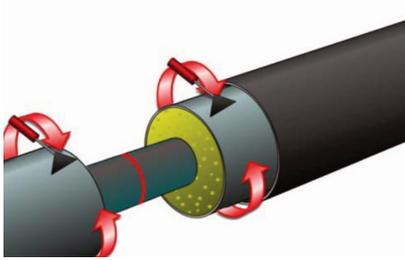


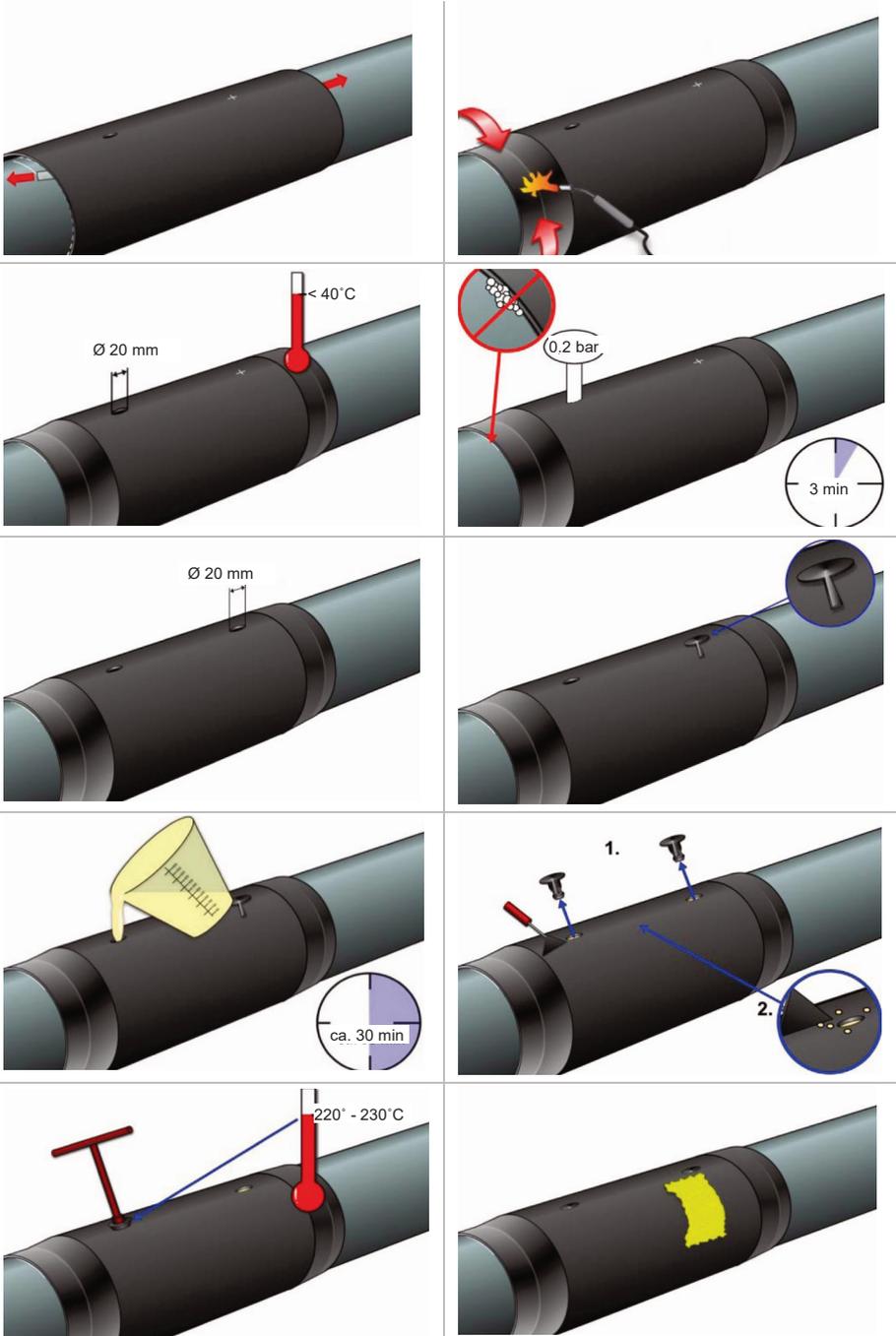
5.3 Arbeitsschritte bei vernetzten Schrumpfmuffen

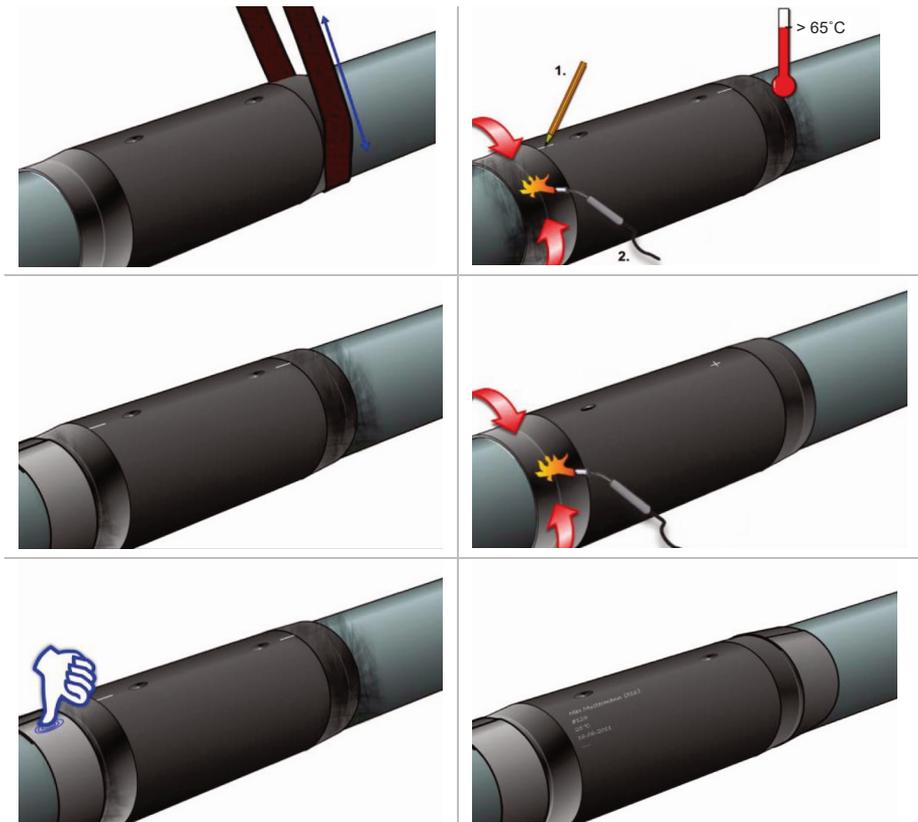
- Entfernen der Schaumhaut an den Stirnseiten der angrenzenden Schaumbereiche
- Montage des Überwachungs- und Fehlerortungssystems entsprechend der Herstellerangaben
- Säubern und Trocknen der Dichtungsflächen
- Reinigen und Entfetten der Dichtungsflächen mit PE-Reiniger
- Aufräumen der Schrumpfbereiche mit Schmirgelleinen (Körnung 40-60), beidseitig jeweils +50 mm

- f) Endreinigung der Dichtflächen
- g) Muffe mittig über den Rückschnitt anzeichnen
- h) Dichtband zuschneiden (Umfang +50mm)
- i) Vorwärmen der der Auflageflächen auf ca. 40°C
- j) Dichtband aus Butyl-Kautschuk ca. 20 mm neben der Markierung mit ca. 50mm Überlappung auflegen
- k) Entlüftungslöcher am Muffenrand (unmittelbar nach Ende der Auflagefläche) einbringen
- l) Muffe an den beiden Zentriermarken ausmitteln
- m) Muffenrohrenden (Auflagen am Mantelrohr) mit der Flamme durch stetiges Bewegen des Brenners in Umfangsrichtung und radial zum Rohr abschrumpfen.
- n) Muffe auf unter ca. 40°C abkühlen lassen
- o) Dichtheitsprüfung mit 0,2 bar über die Dauer von 3 Minuten
- p) Entlüftungslöcher aufbohren
- q) Anfertigen eines Probeschaums, mindestens am Beginn der täglichen Ausschäumungen, bei neuen Gebinden der Schaumkomponenten oder vor Beginn einer Ausschäumserie. Mit der Probeschäumung können die Reaktionszeiten und die Qualität der PUR-Komponenten festgestellt werden.
- r) Überprüfung der Haltbarkeitsangaben der Komponenten und der Komponententemperatur (ca. 20°C)
- s) Richtige Mengendosierung entsprechend dem Volumen des Muffenhohlraums und dem korrekten Mischungsverhältnis der Schaumkomponenten nach Angaben der Schaum-hersteller festlegen und im Mischbecher markieren

- t) Oberflächentemperaturen müssen beim Schäumen in einem Bereich von 15 bis 45°C liegen.
- u) Schaumkomponenten Polyol und Isocyanat sind ausschließlich mit einem hochtourigen Rührer mechanisch solange zu mischen bis keine Schlieren mehr vorhanden sind und eine einheitliche Färbung vorliegt.
- v) Zügiges Einfüllen des Schaumgemisches und Einbringen von Entlüftungstopfen.
- w) Abklopfen der gedämmten Muffe und Klangvergleich mit der werksmäßig hergestellten KMR-Leitung. Ein vergleichbarer Klang deutet auf eine ordnungsmäßige Schäumung hin
- x) Überprüfung des Überwachungssystems nach Aushärtung des PUR-Schaums
- y) Dauerhafte Abdichtung der Schäumöffnungen.
- z) Endkontrolle.
- aa) Dauerhaft sichtbare Kennzeichnung der Muffe an der Oberseite mit
 - Tag der Muffenmontage
 - Muffenmonteur (Kürzel oder Nummer)
 - Messwerte







5.4 Arbeitsschritte bei Elektromuffen

- a) Entfernen der Schaumhaut an den Stirnseiten der angrenzenden Schaumbereiche
- b) Montage des Überwachungs- und Fehlerortungssystems entsprechend der Herstellerangaben
- c) Säubern und trocknen der Dichtungsflächen
- d) Reinigen und Entfetten der Dichtungsflächen mit PE – Reiniger
- e) Aufrauchen der Schrumpfbereiche mit Schmirgelleinen (Körnung 40 -60) + beidseitig jeweils 50 mm

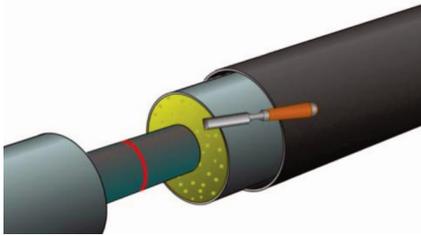
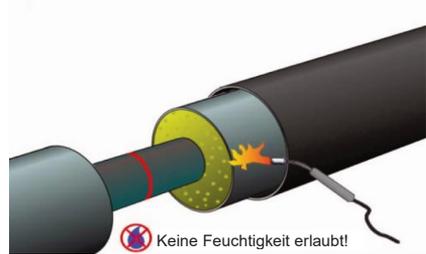
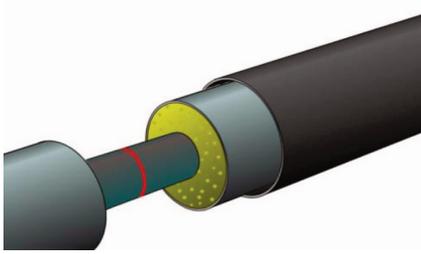
- f) Endreinigung der Dichtflächen
- g) Muffe mittig über den Rückschnitt anzeichnen

Den Kupfer-Heizleiter gründlich entfetten. Den Kupfer-Heizleiter 20 mm vom Muffenrand bzw. den Zentriermarken entfernt um das Mantelrohr legen und in 12:00 Uhr-Position positionieren. Den Kupfer-Heizleiter enganliegend am Mantelrohr mit Hilfe der Kunststoffackernadeln befestigen. Zwischen den Enden der Kupfer-Heizleiter muss wegen der Ausdehnung bei Erhitzung ein Abstand von 3 – 5 mm eingehalten

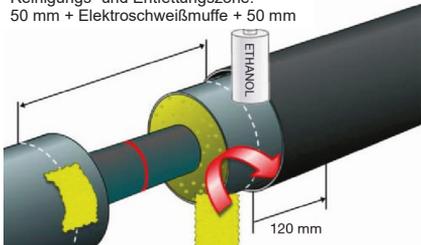
- h) Entlüftungslöcher am Muffenrand (unmittelbar nach Ende der Auflagefläche) einbringen
- i) Muffenrohrenden (Auflagen am Mantelrohr) mit der Flamme durch stetiges Bewegen des Brenners in Umfangsrichtung und radial zum Rohr abschrumpfen
- j) Muffe auf unter ca. 40°C abkühlen lassen
- k) Die Spannbänder bündig mit den Muffenenden direkt über den Kupfer- Heizleitern positionieren und verschrauben. Elektrische Kurzschlüsse ausschließen Spannbänder fest anziehen
- l) Beide Schweißzangen an den losen Enden eines Kupfer-Heizleiters anschließen, die Polung ist dabei zu vernachlässigen Die Zangen mit einem Spanngurt oder Klebeband fixieren. Nach einer Endkontrolle auf Sicht aller Muffenkomponenten wird der erste automatisierte elektrische Schweißvorgang durchgeführt. Mit der anderen Seite wird genauso verfahren.
- m) Muffe auf unter ca. 40°C abkühlen lassen
- n) Dichtheitsprüfung mit 0,2 bar über die Dauer von 3 Minuten
- o) Entlüftungslöcher aufbohren
- p) Anfertigen eines Probeschaums, mindestens am Beginn der täglichen Ausschäumungen, bei neuen Gebinden der Schaumkomponenten oder vor Beginn einer Ausschäumserie. Mit

der Probeschäumung können die Reaktionszeiten und die Qualität der PUR-Komponenten festgestellt werden.

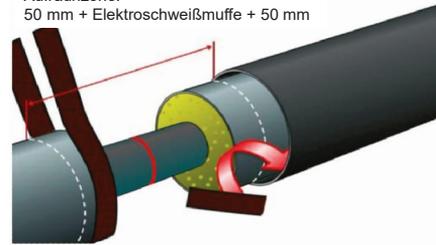
- q) Überprüfung der Haltbarkeitsangaben der Komponenten, der Komponententemperatur (ca. 20°C)
- r) Richtige Mengendosierung entsprechend dem Volumen des Muffenhohlraums und dem korrekten Mischungsverhältnis der Schaumkomponenten nach Angaben der Schaumhersteller festlegen und im Mischbecher markieren
- s) Die Oberflächentemperaturen müssen beim Schäumen in einem Bereich von 15 bis 45°C liegen.
- t) Schaumkomponenten Polyol und Isocyanat sind ausschließlich mit einem hochtourigen Rührer mechanisch solange zu mischen bis keine Schlieren mehr und eine einheitliche Färbung vorhanden ist.
- u) Zügiges Einfüllen des Schaumgemisches und Einbringen von Entlüftungsstopfen.
- v) Abklopfen der gedämmten Muffe und Klangvergleich mit der werksmäßig hergestellten KMR-Leitung. Ein vergleichbarer Klang deutet auf eine ordnungsmäßige Schäumung hin
- w) Überprüfung des Überwachungssystems nach Aushärtung des PUR-Schaums
- x) Dauerhafte Abdichtung der Schäumöffnungen.
- y) Endkontrolle.
- z) Kennzeichnung der Muffe an der Oberseite dauerhaft sichtbar mit
 - Tag der Muffenmontage
 - Muffenmonteur (Kürzel od. Nummer)
 - Messwerte



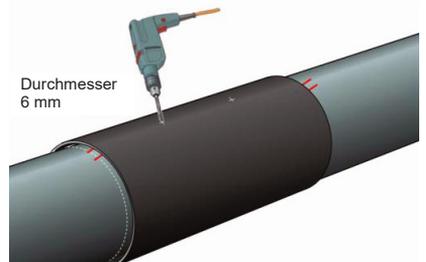
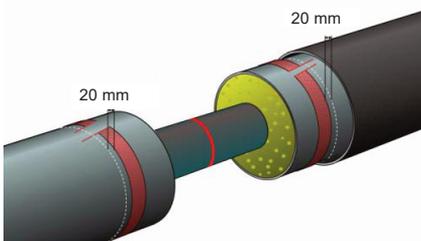
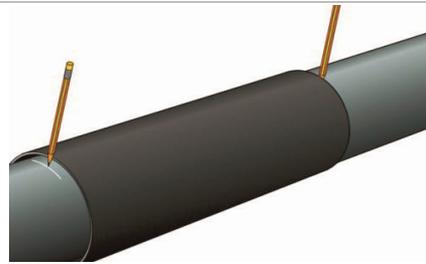
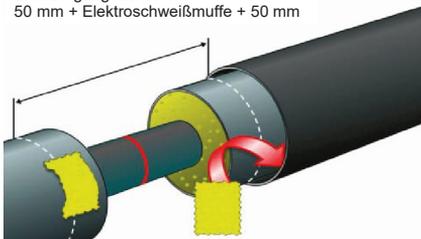
Reinigungs- und Entfettungszone:
50 mm + Elektroschweißmuffe + 50 mm

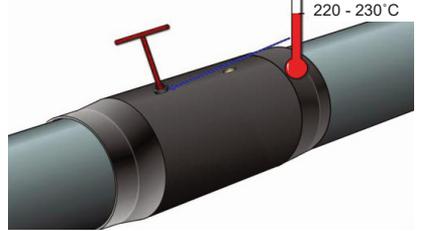
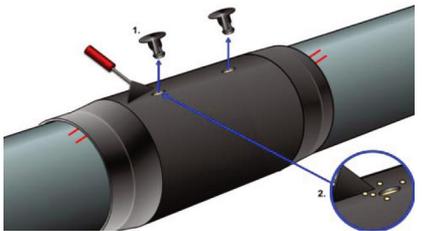
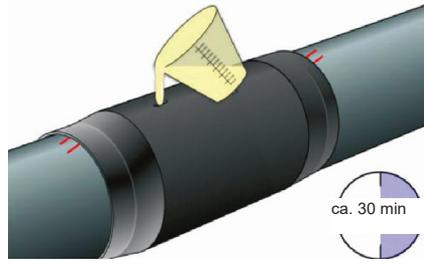
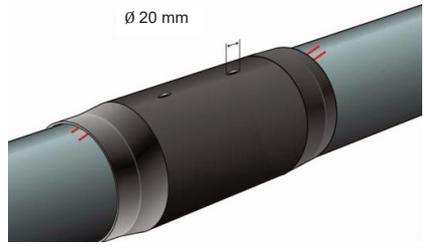
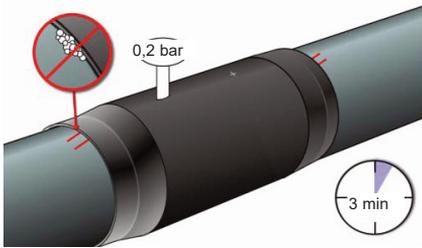
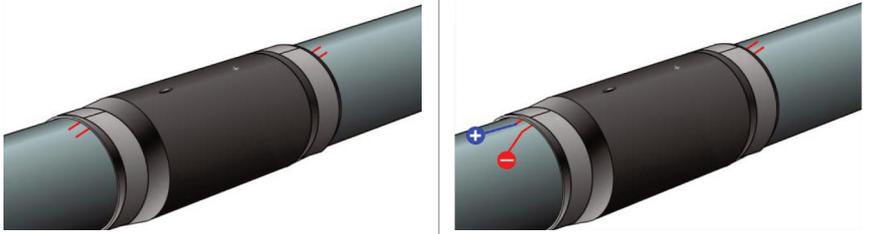
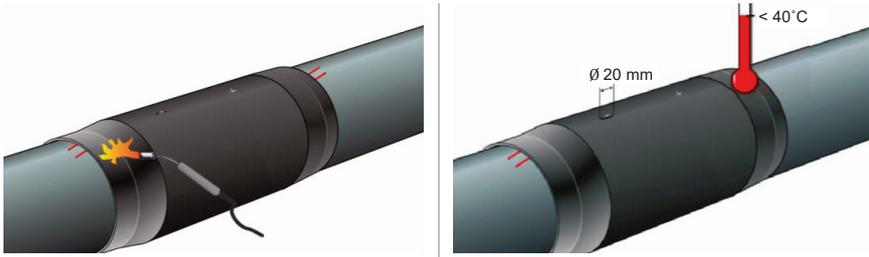


Aufrauhzone:
50 mm + Elektroschweißmuffe + 50 mm



Endreinigungzone:
50 mm + Elektroschweißmuffe + 50 mm







Unterlagen, die für die Muffenmontage erforderlich sind:

- Montagewerkzeug u. Maschinen
- Montageanweisungen
- Schaumtabellen
- Betriebsanweisungen
- Schutzausrüstung

5.5 Qualitätssicherung

Eine einwandfreie Ausführung der Dämm- und Dichtarbeiten an Muffenverbindungen ist unter anderem abhängig von den herrschenden Witterungsbedingungen. Während ein ausreichend großer Arbeitsschirm bei Regenwetter ausreichend ist, stellt neben der Sauberkeit vor allem die Temperatur einen äußerst wichtigen Faktor für die Qualität der Ausführung dar.

Der Normbereich der Temperatur nach EN 489 liegt im Bereich zwischen +15°C und +45°C. Dies gilt

sowohl für die Lufttemperatur als auch für die Oberflächentemperatur der Kunststoffmantelrohr-Bauteile. Die ideale Verarbeitungstemperatur der Schaum-komponenten „Polyol und Isocyanat“ liegt

bei 20 °C.

Für Baumaßnahmen, die außerhalb dieses Bereiches liegen, ist entweder die Einstellung der Baustelle oder das Ergreifen von Sonderbaumaßnahmen notwendig, die auf Anforderung des Bauherrn oder der ausführenden Firma geleistet werden können.

Generell müssen die Oberflächen der Stahlrohrverbindungen und der Mantelrohringraum der Muffenverbindung über die gesamte Dämm- und Dichtphase sicher auf Temperaturen zwischen

+15°C und +45°C gehalten werden.

Dies kann in der kalten Jahreszeit erreicht werden durch:

- Zirkulation von Heizwasser
- Einsatz eines Baugebläses
- Elektrisches Vorheizen der Stahlmediumrohre
- Einhausung und leichte Beheizung (bis ca. 15°C) bei PE-Schweißarbeiten
- In der warmen Jahreszeit:
- durch Beschattung der PUR-Schaumkomponenten und Muffenbereiche, die nicht der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden dürfen.
- Schäumarbeiten in den frühen Morgen- oder späten Abendstunden durchführen.

Bei Reparaturen und Anbohrungen bei KMR-Systemen im Betrieb ist zu achten auf:

- Vorschäumung
- Einsatz von Schaumshalen
- Umwicklung der heißen Oberfläche mit geschlossenzelligen Polyethylen-Wickelstreifen

Weitere Punkte, die auf die Qualität Einfluss nehmen:

- Niederschläge - Abhilfe durch entsprechende Schutzmaßnahmen, wie z.B. Schutzschirm
- Starker Wind - Abhilfe durch entsprechenden Schutzmaßnahmen, wie z.B. Windschürzen
- Platzmangel – es muss ausreichend Platz (DIN 4142:2002) vorhanden sein
- Sauberkeit, Trockenheit – die KMR-Teile und Rohre sollten in einem sauberen, der Rohrgraben in einem relativ trockenen Zustand sein

Abschlussarbeiten des Montagepersonals Endkontrolle

- Endmessung
- Dokumentation

Autoren des Kapitels

Johannes Ellmer, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

Oliver Vollmann, STURM Isotech GmbH & Co. KG

6 Der Einsatz von Armaturen in Nah- und Fernwärmenetzen

Einen wichtigen Beitrag zum sicheren und wirtschaftlichen Betrieb von Nah- und Fernwärmenetzen bilden Armaturen, ganz gleich, ob es sich um die Funktion zur Regelung oder Absperrung von Stoffströmen handelt. Im nachfolgenden werden jedoch insbesondere Armaturen zur Absperrung von Stoffströmen behandelt, da die Funktion der Regelung im Wesentlichen in Anlagen zur Erzeugung und Druckhaltung zum Einsatz kommt. Im weiteren Text wird der Begriff der Fernwärme verwendet, wobei die Ausführungen ebenfalls für den Einsatz in Nahwärme- und Fernkältenetzen gelten.

6.1 Die richtige Auswahl der Armaturentype

Schon in der Planung von Anlagen und Netzen spielen die verschiedenen Kriterien zur Auswahl von Armaturen eine große Rolle. Aufgrund der Konzentration auf die Anwendung von Absperrarmaturen in diesem Kapitel werden die folgenden Merkmale besonders zu beachten sein:

- Einbauraum
- Durchflusseigenschaften
- Wartungsaufwand
- Kosten für Anschaffung und Betrieb

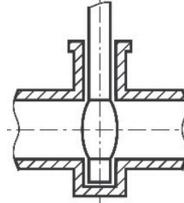
Für die Anwendung von Armaturen zur Absperrung von Stoffströmen kommen im Wesentlichen in den Anlagen die folgenden Armaturentypen zum Einsatz:

Grundbauarten nach EN736

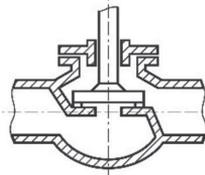
Grundbauart

Prinzipskizze

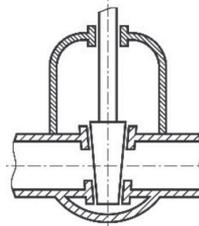
Absperrklappe



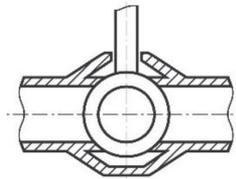
Ventil



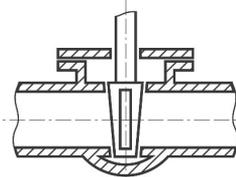
Schieber



Kugelhahn



Drehkegelventil
(Kükenhahn)



Aufgrund der langjährigen Erfahrungen verschiedenster Energieversorgungsunternehmen in Europa hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Sicherheit hat sich der Einsatz von Kugelhähnen, insbesondere bei direkt erdverlegten Leitungen, bewährt. Natürlich gibt es Anwendungsbereiche, insbesondere im Anlagenbau oder in bestehenden Schachtbauwerken, bei denen aufgrund beengter Einbauverhältnisse auch der Einsatz einer kompakten Absperrklappe Vorteile bietet.

Die daraus resultierenden Nachteile, wie beispielsweise die im Durchgang stehende Klappenscheibe mit ihren angeströmten Dichtelementen im Medienstrom und die daraus verursachten Strömungsverluste wiegen nicht so schwer, wie möglicherweise der kostspielige Umbau oder gar die Erneuerung des betreffenden Bauwerks.

Durch die positiven Erfahrungen beim Einsatz von Kugelhähnen über viele Jahre und den größten Anteil der insgesamt eingesetzten Armaturen wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels insbesondere auf diese Armaturentype eingegangen. Vergleiche, ganz gleich ob mit positivem oder negativem Ergebnis, mit anderen Armaturen werden an geeigneter Stelle jedoch angestellt und entsprechend bewertet.

Neben den allgemeinen Auswahlkriterien spielen aber auch die langjährigen Erfahrungen der Energieversorgungsunternehmen einen entscheidenden Anteil bei der Auswahl der einzusetzenden Armaturentype. Regelmäßig sollte jedoch bei der Planung von neuen Anlagen der technische Fortschritt neu bewertet werden. Bestehende Infrastruktur zur Wartung und Instandsetzung für bestimmte Armaturentypen oder sogar Fabrikate können ein Argument für die Beibehaltung alter Spezifikationen sein, machen jedoch wenig Sinn wenn eine allgemeine Unzufriedenheit beispielsweise hinsichtlich Zuverlässigkeit der bisher eingesetzten Armaturentype oder Fabrikate besteht.

Armaturentypen, die erheblichen Wartungsaufwand für den Energieversorger bedeuten, sollten in Zeiten knapper Personalkapazitäten gegen möglichst wartungsarme, besser noch wartungsfreie Armaturen ausgetauscht werden.

Armaturen die zum sicheren und zuverlässigen Betrieb Wartung verlangen, müssen nach den Vorgaben der Hersteller regelmäßig gewartet werden. Hier können beispielsweise die in früheren Jahren gerne eingesetzten Kugelhähne angeführt werden, die meist durch regelmäßiges Einpressen von Dichtmittel gewartet werden mussten. Wird die regelmäßige Wartung bedingt durch Personalknappheit nicht durchgeführt, ist die Betriebssicherheit gefährdet. Welcher Energieversorger möchte schon im Falle einer planmäßigen oder außerplanmäßigen Außerbetriebnahme eines Netzabschnittes eine nicht mehr schaltbare Armatur vorfinden.

Die vielfach erfolgreich und über viele Jahre zuverlässig eingesetzten Kugelhähne werden in zwei Varianten in der Fernwärme eingesetzt. Einerseits werden Kugelhähne mit vollem Durchgang eingesetzt. Diese Variante bietet im Durchgang der Armatur einen kreisrunden Durchgang ohne Einschnürung bzw. Einengung im Bereich der Dichtsitze gegenüber der Rohrleitung.

Andererseits setzen Energieversorger aus Kostengründen Kugelhähne mit reduziertem Durchgang ein. Hierbei wird der Durchgang im Bereich von Dichtsitze und Kugel in der Regel um eine Nennweite eingeschnürt, was neben auftretenden Strömungsverlusten auch zu einer zusätzlichen Geräuschentwicklung beitragen kann. Insbesondere bei Hauptleitungen mit erhöhten Fließgeschwindigkeiten kann daher ein Kugelhahn mit reduziertem Durchgang beispielsweise hydraulisch zu Nachteilen führen.

Somit sollten bereits bei der Planung von neuen Anlagen oder auch für Umbaumaßnahmen alle Kriterien für die Auswahl von Armaturen neu bewertet werden.

Die nachfolgende Übersicht dient als Hilfe bei der Auswahl der Armaturentype in Abhängigkeit der Kriterien.

Auswahl einer Armatur

Zuordnung der Kriterien zum Armaturengrundtyp

Kriterium	Ventil 	Schieber 	Klappe 	Kugelhahn 	Argument in der Fernwärme
Dichtheit	+	+	+	++	wichtig, da lange Lebensdauer gefordert
Druckverlust	-	+	+	++	bei vollem Durchgang wie gerade Rohrleitung
Regelcharakteristik	++	+	+	-	in Fernwärmeanwendungen seltener gefordert
Schalzhäufigkeit	+	+	+	+	in Fernwärme eher gering
Schaltzeit	-	--	++	++	Druckstoß ist zu beachten
Temperaturbereich	+	+	+	+	meist max. 120-130° C FW-Betriebstemperatur
Druckbereich	-	+	-	+	in Fernwärme PN 25
Betätigungskraft	-	-	++	+	für Auslegung der Antriebe wichtig
Einbauraum	-	-	++	+	Bauwerksgestaltung beachten
Verschleißfestigkeit	+	++	-	+	nicht relevant, da FW-Wasser nicht sauber ist
Reparaturanfälligkeit	-	-	++	++	Wartung je nach Bauart möglich / nicht möglich

6.2. Der richtige Einbau der Armaturen

Nach der Auswahl der bestmöglichen Armaturentype spielt die richtige Lagerung und ein fachgerechter Einbau eine wesentliche Rolle für einen langjährigen und zuverlässigen Einsatz in der Fernwärme. Nicht selten wurde die Lebensdauer von Armaturen schon bei der Lagerung auf der Baustelle oder beim Einbau derart eingeschränkt, dass vor der Inbetriebnahme der Anlage oder Rohrleitung eine Erneuerung erforderlich war.

Die Lagerung der Armaturen hat grundsätzlich nach den Vorgaben der jeweiligen Hersteller zu erfolgen, die in den zur Armatur beigelegten Unterlagen ersichtlich sind. Die Dokumente sind, sofern sie bei der Auslieferung der Armatur nicht beigelegt sind, beim Hersteller anzufordern.

Grundsätzlich sind für die Lagerung folgende Punkte zu beachten:

- Die Lagerung muss so erfolgen, dass eine Verschmutzung insbesondere im Inneren der Armatur ausgeschlossen werden kann. Sind Schutzkappen durch den Hersteller angebracht, so dürfen diese erst kurz vor dem Einbau entfernt werden.
- Die vom Hersteller vorgeschriebenen zulässigen Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Feuchtigkeit und Sonneneinstrahlung sind zu beachten, insbesondere im Winter ist Frost zu vermeiden.
- Kugelhähne sind in der Stellung „OFFEN“ zu lagern und einzubauen, da in dieser Position die Dichtungelemente ordnungsgemäß geschützt werden. (Anmerkung: Absperrklappen und -schieber hingegen werden in Stellung „ZU“ gelagert.)

Beim Einbau von Armaturen gelten ebenfalls die Montage- und Einbauvorschriften der jeweiligen Hersteller, die aus den Dokumenten zur Armatur zu entnehmen sind.

Auch für den Einbau gelten einige allgemeingültige Vorschriften, die herstellerübergreifend aufzuführen sind:

- Der Einbau ist nur durch geeignetes Fachpersonal vorzunehmen. Bei Großarmaturen sind die vom Hersteller vorgeschriebenen Anschlagpunkte zu verwenden.
- Bei der Montage von Flanschverbindungen sind neben den Vorgaben des Armaturenherstellers auch die Vorgaben des Dichtungsherstellers zu beachten, Anzugsmomente für Schrauben sind einzuhalten.

- Beim Einschweißen sind die maximal zulässigen Temperaturen der Armaturen einzuhalten, gegebenenfalls sind Kühleinrichtungen anzubringen.
- Kugelhähne sind grundsätzlich in geöffneter Stellung einzubauen und erstmalig nach erfolgter Reinigung/Spülung der Leitung zu schalten.
- Die ordnungsgemäße Betätigung der Armatur muss in eingebautem Zustand ohne Gefahr für das Bedienpersonal sichergestellt sein.

Im Allgemeinen sind neben den Vorgaben der jeweiligen Herstellerunterlagen alle gültigen Regeln der Technik einzuhalten. Im Zweifelsfall ist der jeweilige Hersteller zu kontaktieren.

6.3. Der richtige Betrieb von Armaturen

Grundsätzlich ist die richtige Handhabung auch aus der Bedienungsanleitung des jeweiligen Herstellers zu entnehmen.

Es gibt aber für die Anwendung in Fernwärmanlagen noch Besonderheiten. So werden beispielsweise aufgrund der bereits beschriebenen Eigenschaften gerne Kugelhähne eingesetzt. Diese haben aber konstruktiv bedingt die eingeschränkte Anwendung als reine Auf-/Zu-Armatur, was bei längeren Transportleitungen dazu führen kann, dass die Stellzeiten für die Kugelhähne sehr lang sein sollen, dies bedeutet, dass die Kugel sehr langsam geschaltet werden muss.

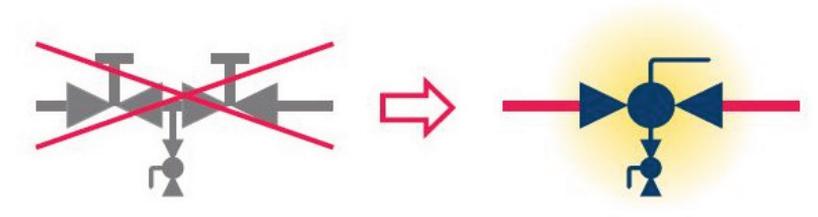
Hierdurch können sich bei sehr gering geöffneten Querschnitten sehr hohe Fließgeschwindigkeiten ergeben, wodurch es bei den von allen Herstellern verwendeten Kugeldichtungen aus PTFE (Teflon) zu Auswaschungen kommen kann und damit zu Undichtigkeiten führen könnte.

Die vorgesehene Stellzeit sollte immer in Abstimmung mit dem Armaturenhersteller gewählt werden. Bei der Verwendung von Elektro-Stellantrieben lässt sich meist auch eine Taktung vorsehen, die entsprechend einem voreingestellten Verfahrmodus in Zwischenstellungen verweilen, um von der vollständig geöffneten bis zur vollständig geschlossenen Position eine gewünschte Stellzeit zu erreichen, wobei in bestimmten Zwischenstellungen für eine zu definierende Zeit keine Verfahrung der Kugel erfolgt. Auf jedem Fall ist zur Auslegung der Hersteller des Kugelhahnes zu kontaktieren.

Ein nicht zu unterschätzendes Risiko ist die Befüllung von Leitungsabschnitten, ganz gleich ob bei neu gebauten Leitungen oder bei Wiederinbetriebnahmen nach Instandsetzungsarbeiten. Sehr oft wird hier die Befüllung über im Netz befindliche Kugelhähne durchgeführt. Durch die Öffnung eines kleinen Spaltes und den damit verbundenen Strömungsgeschwindigkeiten kann ebenfalls das Dichtsystem Schaden nehmen. Besser ist hier die Anwendung von Entleerungs- und Entlüftungsstutzen vor und hinter der Hauptarmatur. Besonders sicher erfolgt das Befüllen von Streckenabschnitten über einen zwischen beide Stutzen montierten Bypass.

Um auch die Entleerungs- und Entlüftungsarmaturen nicht unnötig zu gefährden, ist der Einsatz einer sogenannten „Verschleißarmatur“ zur Drosselung des Volumenstromes über den Bypass sinnvoll. Bei dieser Verschleißarmatur kann jegliche Art von Armatur eingesetzt werden. Über diese Armatur erfolgt die Regelung des Befüllvorganges unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Nachspeisemenge. Auch bei einem normalen Kugelhahn, der konstruktionsbedingt nicht für Regelfunktionen vorgesehen ist, spielt eine Beschädigung der Dichtfläche keine Rolle, da es sich um eine sogenannte Verschleißarmatur handelt, die keine vollständige Absperrung mehr erfüllen muss.

Bei Anlagen- oder Bauwerkarmaturen sind die Forderungen der DGUV 103-002 (Doppelabsperrung mit zwischenliegender Entlüftung) zu erfüllen. Hier bieten Kugelhähne durch die zwei unabhängig voneinander arbeitenden Dichtelemente im Durchgang die technische Lösung. Es werden zwei Armaturen, gleich welcher Bauart, durch einen Kugelhahn ersetzt.



Voraussetzung für die Erfüllung dieser Vorschrift ist ein geeignetes und natürlich auch ein durch eine Abnahmeorganisation geprüftes Dichtsystem, sowie natürlich das Vorhandensein eines Prüfanschlusses. Als Prüfanschluss würde eine Verschlusschraube ausreichen, wobei zu beachten ist, dass das Betriebsmedium in der Fernwärme heißes Wasser ist.

Bei Entfernen der Verschlusschraube kann es schon zu Verletzungen des Bedienpersonals kommen, wobei bei Auftritt einer dauerhaften Leckage das Einschrauben der Verschlusschraube sicherlich nicht mehr möglich sein wird. Besser ist an dieser Stelle die Verwendung eines Prüfkugelhahnes kleiner Nennweite, der eine sichere Betätigung gewährleistet. In den nachfolgenden Bildern sind beispielhaft Kugelhähne mit Prüfanschluss dargestellt.



Die Lage des Prüfkugelhahnes kann nach Abstimmung mit dem Hersteller festgelegt werden. Grundsätzlich sollte bedacht werden, dass die Einbringung von Luft in Fernwärmesysteme unerwünscht ist. Weiterhin gilt zu beachten, dass bei Betriebstemperaturen deutlich über 100°C mit Dampfbildung zu rechnen ist, sofern sich Wasser im Gehäuseinnenraum befindet. Hierdurch lassen sich in der Praxis schnell falsche Ergebnisse zur Beurteilung der Kugelhahndichtheit darstellen. Eine Schulung der Betriebsmitarbeiter durch den Hersteller kann einem sicheren und zuverlässigen Betrieb dienlich sein.

Für die Benutzung der Doppelabsperrung sind entsprechende Sicherheitshinweise zu beachten. Beim Öffnen von Entleerungskugelhähnen besteht Gefahr durch austretendes Medium, in der Fernwärme meist über 100°C heißes Wasser. Daher ist sicherzustellen, dass entweder das austretende Medium über Schlauch- oder Rohrleitungen abgeführt wird oder die Gefahr der Dampfbildung durch Herabsenken der Temperatur reduziert wird.

Bei der Dichtheitsprüfung ist weiterhin zu beachten, dass der Entspannungsprozess einige Zeit in Anspruch nehmen kann und dies bei der Bewertung beachtet werden muss.

6.4. Wartung und Instandsetzung von Armaturen

Für die Wartung und Instandsetzung von Armaturen sind die Herstellerangaben der jeweiligen Betriebs- und Wartungsanleitung zu beachten. Diese Vorgaben sind im Rahmen der Gewährleistung zwingend einzuhalten. Bei Armaturen mit erhöhtem Wartungsaufwand liegt die Überlegung nahe eine weniger wartungsaufwändige Armatur zu verwenden. Die erforderlichen durchzuführenden Wartungsarbeiten sind unter Berücksichtigung der Sicherheitsvorgaben durch das Arbeitsschutzgesetz, der Berufsgenossenschaften, der Betreiber und der weiteren geltenden Vorschriften vorzunehmen.

Alle Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten sollten von Fachpersonal durchgeführt werden, welchem

- die Betriebsvorschriften des Anlagenbetreibers
- die Vorschriften des Armaturenherstellers
- die allgemeinen Regeln der Technik
- die Gefahren der Anlage

bekannt sind.

Bei Arbeiten durch Fremdpersonal, sei es ein Drittunternehmen oder auch nur das Service-Personal des Armaturenherstellers, sollte grundsätzlich Personal des Anlagenbetreibers dauerhaft vor Ort sein. Nur das Personal des Anlagenbetreibers kann das sichere Arbeiten an Anlagenteilen gewährleisten. Zusätzlich muss aus Sicherheitsgründen eine Einweisung des Fremdpersonals vor Aufnahme der Arbeiten durchgeführt werden. Hierbei sollte auf die momentane Betriebssituation eingegangen werden sowie über die allgemeinen Gefahren durch das Betriebsmedium und die Umgebung hingewiesen werden.

6.5. Armaturen im direkten Erdeinbau

Abschließend sind für den Bereich der im direkten Erdeinbau vorgesehenen Armaturen noch einige Besonderheiten anzuführen.

Die Vorschriften für die KMR-Dämmung sind den entsprechenden Kapiteln dieses Handbuches zu entnehmen. Diese gelten gleichlautend auch für die Bereiche der Armaturen.

Besonders zu erwähnen ist hier die Betätigung von außerhalb des KMR-Systems. Dies sorgt dafür, dass die Betätigungsbereiche grundsätzlich auch vor eintretendem Wasser und auch vor Schmutz zu schützen sind. Als kostengünstige und sichere Variante haben sich hier PE-Hülsrohre mit abdichtender Schraubkappe erwiesen. Diese lassen sich in zwei Versionen anwenden:

1. im unteren Bereich abgedichtet

Bei Gefahr durch einen hohen Grundwasserspiegel sollte das Schutzrohr im unteren Bereich abgedichtet werden. Somit kann bei hohem Grundwasserspiegel das Wasser nicht von unten in das Schutzrohr drücken. Bei von oben eindringendem Wasser besteht jedoch erhöhter Aufwand zum Entfernen dieses Wassers.

2. im unteren Bereich offen

Wenn das Schutzrohr im unteren Bereich nicht abgedichtet wird, kann bei von oben eingedrungenem Wasser ein Absickern des Wassers nach unten erfolgen.

Grundsätzlich ist die Verwendung eines Schutzrohres mit abdichtendem Deckel, ganz gleich welcher Bauart, zu empfehlen. Hierdurch wird sichergestellt, dass jegliche Verschmutzung und auch jegliches Wasser von der Armatureinheit ferngehalten wird. Dies ist für eine langlebige Armatur zwingend erforderlich.

Bei der Auswahl der Schutzrohre ist auf die Bedienmöglichkeit zu achten. Bei größeren Nennweiten werden mobile Planetengetriebe verwendet. Die Getriebe sorgen dafür, dass durch geringe Eingangsmomente das erforderliche Losbrech- und Betätigungsmoment an der Schaltwelle erzeugt wird. Zusätzlich ermöglichen die Getriebe eine kontrollierte langsame Bewegung der Kugel. Es muss sichergestellt sein, dass diese Getriebe in das Schutzrohr eingeführt werden können.

Weiterhin ist bei der Einbringung von Dehnpolstern zwingend erforderlich, dass die gesamte Armatureinheit und hier insbesondere die verlängerte Schaltwelle der Armatur, die auftretende Bewegung ausführen kann. Auch aufgebaute Zusatzverlängerungen zum Anpassen der Überdeckungshöhe müssen die gesamte Bewegung der Armatur ausführen können.

6.6. Schlusswort des Arbeitsausschusses Armaturen

Im Interesse einer langlebigen und sicher zu betreibenden Anlage bzw. eines Netzes ist empfehlenswert bereits im Rahmen des Baus einen langjährig erfahrenden Mitarbeiter des Betreibers als „Bauüberwacher“ zu installieren. Fehler, insbesondere bei direkt erdverlegten KMR-Leitungen, lassen sich bei der Endabnahme nicht mehr oder nur sehr schwer feststellen. Insbesondere die nicht festzustellenden Fehler können nach Ablauf der Gewährleistung zu hohen Instandhaltungskosten führen, die dann nur noch durch den Betreiber zu tragen sind.

Verfasser des Kapitels

Arbeitsausschuss Armaturen des BFW

7 Ausrüstung und Werkzeuge zur Montage von Mantelrohrverbindungen und Montageformteilen

7.1 Allgemeine Informationen zum Bauablauf

Im Rahmen der Nachdämmarbeiten an den Mantelrohrverbindungen ist es unerlässlich, dass das Montagepersonal über geeignete Werkzeuge und Ausrüstungen verfügt.

Es wird empfohlen, dass die Muffenmonteure die nachfolgend aufgeführten Werkzeuge in ihrem Montagefahrzeug mitführen und auch ausschließlich mit diesen Werkzeugen arbeiten.

Nur damit wird eine qualitätsgerechte Arbeitsausführung sichergestellt. Das heißt, dass die zur Nachdämmung eingesetzten und geprüften Monteure auch mit diesen, entsprechend qualitätsgerechten Werkzeugen ausgestattet sein müssen.

Widrige Umgebungsbedingungen, Zeitverzögerungen durch andere Gewerke und saisonale Höhepunkte erfordern eine enge Zusammenarbeit mit der Bauleitung, der verlegenden Firma und dem Tiefbau.

Deshalb ist eine möglichst exakte Vorausplanung wichtig, aber eine verbindliche Feinplanung kurz vor Beginn und dann laufend während der Montage ist noch wichtiger.

Ein allseits zufrieden stellender Arbeitsablauf kann nur durch intensive Kontaktpflege zwischen der Montageabteilung des Montagebetriebes und der Bauleitung erreicht werden. Damit wird sichergestellt, dass die bauseitigen Vorarbeiten im Einklang mit dem Einsatz der Monteure stehen.

Jedes Muffenmonteurteam muss ein voll ausgerüstetes Montagefahrzeug zur Verfügung haben. Hierzu zählen selbstverständlich auch Stromaggregate, Schutzschirme, Abdeckplanen, Sicherheitsausrüstung und Schutzkleidung. Jeder Muffenmonteur muss alle zur Verarbeitung des gewählten Muffensystems erforderlichen Materialien, Werkzeuge und Geräte mit sich führen.

In der nachfolgenden Auflistung sind alle relevanten Werkzeuge zur qualitativ einwandfreien Durchführung der Arbeiten aufgelistet. Hierbei wird besonderer Wert auf Qualitätswerkzeug gelegt, denn nur dann kann auch Qualitätsarbeit geleistet werden.

7.2 Werkzeuge für die Montage von Mantelrohrverbindungen und Montageformteilen



1) Propangasflasche



2) Propan-Anschlussgarnitur



3) Stecheisen



4) Hammer



5) Dreikantschaber



6) Digital-Temperaturmessgerät



7) Verdrahtungszangen



8) Quetschzangen



9) Messgeräte für Überwachungs-
Systeme.



10) Dichtbänder



11) Markierstifte



12) Maßband / Zollstock



13) Neutrales Reinigungspapier



14) PE-Reiniger



15) Schmiergelleinen Körnung

40 - 60



16) Spiralbohrersatz



17) Zentrierkeile



18) Akku-Bohrmaschine



19) Abdrückgarnitur



20) Sprühflasche



21) Manschettenband



22) Schaumkomponenten



23) Kabeltrommel



24) Elektro-Bohrmaschine



25) 20 mm Flachbohrer
mit Tiefenanschlag



26) Schaummessbecher



27) Rührstäbe



28) Schutzbrille



29) Keilbohrer mit Tiefenanschlag



30) Stopfenhalter



31) Stopfen-Schweißgerät



32) Handsäge



33) PE-Entgrater



34) Stichsäge



35) Spanngurte



36) Temperaturmessgeräte



37) Extruder-Schweißgerät



38) Heißluft-Schweißgerät



39) Unterlegschiene mit Nut



40) Stromaggregat



41) Schutzbekleidung



42) Schutzhandschuhe



43) Sicherheitsausrüstung



44) Schutzschild



45) PE-Schweißdraht



46) Augenspülflasche



47) Klappleiter



48) Atemschutzfilter

7.2.1 Erforderliches Werkzeug zur Muffenmontage gemäß FW 603

Werkzeug	Werkzeugnummer
Abdrückgarnitur	19
Akku-Bohrmaschine inkl. Ersatzakku	18
Atenschutzmaske	48
Augenspülflasche	46
Dichtbänder	10
Digital-Temperaturmessgerät	6
Dreikantschaber	5
Elektro-Bohrmaschine (mindestens 1000 Umdrehungen/min)	24
Flachbohrer 20 mm mit Tiefenanschlag	25
Hammer	4
Handsäge	32
Kabeltrommel	23
Keilbohrer mit Tiefenanschlag (normale und große Version)	29
Leiter	47
Manschettenband	21
Markierungsstifte	11
Maßband und Zollstock	12
Messgeräte für unterschiedliche Überwachungssysteme	9

Neutrales Reinigungspapier	13
PE-Entgrater	33
PE-Reiniger	14
Propangasflasche	1
Propan-Anschlussgarnitur bestehend aus: Sicherheitsventil, Druckregler, doppelwandiger Schlauch, Glocke, Rohr u. Griff	2
PUR-Schaumkomponenten (Polyol u. Isocyanat)	22
Quetschzangen	8
Rührstäbe	27
Schaummessbecher	26
Schmiergelleinen (Körnung 40 - 60)	15
Schutzbrille	28
Schutzhandschuhe	42
Schutzkleidung	41
Schutzschirm	44
Sicherheitsausrüstung	43
Spiralbohrersatz	16
Sprühflasche mit Leckfinder	20
Stecheisen	3
Stichsäge	34
Stopfenhalter	30

Stopfenschweißgerät	31
Stromaggregat	40
Verdrahtungszangen	7
Zentrierkeile	17

Für alle stoffschlüssigen Muffen wie Schweißmuffen, Einpassmuffen etc. muss gesondertes Werkzeug, entsprechend den Herstellervorgaben, zur Nachdämmung eingesetzt werden. Diese Muffen dürfen auch nur von den Monteuren verarbeitet werden, die eine Schulung und Zertifizierung vom Hersteller der jeweiligen Muffe erhalten haben und dies durch ein Zeugnis nachweisen können. Siehe auch Hinweise Kapitel 5.

7.2.2 Zusatzwerkzeug zur Muffenmontage gemäß DVS 2212 - 4

Handextruder mit Schweißschuhen für V- und Kehlnaht	37
Heißluft-Schweißgerät mit Heft- und Schweißdüse	38
PE-Schweißdraht	45
Temperaturmessgeräte bis mindestens 300 °C	36
Spanngurte	35
Unterlegschiene mit Nut für Montageformteile (Schweißhilfe)	39

Entsprechend den Vorgaben der Systemhersteller sind eventuell weitere Werkzeuge erforderlich, insbesondere für kraftschlüssige Muffen (Schweißmuffen, Induktionsmuffen, Einpassmuffen etc.).

Autoren des Kapitels

Gerd Moser, BRUGG Rohrsysteme GmbH

Johannes Ellmer, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

8 Überwachungs- und Fehlerortungssysteme

8.1 Allgemein

Feuchtigkeitseintritt durch z.B. Schweißnahtfehler, undichte Muffenverbindungen oder Beschädigungen von außen können zu großen Schäden führen. Wärmeverluste durch Isolationsfehler, Korrosion an Rohrleitungen und Betriebsunterbrechungen wären die Folge.

Heute werden Fernwärmeleitungen überwiegend mit Betriebs- bzw. Leckageüberwachung ausgestattet. Der Vorteil liegt in der Früherkennung von Schäden und deren Ortung. Werkseitig in die Wärmedämmung eingeschäumte Überwachungsadern mit entsprechenden Überwachungsgeräten erhöhen die Betriebssicherheit, begrenzen Schadenskosten und verlängern die Lebensdauer des Fernwärmenetzes. Das bedeutet, sie dienen zum Schutz der Investition und der Versorgungssicherheit.

Je nach verwendetem Überwachungssystem wird hier nicht nur der Muffenbereich, sondern der gesamte Trassenabschnitt überwacht. Schon geringfügige Durchfeuchtung durch undichte Schweißnähte, Baufeuchte oder Beschädigung des PEHD-Mantelrohres oder einer Muffe können detektiert und gemeldet werden.

Am Markt haben sich zwei grundlegende Rohrüberwachungs-Systeme etabliert. Neben dem von den meisten Rohrherstellern standardmäßig verbautem *Nordischem System*, bei dem zwei Kupferdrähte als Fühlerdraht dienen, hat sich noch das *Widerstandsdraht-System* mit einer Nickel-Chrom und einer vollisolierten Kupferader als Rückführader durchgesetzt. Weitere am Markt angebotene Systeme wie z.B. HDW oder JR-Isotronic spielen eher eine untergeordnete Rolle.

Für ein funktionierendes und vom Netzbetreiber akzeptiertes Überwachungssystem ist, neben der Wahl des geeigneten Fühlerdrahtsystems, die Einbindung und Anpassung der Überwachungsgeräte in die beim Betreiber vorhandene Infrastruktur sowie eine korrekte, zeitlich aktuelle Dokumentation extrem wichtig.

8.2 Nordisches System (EMS-System)/Cu-Draht-System (Laufzeitmessverfahren)

Die werkseitig vorgefertigten KM-Rohre und Formteile werden standardmäßig mit zwei Kupferdrähten ausgestattet. Diese sind zur Unterscheidung farblich kodiert (Kupfer blank, Kupfer galvanisch verzinkt). Nach Verbindung der Rohre und Formteile werden die aus der Polyurethan-Verbundisolierung herausragenden Überwachungsdrähte durch Quetschhülsen verbunden und anschließend mit Weichlot verlötet. Um eine Messschleife zu bilden, sind an den Endpunkten beide Drähte verbunden. Abzweige werden unter Berücksichtigung der Verdrahtungsrichtlinien direkt in die Überwachungsschleife eingebunden. Dadurch entsteht eine lückenlose Kontrolle des gesamten Netzes.

8.2.1 Aufbau



Abbildung 37, Nordisches-System
- Komponenten



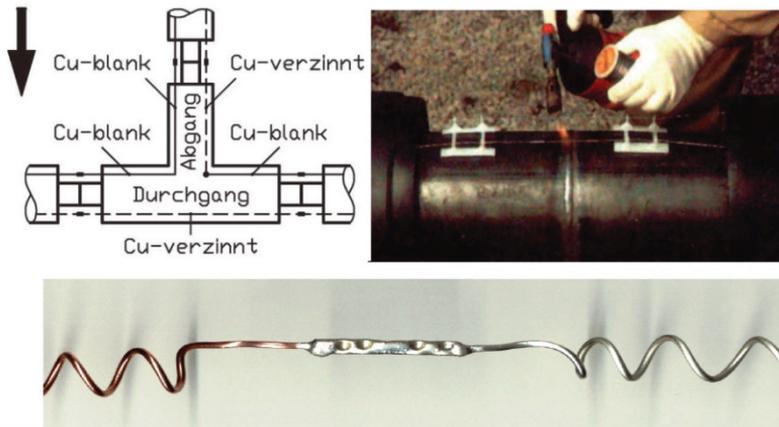


Abbildung 38, Nordisches-System – schematischer Aufbau

- Ein Kupferdraht blank 1,5 mm²
- Ein Kupferdraht galvanisch verzinkt 1,5 mm²
- Komplette Oberfläche beider Drähte dient als Sensorfläche
- Widerstand 0,012 Ohm/m
- Impedanzwert typisch 270 Ohm
- Impulslaufzeit typisch 274 m/μs

8.2.2 Funktionsweise

Die Überwachung erfolgt in der Regel über die ohmsche Widerstandsmessung (Gleichspannung) zwischen dem Drahtpaar und dem elektrisch leitendem Mediumrohr. Da die Dämmung aus PUR-Schaum einen elektrischen Isolator darstellt, weist diese bei intaktem Verbundmantelrohr zwischen Draht und Mediumrohr einen hohen Isolationswiderstand auf. Durch eindringende Feuchte wird der Widerstand zwischen Mediumrohr und Drahtsystem abgesenkt.

Zur Ortung der Schadstelle wird das sog. Impulslaufzeitverfahren angewendet.

Im Gegensatz zur Widerstandsmessung wird hier das Wechselspannungsverhalten der Anordnung bewertet. Durch die geometrische Anordnung der Kupferdrähte und des Mediumrohrs stellen sich bestimmte Impedanzwerte (typ. 270 Ohm) in dieser Anordnung ein. Die Impedanzwerte sind unter anderem abhängig vom Abstand des Drahtes zum Mediumrohr und den Wechselspannungseigenschaften des Zwischenraums (Dielektrikum). Veränderungen im Zwischenraum und somit eine Änderung der Impedanz, z.B. durch Feuchtigkeit, können ortsabhängig detektiert werden. Hierzu werden von einem Impulslaufzeitmessgerät (engl. Time Domain Reflectometer – TDR) Pulse auf die Anordnung gegeben.

Die Messpulse legen innerhalb einer bestimmten Zeit eine bestimmte Strecke zurück. Die Geschwindigkeit des Messimpulses (hier typ. 270 m/μs) hängt wie der Impedanzwert vom Aufbau der Anordnung ab. An Stellen, an denen sich der Impedanzwert der Anordnung ändert, werden Teile des Pulses reflektiert (sog. Echo). Durch Messen der Zeitspanne zwischen Senden des Messimpulses und Eintreffen des Impulsechos ist eine eindeutige Ortung möglich.

Diese Technik kann nicht nur für die reine Ortung, sondern auch für eine präventive Überwachung genutzt werden. Ein Vorteil gegenüber der Widerstandsüberwachung ist die Unabhängigkeit gegenüber der Leitfähigkeit des eindringenden Mediums. Hierdurch kann das System auch für schlecht oder nicht leitende Medien eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit mehrere Fehler in einem Messabschnitt differenziert und ortsabhängig zu orten.

Ein Nachteil ist, dass bei Isolationsfehlern ein eindeutiges und detektierbares Echo erst ab einem Widerstandsisolationswert im Kilohmbereich erkennbar ist. Im Gegensatz hierzu sind Drahtabriss eindeutig detektierbar.

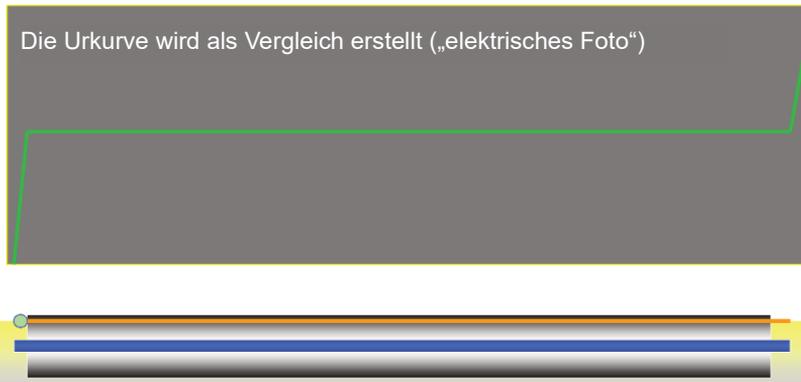


Abbildung 39, Nordisches-System – Urbild, Gutmessung

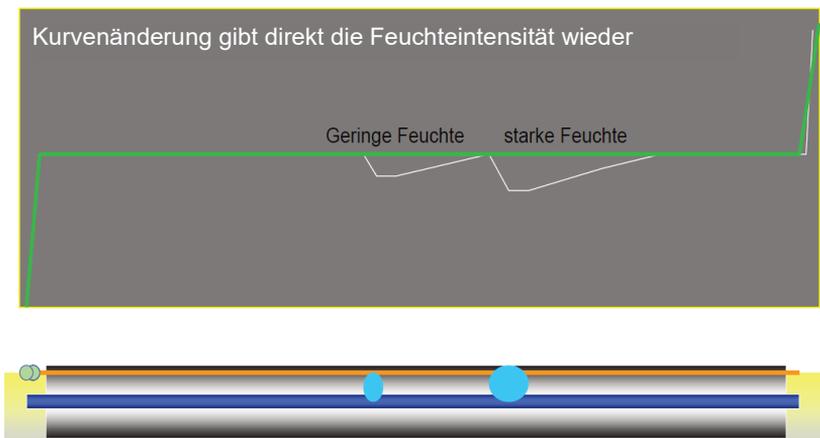


Abbildung 40, Nordisches-System – Kurvenänderung bei Feuchte

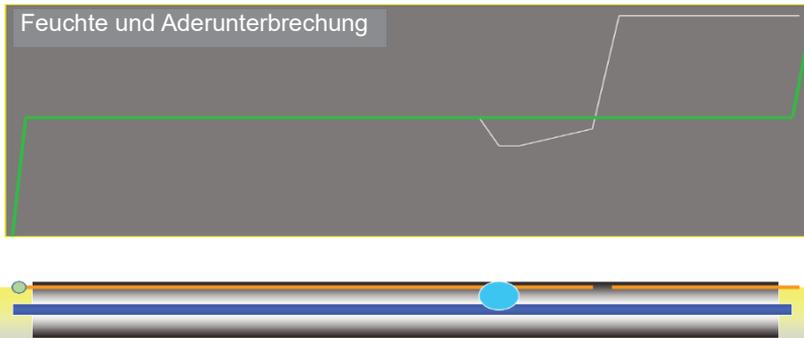
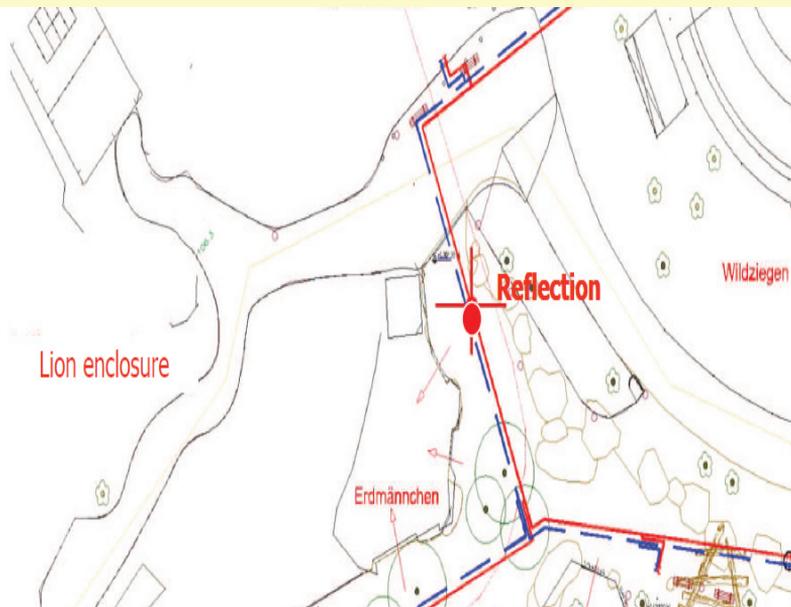


Abbildung 41, Nordisches-System – Kurvenänderung bei Feuchte und Drahtabriss

Elektrische Impulse werden in das



Fehlerstellen verursachen Reflexionen

Abbildung 42, Nordisches-System – Ermittlung von Mehrfachfehlern

8.2.3 Fazit

Vorteile:

- Überwachung des gesamten Rohrsystems
- Detektion von Fehlern über beide Adern
- Einfache Muffenmontage durch Quetschhülsen und Verlötung
- Keine elektronischen Komponenten
- Fühlerschleifenüberwachung über das gesamte Netz
- Ortbarkeit von Mehrfachfehlern
- Detektion von nichtleitenden Medien

Nachteile:

- Fehlerortung erst bei größeren Schadenstellen, stärkerer Durchfeuchtung möglich

8.2.4 Überprüfung Cu-Draht-System

- Durchgangsmessung der Drahtschleife niederohmiger Wert zwischen 1-50 Ohm Werte im Vor- und Rücklauf sollten gleich sein
Isolationsmessung zwischen Drahtschleife und Medienrohr
hochohmiger Wert ca. 10 MOhm / 1000 m Rohr

Messungen müssen mit einem speziellen Isolationsmessgerät durchgeführt werden, z.B. LANCIER Monitoring „PipeCheck“, isoplus „IPS-HST“ o.ä.

8.3 Widerstandsdraht-System/NiCr-Draht-System (Widerstandsmessverfahren)

Typisches Merkmal und Namensgeber dieser Technologie ist der Widerstandsdraht, der als Sensorik (Fühlerader) im Rohr verbaut ist. Heute wird fast ausschließlich ein NiCr Draht mit 5,7 Ohm/m (selten auch 4 Ohm/m) eingesetzt. Dieser NiCr-Draht hat eine perforierte Isolation. Zusätzlich ist eine vollisolierte Schleifenader (Rückführader) verbaut. Diese dient zur Bildung einer Messschleife und hat für die eigentliche Überwachung keine Bedeutung.

Wichtig: Hier ist bei der Montage darauf zu achten, dass alle Verbindungsstellen durch Verwendung von Schrumpfschläuchen dauerhaft isoliert sind.

8.3.1 Aufbau, Komponenten

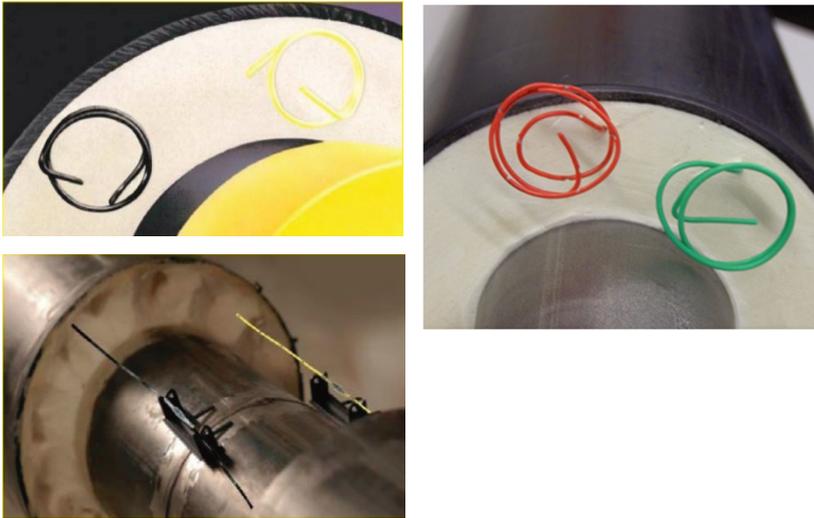
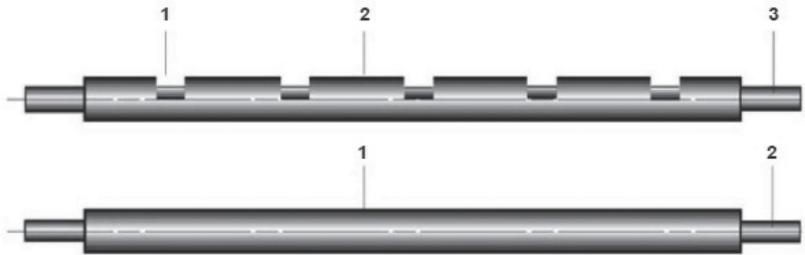


Abbildung 43, Widerstandsdraht-System – Komponenten



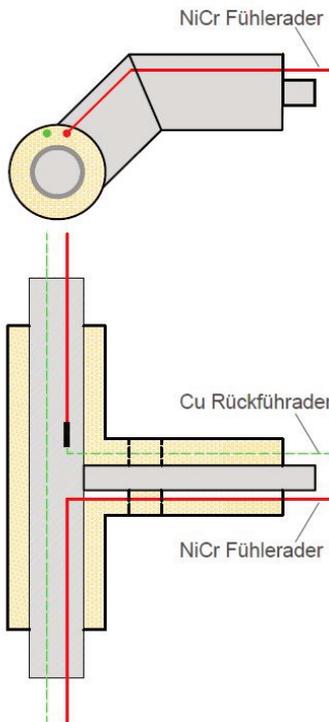
Aufbau der Fühlerader (oben):

1. Perforationen in regelmäßigen Abständen für Feuchtekontakt
2. PTFE-Isolierung,
Farbe gelb, Fa. Isoplus
Farbe rot, Fa. Brandes
3. NiCr 8020 Draht, \varnothing 0,5 mm
5,7 Ohm/m

Aufbau der Rückführader:

1. FEP-Isolierung,
Farbe schwarz, Fa. Isoplus
Farbe grün, Fa. Brandes
2. Cu Draht, \varnothing 0,8mm
0,036 Ohm/m

Drahtverlauf

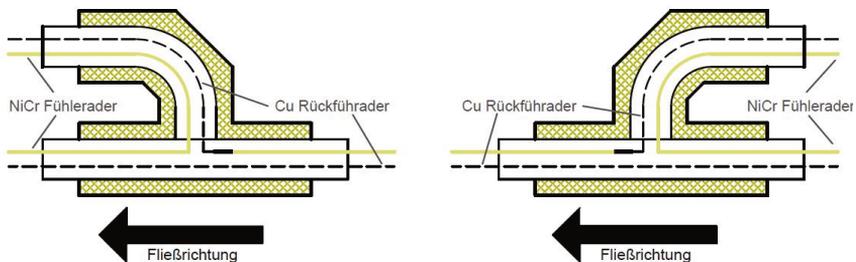


Bei 45° Abzweigen ist darauf zu achten, ob diese nach oben oder unten abgehen. Die Dokumentation der Einbausituation ist erforderlich für die spätere Drahtverlauf-erkennung, bzw. den Schleifenplan.

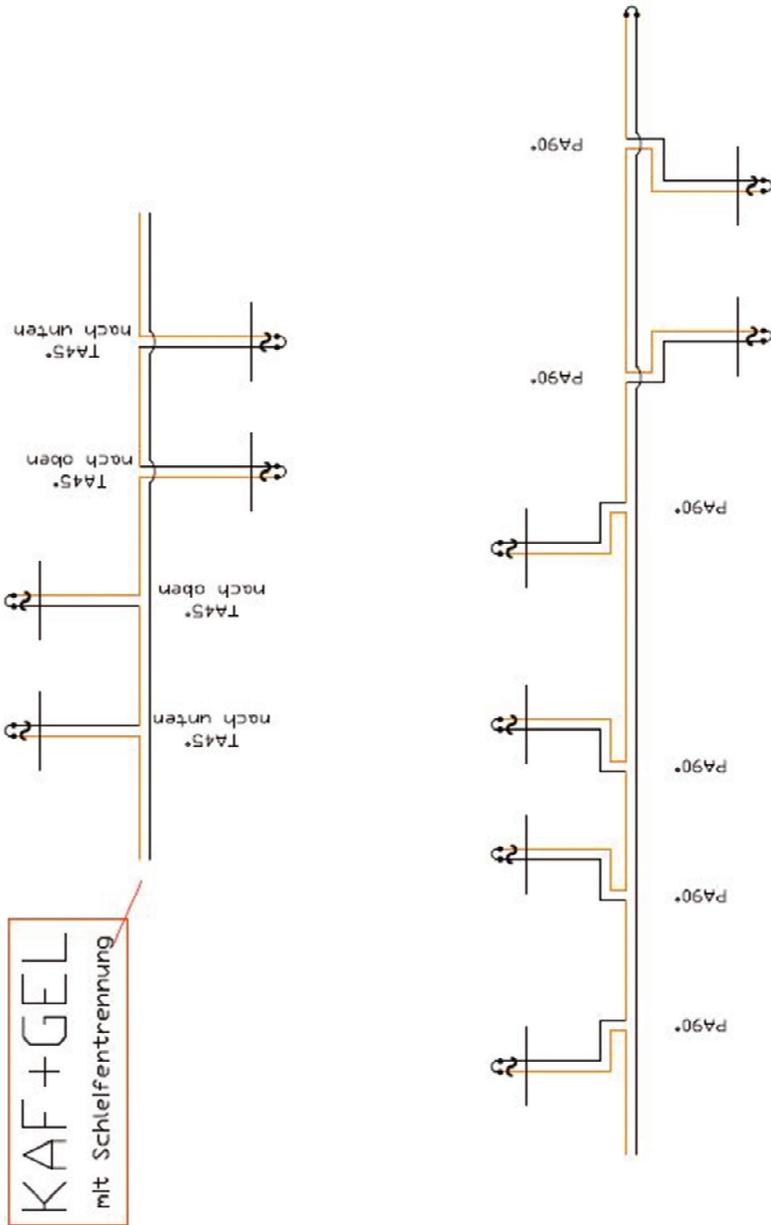
Der Einbau der Parallelabzweige ist so zu dokumentieren, dass zu erkennen ist, ob der Abzweig in oder gegen die Fließrichtung verbaut wurde. Dieses hat Einfluss auf den Drahtverlauf und die Möglichkeit der späteren, genauen Fehlerortung.

Fühler- und Rückföhlerader können gelb/ schwarz oder rot/grün ausfallen, je nach Hersteller.

45° Abzweig



Parallelabzweig in und gegen die Fließrichtung



Parallelabzweig Drahtverlauf

8.3.2 Funktionsweise

Ähnlich dem nordischen System wird die Überwachung durch eine ohmsche Widerstandsmessung, in diesem Fall zwischen der perforierten Fühlerader und dem Mediumrohr, ermöglicht. Da die Dämmung aus PUR-Schaum einen elektrischen Isolator darstellt, weist diese bei intaktem Verbundmantelrohr zwischen Fühlerader und Mediumrohr einen hohen Isolationswiderstand auf. Die Perforation der Fühlerader wird durch eindringende Feuchte benetzt. Der Widerstand zwischen Mediumrohr und Fühlerader wird abgesenkt. Die Ortung der Schadstelle wird nach dem Prinzip des unbelasteten Spannungsteilers durchgeführt. (Verbindungen der Rückföhlerader sind unbedingt zu isolieren, siehe 7.3)

Zwischen Rohranfang und Rohrende bildet der Widerstandsdraht einen Längswiderstand [Schleifenwiderstand, $R(\text{ges})$], dessen Größe letztendlich durch die Rohrlänge und den darin verbauten Drahtwiderstand bestimmt wird. Eine Schadstelle (Feuchtigkeit) im Rohrsystem stellt eine Verbindung zwischen Fühlerader und Mediumrohr dar und teilt den Schleifenwiderstand in die Abschnitte $R(x_1)$ vom Rohrbeginn (0% der Länge) bis zum Fehler und dem Abschnitt $R(x_2)$ vom Fehler bis zum Rohrende (100% der Länge). Die beiden Teilwiderstände $R(x_1)$ und $R(x_2)$ sind direkt abhängig vom Ort der Durchfeuchtung. Legt man eine Spannung an die Fühlerschleife an, so überträgt im Fehlerfall die leitende Feuchtigkeit einen vom Ort abhängigen Spannungsteilwert auf das Mediumrohr. Elektrisch gesehen übernimmt das Mediumrohr die Funktion des dritten Anschlusses, ähnlich dem Schleiferanschluss eines Potentiometers. Die gemessene Teilspannung ($x\%$ der Gesamtspannung) ist direkt proportional zum Ort der Durchfeuchtung ($x\%$ der Gesamtlänge).

In der Praxis findet man jedoch kaum idealisierte Verhältnisse vor, sondern hat es mit zusätzlichen Störkomponenten zu tun. Hierzu zählt unter anderem die Elementspannung (U_x), die sich aufgrund der verwendeten Metalle (NiCr-Draht, Stahlrohr) als chemisches Spannungselement ausbildet.

Die meisten der heute verwendeten Ortungsmessgeräte können Störkomponenten relativ gut kompensieren, so dass schon bei hochohmigen Fehlern im MOhm-Bereich sehr gute Ortungsergebnisse erzielt werden.

Aufgrund des physikalischen Prinzips des unbelasteten Spannungsteilers können nur einzelne Feuchtefehler lokalisiert werden. Mehrfachfehler sind im Gegensatz zum Nordischen System nicht ortbar. Hier kann bei passender Gerätetechnik der erste Fehlerort gespeichert werden, um dann von hier aus zu weiteren Fehlern zu gelangen.

Für die Ortung von Aderabrissen müssen andere Ortungsverfahren eingesetzt werden.

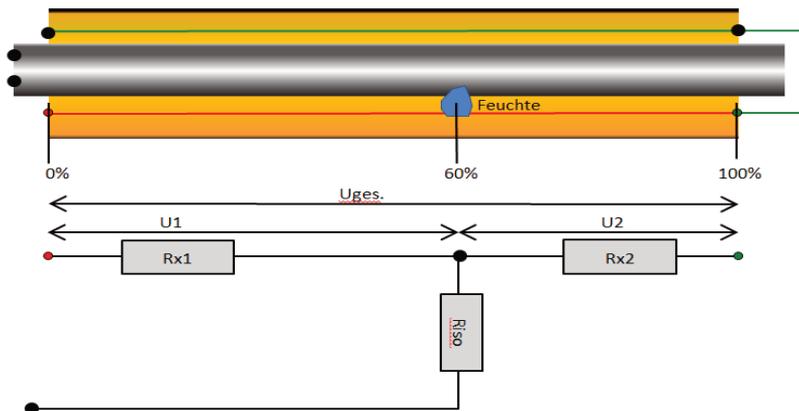


Abbildung 44, Widerstandsdraht-System – Ortung eines Einfachfehlers

8.3.3 Fazit

Vorteile:

- Überwachung des gesamten Rohrsystems
- Einfache Muffenmontage durch Quetschhülsen
- Keine elektronischen Komponenten
- Fühlerschleifenüberwachung über das gesamte Netz
- Ortung schon bei kleinen Schadenstellen, hohe Ansprechempfindlichkeit
- Sichere und einfache Ortung von Erstfehlern
- Einfache Bestimmung der Rohrlänge durch Schleifenmessung

Nachteile:

- Keine direkte Ortbarkeit von Mehrfachfehlern.

8.3.4 Überprüfung NiCr-Draht-System

- Durchgangsmessung der Drahtschleife
- Wert zwischen 0,1-10 kOhm
- Messwert muss umgerechnet mit der Trassenlänge übereinstimmen
- Werte im Vor- und Rücklauf sollten annähernd gleich sein
- Isolationsmessung zwischen Drahtschleife und Medienrohr
- hochohmiger Wert > 10 MOhm / 1000 m Rohr

Messungen müssen mit einem speziellen Isolationsmessgerät durchgeführt werden, z.B. LANCIER Monitoring „PipeCheck“, isoplus „IPS-HST“ o.ä.

8.4 Systeme mit Indikatoren – auch Hierarchisches System genannt

Typisches Merkmal der Systeme sind, neben den in den Muffenverbindungen platzierten Feuchteindikatoren (HDW) bzw. Ortungsschaltern (JR-Isotronic), die in Rohrabzweigen eingebauten Trennweichen (T-Weichen). Auf diese Weise erhält das Überwachungssystem seine namensgebende hierarchische Struktur. Das Rohrnetz hinter einem Abzweig gehört zur nächsthöheren Hierarchie. Das Fernwärmenetz lässt sich in bis zu vier Hierarchien teilen. Feuchteindikatoren und Trennweichen sind über das werkseitig in das Rohr eingeschäumte, verdrehte Adernpaar elektrisch verbunden. Die Systeme arbeiten, da eine Messung Ader gegen Ader erfolgt, potentialfrei.

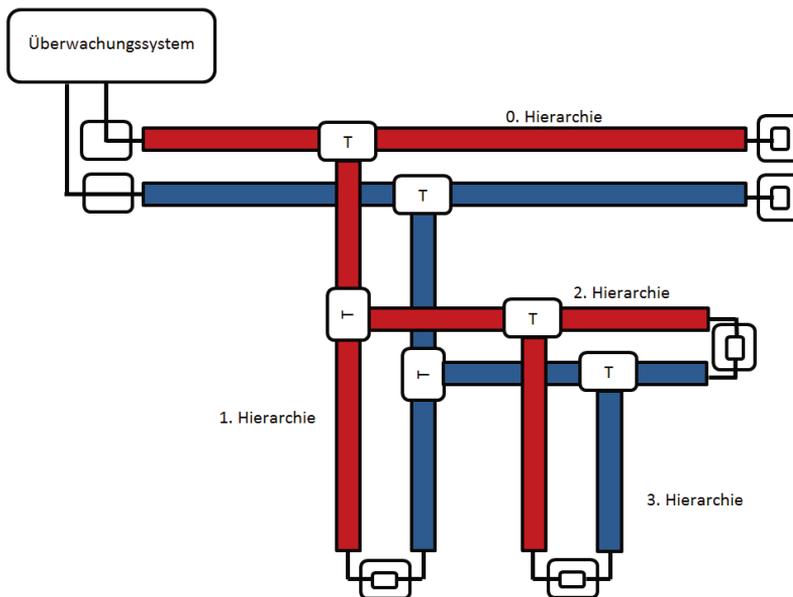


Abbildung 45, Hierarchisches System – Prinzipdarstellung

8.4.1 Aufbau, Komponenten

Feuchteindikator



Adernpaar, eingeschäumt



T-Weiche

Abbildung 46, Hierarchisches System – Komponenten

8.4.2 Funktionsweise

Das System überwacht die in den Muffen verbauten Indikatoren bzw. Ortungsschalter. Der Indikator besteht im Wesentlichen aus zwei Kupferplatten, die durch ein anorganisches Vlies gegeneinander isoliert sind. Bei Feuchtigkeitseintritt in das Vlies verringert sich der Widerstand zwischen den Kupferplatten.

Der Ortungsschalter beruht auf einer reversiblen Schalfunktion. Bei Feuchtigkeitseintritt wird über eine Quellscheibe ein Schaltkontakt betätigt. Das Überwachungsprinzip basiert – wie schon beim Nordischen- und Widerstanddraht-System – auf der Messung des ohmschen Widerstandes, in diesem Fall der Isolationsschicht des Feuchteindikators bzw. dem Schaltzustand des Ortungsschalters. Bei Feuchtigkeitseintritt verringert sich jeweils der Widerstandswert. Durch Einbau eines Endabschlusses lässt sich

zusätzlich die Durchgängigkeit in der ersten Hierarchie überwachen. Die Schleifendurchgängigkeit in den anderen Hierarchien muss turnusmäßig manuell geprüft werden. Im Fehlerfall kann durch eine Impulslaufzeitmessung der Fehlerort bestimmt werden.

8.4.3 Fazit

Vorteile:

- Einfache Muffenmontage durch Quetschhülsen
- Sichere und eindeutige Ortung ausgelöster Feuchteindikatoren
- Ortbarkeit von Mehrfachfehlern

Nachteile:

- Keine Überwachung des gesamten Rohrnetzes, reine Muffenüberwachung
- Verwendung elektronischer Komponenten im Rohrnetz
- Keine Schleifenüberwachung über das gesamte Netz

8.5 Überwachungs- und Ortungssysteme

8.5.1 Manuelle Überwachung

Bei der Manuellen Überwachung, oder auch *Passives System* genannt, werden die Überwachungsdrähte zu einem Messpunkt, der in Gebäuden oder Feldschränken zugänglich ist, geführt. Nach Bedarf oder in festgelegten Zeitabständen wird der Zustand des Fernwärmenetzes mittels mobiler Messgeräte manuell kontrolliert. Hier gilt, je länger die Zeitspanne zwischen den Kontrollmessungen gewählt wird, desto größer ist die Gefahr, dass sich eventuell Feuchtigkeitsfehler ausbreiten und große Schäden verursachen. Bei Verwendung des Widerstandsdraht-Systems besteht die Gefahr, dass Mehrfachfehler nicht erkannt und somit im Ortungsfall falsch interpretiert werden.



Abbildung 47, Messgeräte zur manuellen Überwachung

8.5.2 Stationäre Überwachung

Nachdem sich in den letzten Jahrzehnten im Fühlerdrahtbereich Standards durchgesetzt und gefestigt haben, schreitet die Weiterentwicklung der Überwachungsgeräte, gerade durch Anpassung an die sich ändernde IT-Infrastruktur der Netzbetreiber, immer weiter voran. Hierauf muss bei Funktion und Aufbau der Überwachungsgeräte und Systeme geachtet werden.

8.5.2.1 Alarmierungssysteme

Alarmierungssysteme sind zumeist einfache Geräte, die Trassen überwachen und bei Erreichen voreingestellter Grenzwerte einen Alarm auslösen. Der Alarm wird in der Regel über einen Relaiskontakt an andere Systeme z.B. Leitwarte oder Signalgerät weitergeleitet. Eine weitere Einbindung in die beim Netzbetreiber vorhandene IT-Infrastruktur findet nicht statt. Eine Beurteilung der Schadensentwicklung bzw. des Schadenverlaufs ist nicht möglich. Es wird eine einfache Gut/Schlecht-Meldung generiert. Diese Lösungen werden zumeist von kleineren Netzbetreibern mit wenigen Geräten eingesetzt.

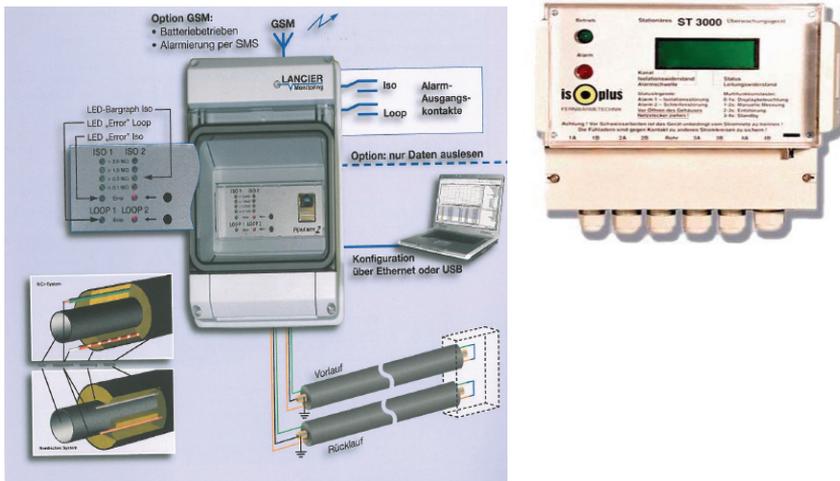


Abbildung 48, Messgeräte zur automatischen Überwachung

8.5.2.2 Monitoringsysteme

In einem Monitoringsystem sind Überwachungsgeräte über ein Netzwerk mit einem Zentralrechner verbunden. Der Zentralrechner kann im einfachsten Falle ein normaler PC oder – je nach Ausbaustufe – ein separater Server oder die Leitwarte des Netzbetreibers sein. Das gesamte Netz wird zentral überwacht. Messwerte und Ereignisse werden visualisiert und als Historienwerte in einer Datenbank gespeichert. Anhand der Historienwerte kann ein Schadensverlauf beurteilt und auf Ursachen geschlossen werden. Durch Einstellung mehrerer Alarmschwellen kann frühzeitig präventiv gewarnt und alarmiert werden.

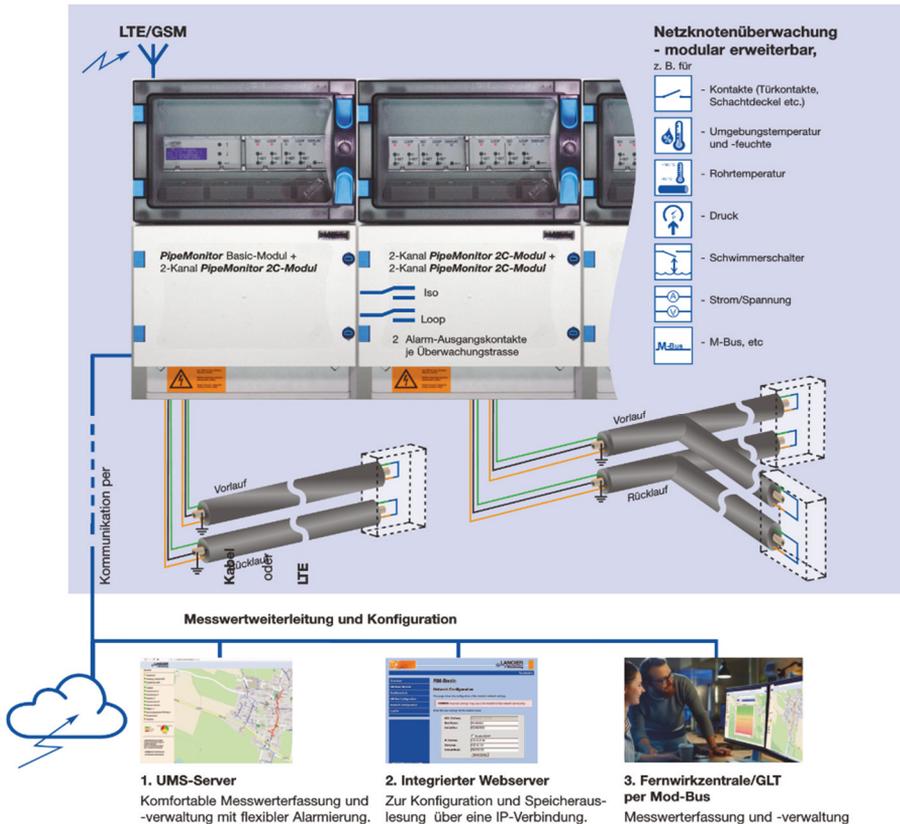
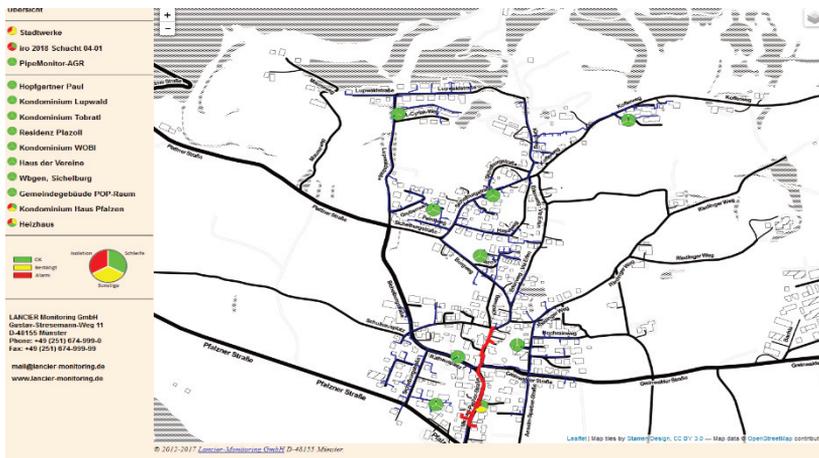
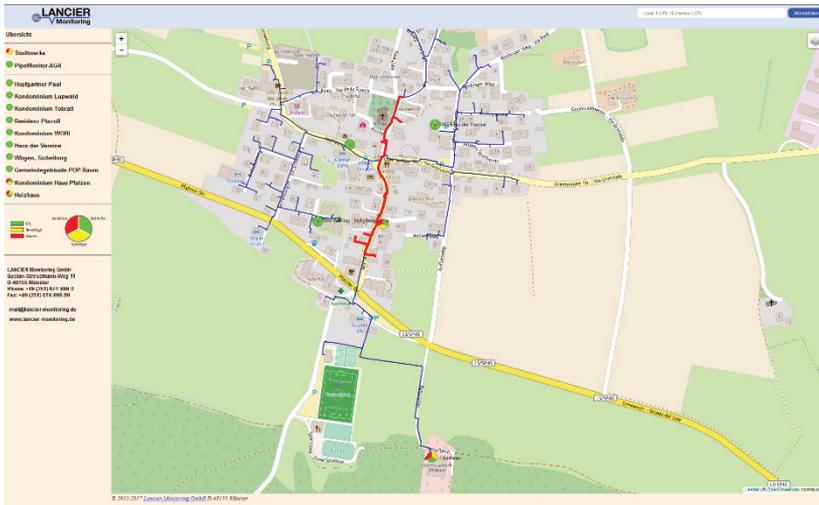


Abbildung 49, Beispiel Systemübersicht zur automatischen Überwachung

Moderne Systeme ermöglichen die Anbindung an ein geografisches Informations-System (GIS), so dass Trassenverläufe, Gerätestandorte und Schadensstellen grafisch in einem Kartensystem dargestellt werden können. Je nach System können Bau-, Netz- und Verdrahtungspläne hinterlegt werden und stehen im Störfall direkt zur Verfügung.



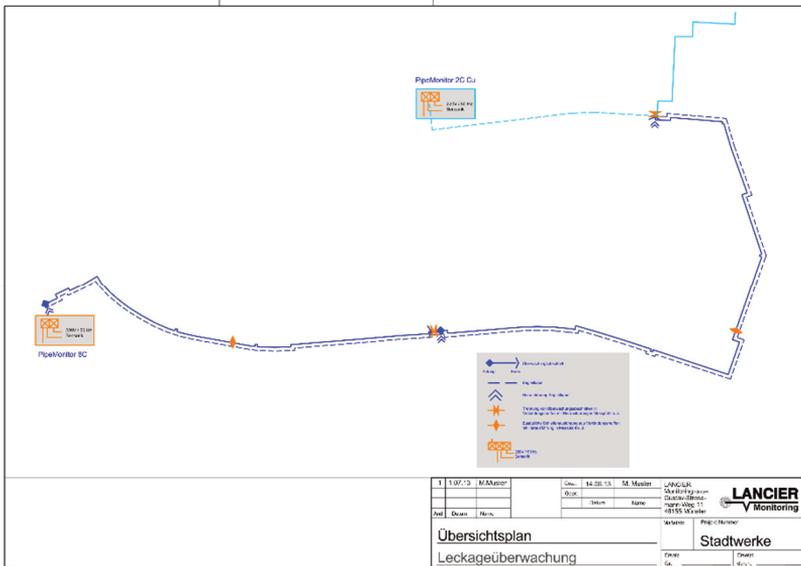
8.6 Planung und Dokumentation

Eine gute Systemplanung und eine saubere, fehlerfreie Dokumentation des Fernwärme-, Überwachungsnetzes sind für den Betrieb und die Schadensbeseitigung unabdingbar.

8.6.1 Planung

Rechtzeitig, das heißt schon bei der Rohrnetzplanung, erfolgt die Planung der Rohrüberwachung. Hier gilt es, das Netz in überwachbare Trassenabschnitte einzuteilen und geeignete Gerätestandorte festzulegen. Kabelausführungen, Verdrahtungsrichtlinien, Anschlusspläne müssen – soweit nicht schon vom Rohr- oder Systemherstellern vorgegeben – geplant und dokumentiert werden.

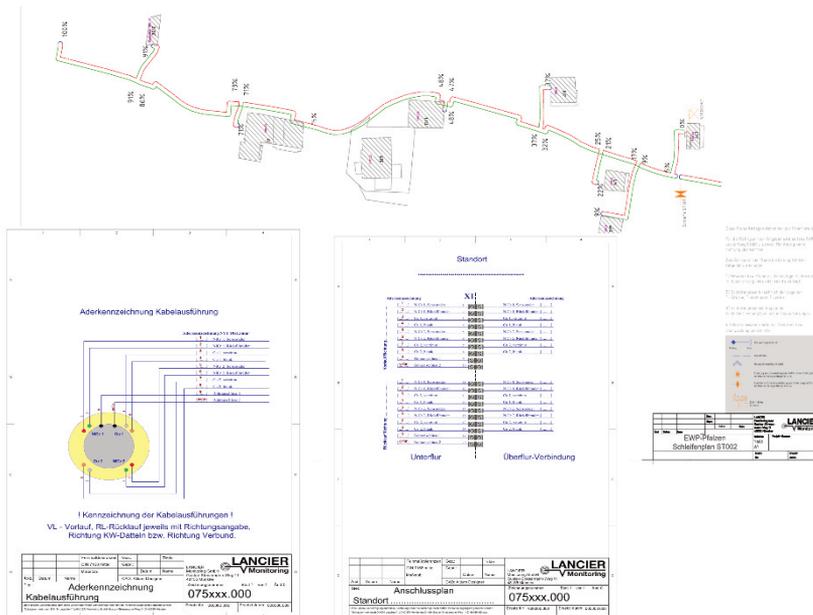
Bei der Geräteauswahl muss die Netzgröße und IT-Infrastruktur des Betreibers berücksichtigt werden. Nur so kann gewährleistet werden, dass der Betreiber das Überwachungssystem akzeptiert und nutzt.



8.6.2 Dokumentation

Zur exakten Fehlerortung im Schadenfall, egal ob Feuchtefehler oder Drahtabriss, ist eine verbindliche, fehlerfreie Dokumentation von Leitungsverlegung und Verkabelung unerlässlich.

Jede Kabelausführung und Verschaltung muss vor Ausführung exakt geplant und dokumentiert werden. Jede Änderung auf der Baustelle muss nachgetragen werden. Hier ist jeder Meter Draht, der, sei es als Zuführung oder in Rohrmuffen, verbaut wird, wichtig. Nur so ist im Fehlerfall eine exakte, metergenaue Ortung möglich.



Autoren des Kapitels

Johannes Ellmer, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH
Ludger Tidde, Andreas Gräve u. Sebastian Vogt, Lancier Monitoring GmbH

9 Grundlagen der Polyurethanchemie

9.1 Grundlagen der Polyurethanchemie

Polyurethanhartschaum (PUR-Schaum) bildet sich durch die Reaktion von Polyolen mit Diisocyanaten aus. Für die Ausschäumung von Muffen werden in der Regel Zweikomponentensysteme, bestehend aus einer Polyol- und einer polymeren Isocyanatkomponente (PMDI), eingesetzt. Polyole sind Moleküle mit mehreren Hydroxyl-Gruppen (OH-Gruppen), die mit polymeren Isocyanaten (Stoffe mit mindestens zwei Isocyanat-Gruppen) einen vernetzten Hart-schaumstoff ausbilden.

9.1.1 Polyolkomponente (A-Komponente)

Die Grundstoffe einer Polyolkomponente sind Polyether- und Polyesterole, deren Hydroxyl-Gruppen mit den Isocyanat-Gruppen des PMDI eine Verbindung zur Urethan-Gruppe eingehen. Durch ihre Moleküllänge und ihren Verzweigungsgrad (Funktionalität) haben sie maßgeblichen Einfluss auf die Schaumstoffeigenschaften. Neben den Polyolen sind noch weitere Einsatzstoffe in einer Polyolkomponente enthalten:

- **Stabilisatoren**
- **Katalysatoren**
- **Treibmittel**
- **Sonstige Additive**



Abbildung 54, Farblich gekennzeichnete Fässer markieren den Inhalt.

Blau = Polyol-Komponente und Rot = Isocyanat-Komponente

9.1.1.1 Stabilisatoren

Stabilisatoren beeinflussen die physikalischen Vorgänge beim Schäumvorgang und stabilisieren die eigentlichen Zellen des Schaumes. Sie haben Einfluss auf die Zellgröße und Zellstruktur. Weitere wichtige Eigenschaften sind die Erhöhung der Treibmittellöslichkeit in der flüssigen Polyolkomponente und eine verbesserte Homogenität des Polyolgemisches.

9.1.1.2 Katalysatoren

Katalysatoren beeinflussen den Reaktionsverlauf des Schaumes. Je mehr Katalysator im System enthalten ist, desto schneller reagiert der Schaum. Katalysatoren wirken selektiv auf die verschiedenen, während des Schäumens ablaufenden, Reaktionen. Wichtige Reaktionen sind z. B. die Umsetzung von Wasser mit Isocyanat unter Bildung von Kohlenstoffdioxid (Treibwirkung) und die eigentliche Umsetzung von Polyol mit Isocyanat zur Polyurethanmatrix. Teilweise werden auch spezielle Katalysatoren eingesetzt, die die Eigenreaktion des Isocyanates beschleunigen.

Dies führt zur Ausbildung von Polyisocyanuratstrukturen (PIR-Strukturen) im Schaum, die sich insbesondere durch eine erhöhte Temperaturstabilität auszeichnen.

9.1.1.3 Treibmittel

Das Treibmittel führt zur eigentlichen Ausbildung des Schaumes. Über den Anteil an Treibmittel kann die freie, unverdichtete Rohdichte des ausreagierten Schaumes beeinflusst werden. Physikalische Treibmittel (z. B. cyclo-Pentan) werden der Flüssigkomponente zugesetzt und verdampfen durch die entstehende Reaktionswärme während der Polyurethanbildung (exothermer Reaktionsverlauf). Bei chemischen Treibmitteln (z. B. Wasser) entsteht das Treibgas (z. B. Kohlenstoffdioxid) als Reaktionsprodukt des Treibmittels mit dem Isocyanat während der chemischen Umsetzung beider Stoffe.

9.1.1.4 Sonstige Additive

Häufig verwendete Additive sind z. B. Flammschutzmittel, welche die Brennbarkeit des Schaumes verringern. Dies ist insbesondere für Rohre im Industriebereich wichtig.

9.1.2 Isocyanatkomponente

Das Isocyanat für die Muffenverschäumung besteht in der Regel aus einer einzelnen Komponente, ohne weitere Zusätze. Im Bereich der Muffenverschäumung wird standardisiertes PMDI (polymeres Diisocyanat) eingesetzt, welches einerseits die Herstellung von temperaturstabilen Polyurethanschäumen ermöglicht und andererseits aufgrund seiner niedrigen Viskosität einfach zu verarbeiten ist.

9.2 Verarbeitung und Eigenschaften von Polyurethan-Komponenten

9.2.1 Mischungsverhältnis

Unter dem Mischungsverhältnis versteht man die Anteile der Polyol- und Isocyanatkomponenten, welche zur Bildung eines optimalen, normgerechten Polyurethan-Schaumes führen. Das Mischungsverhältnis wird entweder gewichtsbezogen (gravimetrisch) oder volumenbezogen (volumetrisch) angegeben. Es ergibt sich rechnerisch aus der Anzahl der Hydroxyl-Gruppen der Polyolkomponente sowie der Anzahl der Isocyanat-Gruppen der Isocyanatkomponente. In der Regel liegt das gravimetrische Mischungsverhältnis deutlich höher als das volumetrische Mischungsverhältnis.

Beispiel: Eine volumetrische Angabe von 100 : **138** bedeutet, dass ein Volumen von 100 ml Polyolkomponente vermischt mit 138 ml Isocyanatkomponente zur gewünschten Schaumqualität führt. Für das gleiche Polyurethan-Schaumsystem liegt das gravimetrische Mischungsverhältnis deutlich höher. Dies resultiert aus der höheren spezifischen Dichte der Isocyanat-Komponente. Die entsprechende gravimetrische Angabe von 100 : **160** für den **gleichen** Polyurethanschaum bedeutet, dass eine Menge von 100 g der Polyolkomponente mit 160 g der Isocyanatkomponente gemischt werden muss.

Berechnung:

$$100 : \text{Gewicht}(\text{Iso}) * \frac{\text{Dichte}(\text{Poly})}{\text{Dichte}(\text{Iso})} = 100 : \text{Volumen}(\text{Iso})$$

$$\rightarrow 100 : \mathbf{160} * \frac{1,07}{1,24} = 100 : \mathbf{138}$$

mit: Dichte Polyol : 1,07 g/ml, Dichte Isocyanat: 1,24 g/ml

Das Mischungsverhältnis ist eine materialspezifische Angabe, die für jedes Polyurethan-Schaumsystem aus dem jeweiligen **Technischen Merkblatt** entnommen werden muss.

9.2.2 Reaktionszeiten

Während der Reaktion der beiden Komponenten können verschiedene charakteristische Reaktionszeiten bestimmt werden:

Startzeit: Zeit vom Beginn der Vermischung bis zur ersten Volumenvergrößerung.

Abbindezeit: Zeit vom Beginn der Vermischung bis zu dem Zeitpunkt, an dem aus dem aufsteigenden Reaktionsgemisch durch Eintauchen eines Stabes Fäden gezogen werden können (Fadenziehzeit).

Steigzeit: Zeit vom Beginn der Vermischung bis zur vollendeten Volumenvergrößerung des Schaumes.

9.2.3 Rohdichte

Eine weitere wichtige Größe stellt die Rohdichte des Schaumes dar. Unter der Rohdichte (g/l oder kg/m³) versteht man das Gewicht eines Schaumstückes bezogen auf sein Volumen. Man unterscheidet drei verschiedene Rohdichten: Die Becherrohichte, die Kernrohichte und die Gesamtrohichte.

9.2.31 Becherrohichte

Die Becherrohichte wird überwiegend im Labor bestimmt und insbesondere zur Wareneingangs- und ausgangskontrolle verwendet. Zur Bestimmung wird eine bestimmte Menge Reaktionsgemisch in einen Becher mit bekanntem Volumen gegeben. Dieses schäumt auf und füllt den Becher komplett aus. Die überstehende Schaumkrone wird exakt am Becherrand abgeschnitten. Aus der im Becher verbleibenden Schaummenge und dem Bechervolumen kann anschließend die Becherrohichte errechnet werden:

$$\textit{Becherrohichte} = \frac{\textit{Masse Schaum im Becher (g)}}{\textit{Volumen Becher (l)}}$$

Beispiel:

80 g Komponentengemisch werden in einen 735 ml Becher gefüllt. Nach Abschneiden der Schaumkrone verbleiben im Becher 47 g ausreagierter Schaum. Daraus ergibt sich eine Becherrohichte von 64 g/l.

9.2.3.2 Kernrohddichte

Die Kernrohddichte beschreibt die Rohddichte eines Schaumstückes aus dem Inneren der Muffe und berechnet sich wie folgt:

$$\text{Kernrohddichte} = \frac{\text{Masse Schaum (g)}}{\text{Volumen Schaum (l)}}$$

Für Mantelrohrverbindungen für Fernwärmenetze nach EN 13941 gilt die DIN EN 489-1:2020-03, die wiederum auf die DIN EN 253:2020-3 verweist und definiert, dass die Kernrohddichte an jeder Stelle oberhalb von 55 kg/m³ liegen muss.

Zur Bestimmung der Dichte muss im Allgemeinen die Muffe geöffnet werden, um einen Prüfkörper zu entnehmen. Zur Qualitätsüberwachung kann auch nach dem Verschäumen, aber noch vor dem Setzen des Schweißstopfens, mittels eines Zylinderhohlbohrers eine Probe aus dem Inneren der Muffe entnommen werden.

Das Volumen kann bei einem quaderförmigen Schaumstück leicht durch Ausmessen der Kanten bestimmt werden. Bei unregelmäßigen Körpern (z.B. ausgebohrten Zylindern) bietet sich die Wasserverdrängungsmethode an. Hierzu wird der Schaumkörper mittels eines Dorns unter Wasser gedrückt. Die dabei nötige Kraft ist proportional zum Volumen des Schaumstückes (genauere Beschreibung in 9.6.2).

Gesamtrohdichte

Die Gesamtrohdichte wird berechnet, um die einzufüllenden Flüssigkomponentenmengen zu ermitteln, die mindestens zur vollständigen und normgerechten Füllung einer Muffe benötigt werden.

Hierbei geht die Gesamtheit aus Kernrohdichte und Randzonenverdichtung innerhalb des Muffenhohlraumes in die Berechnung ein. Daher liegt die Gesamtrohdichte immer höher als die jeweilige Kernrohdichte.

Die Gesamtrohdichte ist die Berechnungsgrundlage der Schäumtabelle, die vor Ort auf der Baustelle verwendet wird. Sie gibt je nach Muffendimension (Durchmesser, Rückschnittlänge) und verwendetem Schaumsystem an, wie viel Einsatzmenge der einzelnen Komponenten verwendet werden muss:

$$\text{Gesamtrohdichte} = \frac{\text{Eingefüllte Masse Schaum (g)}}{\text{Volumen Muffenhohlraum (l)}}$$

9.3 Typische Eigenschaften eines Muffenschaums

Im Folgenden werden die typischen, materialspezifischen Kenngrößen eines Standardmuffenschaumes aufgeführt. Als Beispiel dient hier das Polyurethan-Muffenschaumsystem Elastopor® H 2130/38:

Treibmittel: cyclo-Pentan

Mischungsverhältnis: 100 : 138 ± 4 Volumenteile

Mischungsverhältnis: 100 : 160 ± 5 Massenteile

Reaktionsparameter (Labor, 20 °C):

- Startzeit: 52 s
- Abbindezeit: 252 s
- Becherrohdichte: 50 kg/m³
- Viskosität der Polyol-Komponente: 950 mPas

Ein solches System erfüllt bei richtiger Verarbeitung sicher die Vorgaben der DIN EN 489-1:2020-3.

9.4 Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse



Bei der Verarbeitung von Polyurethan-Systemen sind einige wichtige Dinge zu beachten, die einen großen Einfluss auf die Schaumqualität haben. Im Folgenden werden die verschiedenen Stellgrößen dargestellt und mit Bildern von Schaumbechern gezeigt, wie sich der Schaum verändert. Als Vergleich dient das folgende Bild eines idealen Schaumbechers (Abb. 55)

Abbildung 55, PUR-Schaum mit optimalen Eigenschaften

9.4.1 Einfluss der Komponententemperatur

Die Komponententemperatur hat einen großen Einfluss auf die Eigenschaften des Polyurethanystems. In den beiden folgenden Grafiken sind der Einfluss der Temperatur auf die Viskosität (Zähflüssigkeit) (Abb. 56) und die Reaktionszeiten (Abb. 57) des oben angeführten Polyurethanstandard-systems darstellt.

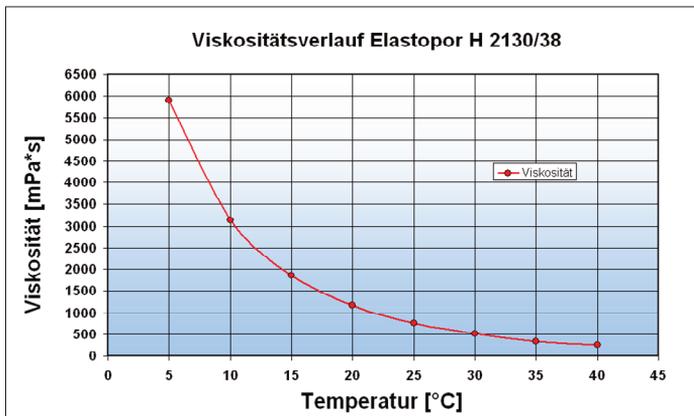


Abbildung 56, Viskositätsverlauf einer Polyolkomponente über der Komponententemperatur

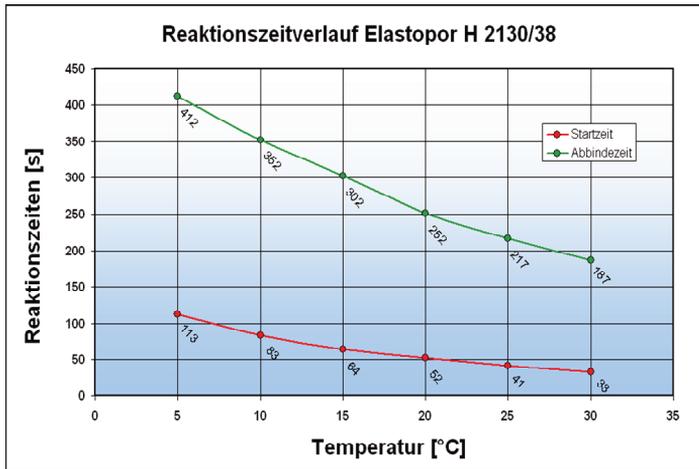


Abbildung 57, Reaktionszeitverlauf eines Muffenschaumsystems über der Komponententemperatur.

9.4.1.1 Polyol- und/oder Isocyanat Komponente zu kalt (< 20 °C)

Bei zu niedrigen Komponententemperaturen steigt die Viskosität der Flüssigkeit deutlich an, so dass es zu Problemen bei der Vermischung kommen kann. Die Absenkung der Komponententemperatur von 20 °C auf 10 °C führt z.B. annähernd zu einer Verdreifachung der Viskosität (Abb. 56).

Ein weiterer Effekt von zu kalten Komponenten ist die deutliche Verlängerung der Reaktionszeiten (Abb. 57). Hierdurch kommt es zu einer höheren freien Rohdichte, da der aufsteigende Polyurethanschaum noch zu flüssig ist, um das verdampfende Treibmittel in den Zellen zu halten. Dies kann unter Umständen zu einer nicht vollständig gefüllten Muffe führen. Insgesamt reagiert der Schaum langsamer, sodass die Aushärtung eine längere Zeit in Anspruch nimmt und sich die nachfolgenden Montagearbeiten verzögern.

9.4.1.2 Polyol- und/oder Isocyanat-Komponente zu warm (> 20 °C)

Bei erhöhten Komponententemperaturen reagiert das Reaktionsgemisch deutlich schneller (Abb. 57). Je nach benötigter Schaummenge kann die Zeit für die intensive Durchmischung und das anschließende Einfüllen des flüssigen Polyurethangemisches in den Muffenhohlraum nicht ausreichen. Bei deutlich erhöhter Komponententemperatur kann bei cyclo-Pentan-getriebenem Polyurethanschaum aus einem weiteren Grund eine ungenügende Füllung der Muffe auftreten. Ursache hierfür ist ein frühzeitiger Treibmittelverlust durch Verdampfung, bevor die eigentliche Polyurethanreaktion stattfindet.

Aus der Überlagerung beider Grafiken ergibt sich eine optimale Verarbeitungstemperatur von 15°C bis 25°C. In diesem Bereich steht genügend Zeit zur Verfügung, die Muffe zu füllen, und gleichzeitig liegt die Viskosität in einem Bereich, der eine gute Vermischung gewährleistet.

9.4.2 Oberflächentemperatur

Die Oberflächentemperatur spielt eine große Rolle beim Verschäumen der Muffe. In der kalten Jahreszeit muss mittels eines Brenners, Strahlers oder induktiv der gesamte Muffenbereich aufgewärmt werden. Dies gilt insbesondere für das Stahlrohr, da es durch die hohe Wärmeleitfähigkeit vom Stahl zu einem großen Abfluss an Reaktionswärme kommt. Diese ist für den optimalen Polyurethanreaktionsverlauf essenziell. In der warmen Jahreszeit sollte wenigstens die direkte Sonneneinstrahlung mittels geeigneter Beschattungsmaßnahmen unterbunden werden, denn durch direkte Sonneneinstrahlung können am PE-Mantel ohne Weiteres Temperaturen von über 70°C erreicht werden.

9.4.2.1 Medium- und/oder Mantelrohr zu kalt (< 15 °C)

Die zu niedrige Temperatur der Rohre führt zu einer verlangsamten Reaktion an der jeweiligen Oberfläche. Hieraus resultiert eine deutlich schlechtere Haftung zwischen Schaum und Rohr. Die langsame Reaktion führt ebenfalls zu einer erhöhten freien Rohdichte durch nicht ausreichende Verdampfung des physikalischen Treibmittels.

Gegebenenfalls kann es hierdurch zu einer ungenügenden Füllung der Muffe kommen. Unterhalb einer Temperatur von 5°C ist ohne Vorwärmung keine Muffenverschäumung mit einem Polyurethan-Schaumsystem mehr möglich. Im Rahmen von Winterbaumaßnahmen kann, unter Beachtung des maximal entstehenden Schäumdruckes, die Schäumtablette angepasst und mit einer höheren (bis 10%) Gesamtrohdichte gerechnet werden, um nicht vollständig gefüllte Muffen zu vermeiden.

9.4.2.2 Medium- und/oder Mantelrohr zu warm (> 50 °C)

Die höhere Temperatur der Rohre führt zu einer erhöhten Reaktionsgeschwindigkeit an der Oberfläche. Hierdurch kann es ebenfalls zu Haftungsproblemen kommen. Dies wird verursacht durch einen schlagartigen Treibmittelverlust beim Kontakt der Flüssigkeit mit der heißen Oberfläche, was zu einer schlechten Schaumstruktur führt. Durch die zu schnelle Reaktion kann sich eine geringere freie Rohdichte ergeben, die zu einer deutlichen Überfüllung und erhöhtem Druckaufbau in der Muffe führt. Ein solcher übermäßiger Druckaufbau muss verhindert werden, da es sonst zum Aufplatzen der Muffe kommen kann.

Bei Reparaturarbeiten an einer warmgehenden Leitung kann als pragmatische Lösung ein Vlies auf das Stahlrohr gelegt werden, um den (noch flüssigen) Schaum vor der Maximaltemperatur zu schützen. Dies führt allerdings zu fehlender Haftung zwischen Schaum und Stahlrohr und muss daher auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben.

9.4.3 Mischungsverhältnis

Eine weitere wichtige Einflussgröße ist das Mischungsverhältnis beider Komponenten. Die Ungenauigkeit darf volumetrisch nicht mehr als +/- 4 Volumenteile betragen. In der Regel wirkt sich ein Überschuss an Isocyanat weniger negativ aus als ein Überschuss an Polyol.

9.4.3.1 Mischungsverhältnis zu hoch (Überschuss Isocyanat-Komponente)



Abbildung 58, PUR-Schaum mit zu hohem Isocyanatanteil

Bei einem Überschuss an Isocyanat kommt es zur Bildung einer spröden Schaumstruktur. Ein solcher Schaum zeichnet sich durch schlechte physikalische Eigenschaften aus. Insbesondere die Haftung, die Flexibilität und die Wasseraufnahme verschlechtern sich deutlich. Die entstehende zu hohe freie Rohdichte kann zu einer ungenügend gefüllten Muffe führen. In Abb. 58 erkennt man den – bei gleicher Einfüllmenge wie beim Originalbecher – nur knapp gefüllten Becher und die dunklere Färbung der Schaumes. Zusätzlich zeigt sich ein ausgeprägter Schrumpfung des Schaums.

9.4.3.2 Mischungsverhältnis zu niedrig (Überschuss Polyol-Komponente)



Ein Überschuss an Polyol führt zu einer weichen Schaumstruktur und zu einer deutlich geringeren Rohdichte. Diese wird verursacht durch die zu hohe Treibmittelmenge, die über den Polyolanteil zugegeben wird. Am Schaumbecher in Abb. 59 erkennt man den deutlichen Einfluss auf die Schaumqualität. Auch hier kann es, wie bei zu hohen Temperaturen (s.o.), zu einer Überfüllung und dem Aufplatzen der Muffe kommen.

Abbildung 59, PUR-Schaum mit zu hohem Polyolanteil

9.4.4 Einfluss der Mischqualität (schlechte Vermischung)



Die Vermischung der beiden Komponenten Polyol und Isocyanat hat einen sehr großen Einfluss auf die Schaumqualität und die Eigenschaften der gesamten Muffe. Es ist unbedingt erforderlich, beide Komponenten intensiv miteinander zu vermischen. Eine schlechte Vermischung führt zu Schlieren im Schaum und - durch die ungleichmäßige Schaumqualität - häufig zu groben, offenen Zellen.

Abbildung 60, Schlecht vermischter PUR-Schaum

Diese spröde Schaumstruktur zeigt deutlich schlechtere physikalische Eigenschaften. Die Wasseraufnahme sowie die Wärmeleitfähigkeit erhöhen sich, die Temperaturstabilität sowie die Scherfestigkeit verringern sich deutlich. In Abb. 60 erkennt man die grobe Zellstruktur und im Bodenbereich das braune, nicht abreagierte Isocyanat. Die Erfüllung der DIN EN 489-1:2020-3 ist mit einem schlecht vermischtem Schaum nicht möglich.

9.4.5 Einfluss von Wasser, Ölen, Fetten, Staub und Schmutz

9.4.5.1 Einfluss von Wasser

Allgemein kann gesagt werden, dass unkontrolliertes Wasser der schlimmste Feind bei der Verarbeitung von Polyurethansystemen ist. Da Wasser aktiv in den Reaktionsverlauf des Polyurethansystems eingreift, muss der Muffenhohlraum vor Regen-, Kondens- und Grabenwasser geschützt werden. Um sich über Nacht bildendes Kondenswasser zu vermeiden, sollten Muffen am gleichen Tag vorbereitet und verschäumt werden. Wasser auf der Rohroberfläche führt zur oben (9.1.1.3) beschriebenen Umsetzung des Wassers mit Isocyanat unter Bildung von Kohlendioxid. Hieraus resultiert eine ungenügende Haftung sowie eine vermehrte Anzahl an offenen Zellen.

Liegt das Wasser in der Polyol-Komponente vor, ergibt sich eine niedrigere freie Rohdichte – mit den bereits beschriebenen Folgen. Weiterhin verändert sich das rechnerische Mischungsverhältnis. Da die für die Umsetzung des zusätzlichen Wassers benötigte Menge Isocyanat bei der Festlegung des Mischungsverhältnisses nicht berücksichtigt wurde, ist die insgesamt zugegebene Isocyanatmenge zu niedrig mit den in 9.4.3.2 beschriebenen Effekten.

Liegt Wasser in der Isocyanat-Komponente vor, reagieren beide Stoffe miteinander und es kommt zu Haut- und Klumpenbildung. Das Isocyanat wird unbrauchbar und muss entsorgt werden.

9.4.5.2 Einfluss von Staub und Schmutz

Bei Staub und Schmutz auf der Rohroberfläche findet sich häufig eine ungenügende Haftung zwischen Schaum und Rohr. Staub in den Komponenten führt zu Verarbeitungsproblemen insbesondere bei der maschinellen Verarbeitung (Filterverstopfung). Das Erzielen einer guten Vermischung wird erschwert.

9.4.5.3 Einfluss von Ölen und Fetten

Wenn sich Öle oder Fette auf dem Rohr befinden, erhält man keine Haftung zwischen Schaum und Rohr. Öle oder Fette in den Komponenten führen zu einer groben, weichen Zellstruktur. Die physikalischen Eigenschaften verschlechtern sich hierdurch deutlich.

9.5 Der Weg zum optimalen Schaum

Abb. 61 ist ein „schönes“ Beispiel dafür, wie ein Muffenschaum nicht aussehen sollte: Man erkennt in den Bereichen (1) und (2) Staub und Rostreste vom offensichtlich nicht gereinigten Stahlrohr. Das fransige Aussehen des (hier weichen) Schaumes im Bereich (3) offenbart, dass hier ein deutlicher Polyolüberschuss vorliegt. Der braun-gelbliche (harte) Schaum im Bereich (4) zeigt einen Isocyanatüberschuss. Schlecht vermischten Schaum kann man ebenfalls am schillernden Aussehen erkennen (Bereich 5). Insgesamt wurden hier offensichtlich die beiden Komponenten völlig unzureichend vermischt, bevor sie in die Muffe eingefüllt wurden.

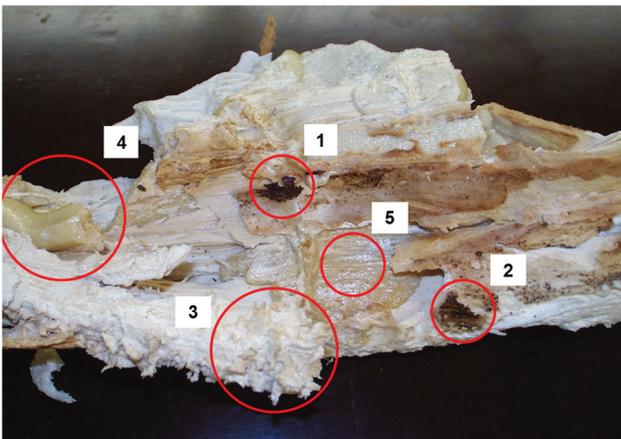


Abbildung 61, Original Schaumstück von einem Schadensfall

Die Abb. 62 zeigt eine original verbaute Muffe. Man erkennt, dass hier die reinen flüssigen Komponenten in der Muffe vorliegen: Kristallisiertes Isocyanat (Bereich 6) und teils flüssiges Polyol (Bereich 7). Im Bereich 8 sieht man, dass beide Komponenten miteinander reagiert haben, aber der "Schaum" weich und teils noch zähflüssig vorliegt. Offenbar wurden hier im Graben die beiden Flüssigkeiten unvermischt in den Muffenhohlraum eingefüllt.

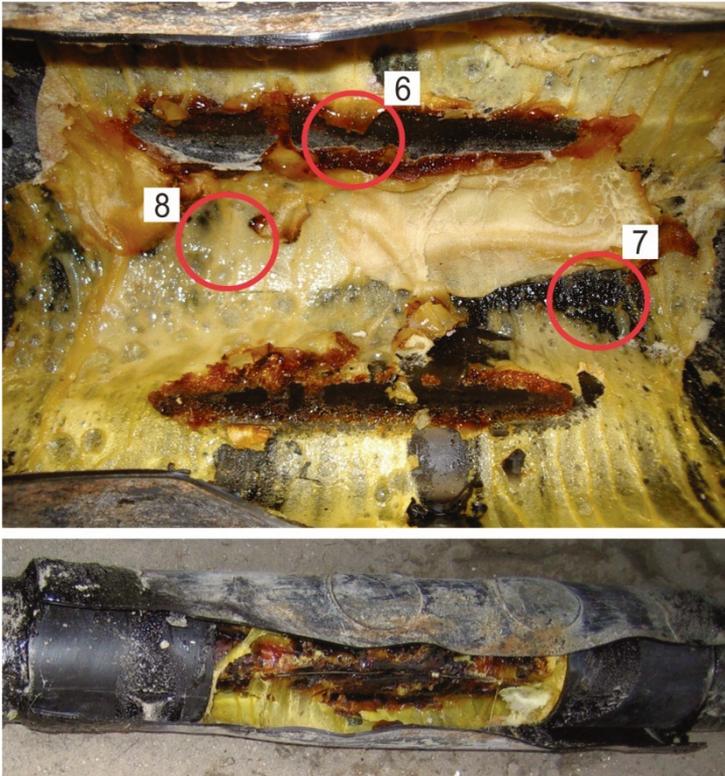


Abbildung 62, Original verbaute Muffenverbindung

Bei Einhaltung der folgenden aufgelisteten einfachen Regeln erhält man ohne Probleme eine Muffe, die vollständig den Anforderungen der DIN EN 489-1:2020-03 entspricht.

Der ideale Schaum:

- **richtiges Mischungsverhältnis**
- **intensiv vermischt**
- **richtige Komponententemperatur**
- **richtige Füllmenge (Schäumtabelle)**

Das ideale Rohr:

- **vorgewärmt**
- **trocken**
- **sauber**

9.6 Qualitätsüberprüfung

Bei der Ausschäumung von Muffen sind große Sorgfalt und ein angemessener Zeitrahmen erforderlich. Vor Beginn der Arbeit ist eine Schaumprobe durchzuführen, die mit der Chargennummer des verwendeten PU-Materials, dem Datum, der Uhrzeit und der Monteursnummer zu beschriften ist.

9.6.1 Praktische Prüfung vor Ort

9.6.1.1 Schaumaustritt

Die Schaummenge, die an der Öffnung austritt, darf nicht zu groß sein (max. Faustgröße), da sonst die Gesamtrohdichte in der Muffe zu niedrig werden kann. Wenn kein Schaum austritt, kann im Allgemeinen von einer nicht vollständig gefüllten Muffe ausgegangen werden. Sollte das der Fall sein, darf auf keinen Fall nachgeschäumt werden, da dies zu einer qualitativ minderwertigen Muffe führt. Die Muffe ist zu entfernen und neu zu setzen, nachdem man die Ursache für die unzureichende Füllung gefunden und behoben hat.

9.6.1.2 Erwärmung

Bei vollständiger Füllung wird die Muffe an jeder Stelle warm. Große Luft einschlüsse im äußeren Bereich verbleiben hingegen kalt. Dies kann leicht durch Handauflegen überprüft werden.

9.6.1.2 Abklopfen der Muffe

Durch Klopfen können eventuell entstandene größere Hohlräume aufgespürt werden.

9.6.2 Schaumprüfung nach DIN EN 489-1:2020-3

Zur Bestimmung der Schaumdichte muss im Allgemeinen die Muffe geöffnet werden, um einen Prüfkörper zu entnehmen. Zur Qualitätsüberwachung kann auch nach dem Verschäumen, aber vor dem Setzen des Schweißstopfens, mittels eines Zylinderhohlbohrers eine Probe aus dem Inneren der Muffe entnommen werden.

Folgende Prüfungen sind vorgeschrieben:

Schaumoptik: schlierenfrei

Kernrohddichte: $> 55 \text{ kg/m}^3$. Zur Bestimmung der Dichte eines Schaumkörpers (in beliebiger Form) gibt es eine einfache Methode, die vor Ort schnell durchgeführt werden kann. Hierzu benötigt man eine mobile Waage, ein Gefäß mit Wasser und einen dünnen Stab. Das Schaumstück wird gewogen (Einheit: g). Anschließend wird das mit Wasser gefüllte Gefäß auf die Waage gestellt und auf null tariert. Das Schaumstück wird auf den dünnen Stab gesteckt und vollständig untergetaucht. Der Wert, den die Waage in kg anzeigt, entspricht dem Volumen des Schaumstückes in Litern. Die Division des ermittelten Schaumgewichtes durch das Volumen ergibt die gesuchte Dichte. Vorteil dieses Verfahrens ist, dass beliebig geformte Schaumstücke einfach und schnell untersucht werden können.

Wasseraufnahme (Kochtest): < 10 Vol.-% (Labortest)

Geschlossenzelligkeit: > 88 % (Labortest)

Zellgröße: < 0,5 mm (Labortest)

9.7 Lagerung und Sicherheitsaspekte

Die im Folgenden gegebenen Hinweise stellen nur einen Auszug dar und müssen mit maßgeblichen landesspezifischen Vorschriften, Technischen Merkblätter sowie den Sicherheitsdatenblättern der Komponentenhersteller unterlegt werden. Insbesondere die aktuellen Sicherheitsdatenblätter müssen auf der Baustelle in lesbarer Form und in Landessprache vorliegen und daher auf dem Monteursfahrzeug mitgeführt werden. Personen, die mit Chemikalien umgehen, müssen mit den Sicherheitsvorschriften und Unfallmaßnahmen vertraut sein. Diese Unterweisungspflicht liegt beim Arbeitgeber und hat sich an den aktuell geltenden Vorschriften zu orientieren.

Generell muss verhindert werden, dass bei Leckagen Komponenten in den Untergrund eindringen. Dies macht eine besondere Lagerung erforderlich. Die Lagerung muss auf einem versiegelten Boden erfolgen (z. B. Stahlgitter-Paletten mit integrierter Auffangwanne, Asphalt oder Beton-Untergrund, starke Folie, versiegelte Hartholzplatten ausreichender Dicke). Ausgelaufene Flüssigkeiten müssen umgehend mit geeignetem Reinigungsmaterial aufgesaugt bzw. entfernt werden.

Falls die Komponenten auf der Baustelle gelagert werden, müssen die Gebinde gegen Diebstahl gesichert werden. Es muss gewährleistet werden, dass unbefugte Personen und insbesondere spielende Kinder keinen Zugang zu den Flüssigkeiten erlangen können.

Da jeglicher Kontakt mit den Komponenten zu vermeiden ist, muss bei der Verwendung von Polyurethansystemen die entsprechende Schutzkleidung getragen werden (Handschuhe, geschlossene Sicherheitsschuhe, Schutzbrille, Arbeitskleidung mit langen Ärmeln).

Der Lager- und Verarbeitungsplatz für Polyurethansystemkomponenten muss gut belüftet sein. Bei Treibmitteln mit Explosionsgrenzen (z. B. Pentan) gilt striktes Rauchverbot, jegliche Zündquellen sind zu vermeiden und der Einsatz von explosionsgeschütztem technischem Gerät ist bindend.

9.7.1 Polyol-Komponente



Ideale Lagertemperatur: 15 °C bis 25 °C.

Das Lagergebinde muss dicht verschlossen gehalten werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz zu verhindern.

Abbildung 63, Warnzeichen für z.B. pentanhaltige Polyolkomponenten

Lagerung bei tieferen Temperaturen kann zum Entmischen, insbesondere des Treibmittels, führen.

Lagerung bei höheren Temperaturen kann zur Zersetzung des im System enthaltenen Katalysators führen. Weiterhin steigt der Dampfdruck des Treibmittels an und kann zum Aufblähen und Bersten des Fasses führen.

Bei Treibmitteln, die **explosionsfähige Gemische** bilden, muss für eine ausreichende Erdung gesorgt werden, um statische Aufladung der Behälter zu vermeiden. Die eingesetzten technischen Geräte und Werkzeuge müssen explosionsgeschützt ausgelegt sein.

9.7.2 Isocyanat-Komponente

Ideale Lagertemperatur: 15 °C bis 25 °C.



Abbildung 64, Warnzeichen für i. A. in der Rohrdämmung eingesetztes Isocyanat (PMDI)

Das Lagergebinde muss dicht verschlossen gehalten werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz zu verhindern.

Längere Lagerung bei höheren Temperaturen führt zu einem irreversiblen Anstieg der Viskosität.

Längere Lagerung unterhalb von -10 °C kann zu Kristallisation führen.

Restmengen in Gebinden müssen sorgfältig behandelt werden. Eindringende Feuchtigkeit führt zur Bildung von Kohlendioxid und kann bei mangelnder Entlüftung zum Bersten des Gebindes führen. Daher dürfen leere Gebinde, bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass Wasser eingedrungen ist, nicht dicht verschlossen werden.

Isocyanat (PMDI) ist ein Gefahrstoff im Sinne der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Vorschriften sind unbedingt zu beachten (siehe u. a. aktuelles Sicherheitsdatenblatt und TRGS 430). Es besteht eine gesonderte Schulungspflicht des Arbeitgebers bei der Verwendung von isocyanathaltigen Einsatzstoffen. Es wird dringend empfohlen weitere Sicherheitshinweise unter: http://www.isopa.org/walkthetalk/MDI_de.pdf nachzulesen.

Autor des Kapitels

Christof Grieser-Schmitz, BASF Polyurethanes GmbH

10 Kunststoffschweißen in der Fernwärmetechnik

10.1 Einführung

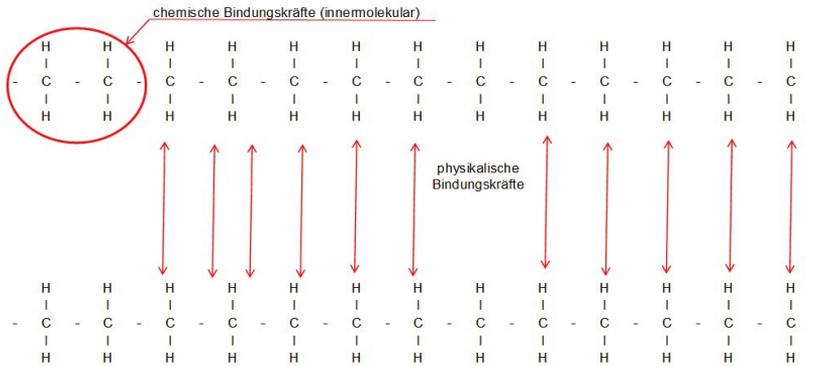
Kunststoffschweißen ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Erstellung von Fernwärmeleitungen. Eine fachmännische Verschweißung der einzelnen Komponenten trägt zu einer langlebigen und effizienten Fernwärmeversorgung bei. Um diese fachmännische Verschweißung durchführen zu können, bedarf es jedoch einiger grundlegender Kenntnisse der Kunststoffe und deren Verhalten.

10.2 Grundlagen

Für die Kunststoffmantelrohre (KMR) wird im allgemeinen **Polyethylen (PE, C₂H₄)** eingesetzt, Polyethylen ist ein **thermoplastischer, teilkristalliner** Kunststoff, der sich grundsätzlich durch eine hohe Reißdehnung, hohe Zähigkeit und gute Beständigkeit gegen äußere Einflüsse wie z.B. Chemikalien oder mechanische Belastung auszeichnet. Zudem hat PE eine niedrige thermische Leitfähigkeit. Thermoplastische Kunststoffe bestehen aus **Makromolekülen**, d.h. mindestens 1000 Moleküle sind miteinander verbunden. Daher werden sie auch als Faden- oder Kettenmoleküle bezeichnet.

Diese Molekülketten werden durch zwei wichtige Kräfte zusammengehalten:

- **Chemische Bindungskräfte**, das sind Kräfte die innerhalb der Moleküle wirksam sind und vom Schweißer nicht beeinflusst werden dürfen. Wird mit zu hohen Temperaturen geschweißt, werden die Molekülketten und damit der Kunststoff zerstört und es riecht nach Kerzenwachs. Bei zu niedrigen Temperaturen werden die Schweißpartner nicht miteinander verbunden.
- **Physikalische Bindungskräfte**, diese Bindungskräfte können und müssen durch den Schweißer beeinflusst werden. Durch **Erwärmung** werden die **Molekülketten beweglich** und können unter Druck verbunden werden. Durch das Abkühlen werden die Ketten wieder unbeweglicher und **verhaken/verknäulen** miteinander.



Dieser gerade beschriebene Prozess setzt aber voraus, dass die drei **Parameter**

- **Temperatur**
- **Zeit und**
- **Druck**

aufeinander abgestimmt werden. Sie beeinflussen sich gegenseitig und sind mehr oder weniger für jeden Schweißer individuell. Alle drei Größen sind für jeden Thermoplasten unterschiedlich und müssen innerhalb bestimmter Grenzwerte liegen. Diese Grenzwerte, und weiter Informationen, sind im Regelwerk DVS 2207 aufgeführt.

10.3 Schweißverfahren

10.3.1 Warmgasziehschweißen (WZ)

Beim Warmgasziehschweißen werden Schweißgerät und Schweißzusatz von Hand geführt. Als Warmgas wird **trockene und ölfreie Luft** eingesetzt. Das Warmgasziehschweißen wird überall dort eingesetzt, wo man beengte Bereiche, kleine Wanddicken oder komplexe Geometrien zu verschweißen hat. Im Bereich der Fernwärmetechnik wird dieses Verfahren häufig verwendet, um Wurzellagen zur Vorbereitung einer Warmgasextrusionsschweißung zu fertigen.

Zur Vorbereitung der Schweißnaht muss sowohl das Grundmaterial als auch der Schweißzusatz unmittelbar vor der Schweißung **spanend** bearbeitet werden, um die **Oxidschicht** auf der Oberfläche zu entfernen, der Nahtöffnungswinkel liegt zwischen 50° - 70° . Die vorbereiteten Schweißflächen müssen:

- **frei sein von Kerben**
- **trocken sein**
- **frei sein von Schmutz, Öl und Fett**
- **frei sein von Spänen**

Weiterhin ist vom Schweißer folgendes beachten:

- die richtige **Temperatur** des Warmgases, bei PE-HD im Bereich von **$300 - 350^\circ \text{C}$, 5 mm in der Düse gemessen.**
- eine ausreichende **Druckaufbringung** mit Hilfe der Schweißdüse
- eine möglichst **parallele Führung der Düse zum Grundmaterial**. Bei zu großer Entfernung wird das Grundmaterial nicht genügend erwärmt, die Molekülketten verhaken/verknäulen nicht. Bei zu kleiner Entfernung kann das Grundmaterial bereits thermisch geschädigt werden.

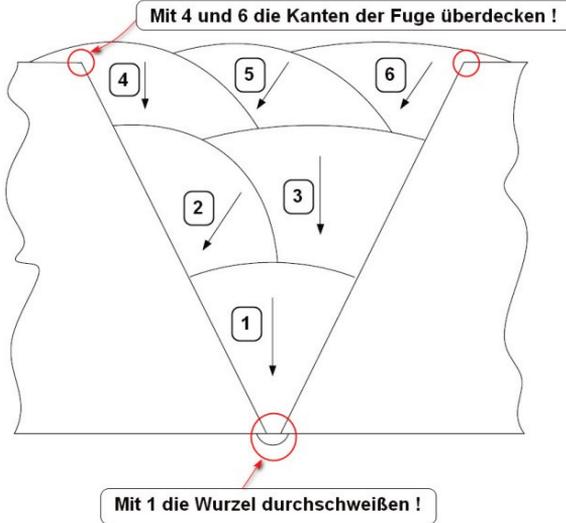
Schon während des Schweißvorganges ist es dem Schweißer möglich, die Qualität der Schweißung zu überprüfen und Fehler zu korrigieren.

Eine gute Schweißnaht ist an folgenden Kriterien zu erkennen:

- einer glatten Doppelwulst an beiden Seiten der Schweißraupe
- einer leichten Abflachung des Schweißstabes
- einer nicht verfärbten, nicht speckig glänzenden Oberfläche

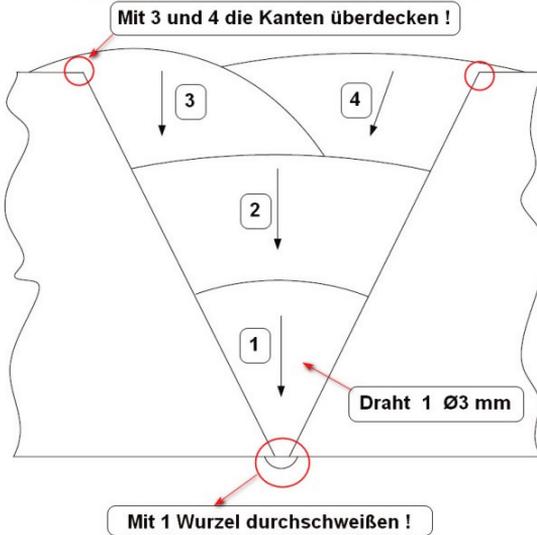
Der Aufbau von Schweißnähten lehnt sich an den von Stahl an und wird in der DVS 2207-3 beschrieben.

Lagenaufbau mit $\varnothing 3$ mm



Lagenaufbau mit Draht $\varnothing 3$ mm, für 5 mm V- und 10 mm X-Naht

Lagenaufbau mit $\varnothing 4$ mm

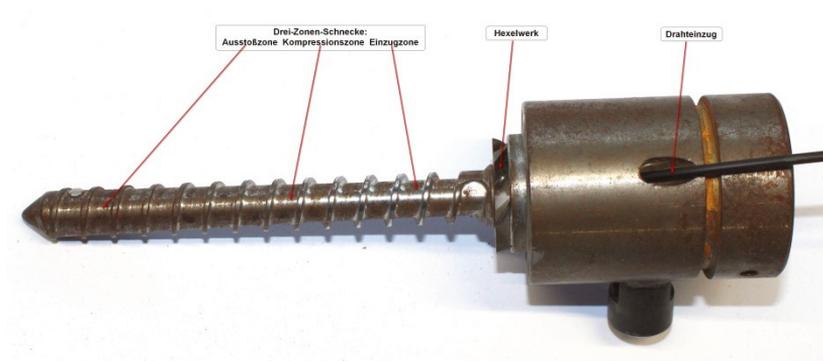


Lagenaufbau mit Draht $\varnothing 4$ mm, für 5 mm V- und 10mm X-Naht

Beim Schweißen von X-Nähten ist darauf zu achten, dass die Schweißraupen wechselseitig aufgebracht werden um Spannungen und Verzug im Material zu vermeiden. In der Decklage sind Kerben am Übergang zwischen Grundmaterial und Schweißzusatz sowie zwischen den einzelnen Raupen zu vermeiden. Diese Kerben führen zu einem frühzeitigen Versagen der Schweißnähte durch Spannungsspitzen im Material.

10.3.2 Warmgasextrusionsschweißen (WE)

Beim Warmgasextrusionsschweißen wird der Schweißdraht vom Extruder eingezogen und zerkleinert. Danach wird er über die Extruderschnecke zum Schweißschuh befördert.



Extruderschnecke

Während dieses Transportes wird der Kunststoff

- **vollständig** aufgeschmolzen
- vermischt und homogenisiert
- entgast
- und durch ein Schweißschuh gepresst, welcher die neue Form vorgibt.

Nach dem Austritt aus dem Werkzeug kühlt der Kunststoff langsam ab und erstarrt dadurch zu seiner endgültigen Form. Für die Formgebung der Schweißnaht ist der Schweißschuh zuständig. Der Schweißer hat beim Extrusionsschweißen mehr Schweißparameter zu beachten als beim Warmgasziehschweißen, diese sind:

- Temperatur des **Schweißzusatzes** (ca. **210°C – 230°C**)
- Temperatur des Grundwerkstoffs (Taupunkt beachten)
- Warmgastemperatur (**250°C – 300°C**)
- Massedurchsatz des Schweißzusatzes (Kg/h)
- Warmgasmenge (ca. 300 l/min)
- Schweißgeschwindigkeit (cm/min)
- Schweißdruck (0,15N/mm²)

Schweißschuhe bestehen in der Regel aus Teflon (PTFE). Dies ist ein relativ günstiger Kunststoff der alle benötigten Eigenschaften wie **geringe Wärmeleitfähigkeit**, **gute Bearbeitbarkeit** und **gute Temperaturbeständigkeit** mitbringt. Außerdem ist er **antiadhäsiv** gegenüber dem Grundmaterial.



V-Naht-Schuh



Kehlnaht-Schuh

Für **jede Nahtform** und -größe müssen die Schweißschuhe **angepasst** werden. Die **Nase** vorne am Schweißschuh hilft bei der Einbringung des Schweißzusatzes in die Naht, baut den nötigen **Massedruck** auf, erzeugt den **Vorschub** des Extruders und gibt die **Nahtform** vor. Wichtige Faktoren bei der Herstellung des Schweißschuhes ist unter anderem die geforderte Kantenüberdeckung sowie die maximale Nahtüberhöhung, diese sind im Regelwerk DVS 2202-1, Tabelle 5 angegeben.

Auch beim Extrusionsschweißen ist die Nahtvorbereitung ein wesentlicher Bestandteil der Schweißung und trägt erheblich zu einer hohen Nahtqualität bei.

Die Schweißfuge muss, wie beim Warmgasziehschweißen, spanend bearbeitet werden um die vorhandene Oxidschicht zu entfernen., Auch die Nahtoberseite wird seitlich ca. **3mm (z-Maß, Kantenüberdeckung)** über die Fugenkante hinaus bearbeitet um eine einwandfreie Verbindung zwischen Grundmaterial und Schweißzusatz zu gewährleisten.

Der **Öffnungswinkel** der Fuge richtet sich nach der Materialdicke und liegt **zwischen 45° und 90°**. **Je dicker** das Material, **desto kleiner** ist der Winkel. Zudem sollte, wenn möglich, ein **Wurzelspalt** von **ca. 2 mm** eingehalten werden um ein Durchschweißen in der Wurzel sicherzustellen. Die Nahtüberhöhung muss zwischen 10% und 30% der Materialdicke liegen und darf 6 mm nicht überschreiten. Nach dem Schweißen sollte die Schweißnaht abgedeckt werden um ein zu rasches Auskühlen und damit das Entstehen von Vakuolen zu verhindern. Diese **Vakuolen** entstehen erst nach dem Schweißen, wenn sich unterschiede in der Temperatur zwischen Nahtoberfläche und Nahtmitte einstellen. Das Material an der Oberfläche kühlt schneller ab als in der Mitte, es entstehen **3-achsige Spannungen** und das Material wird in und um den **Masseschwerpunkt aufgerissen**.

10.3.3 Stopfenschweißen (Muffenschweißen/ HD)

- **10.3.3.1 unvernetzte Muffe**

- **Vorbereitung**

- Aufbohrung der Schäum- und Entlüftungslöcher mit einem konischen Bohrer mit Tiefenstopp, passend zu den PE-Einschweißstopfen aufbohren
- Ausstechen des Schaumes unmittelbar unterhalb der Bohrungen
- Entfernen der Schaumreste
- Oxidschicht an der Oberfläche im Bereich der Bohrung abziehen
- Schweißbereich mit PE-Reiniger säubern

Einschweißen der Stopfen

- Temperatur des vorgeheizten PE-Stopfenschweißgerätes kontrollieren (250°C - 270°C).
- PE-Schweißstopfen mit geeignetem Stopfenhalter in die zum PE-Schweißstopfen passende Heizbuchse eindrücken nach ca. 10 Sekunden gleichzeitig den Heizdorn ca. 10-15 Sekunden in die vorbereitete konische Bohrung eindrücken.
- Wenn die richtige Vorwärmtemperatur erreicht ist (seidig-mattglänzende PE-Schweißstopfen und eine PE-Wulstausbildung am Rand der Bohrung sowie am PE-Schweißstopfen), innerhalb von 3 Sekunden den Schweißstopfen von der Schweißbuchse in die konische Bohrung umsetzen, mit **gleichmäßigem Druck** einpressen und anschließend mindestens 30 Sekunden zur Abkühlung in der Schweißnaht verharren.

Wichtig!

Den Schweißstopfen nicht verkanten und nicht zu tief in die Bohrung einpressen. Die Stopfenoberfläche sollte ca. 1mm oberhalb der Muffenoberfläche abschließen. Die Schweißwulst darf nicht entfernt werden.

- **10.3.3.2 vernetzte Muffe**
- **Vorbereitung**
 - Aufbohrung der Schäum- und Entlüftungslöcher mit einem konischen Bohrer mit Tiefenstopp, passend zu den PE-Einschweißstopfen aufbohren
 - nicht den Schaum unterhalb der Bohrungen ausstechen, es muss ein Gegendruck vorhanden sein
 - Entfernen der Schaumreste
 - Oxidschicht an der Oberfläche im Bereich der Bohrung abziehen
 - Schweißbereich mit PE-Reiniger säubern
- **Einschweißen der Stopfen**
 - Temperatur des vorgeheizten PE-Stopfenschweißgerätes kontrollieren (**270 °C**).
 - PE-Schweißstopfen mit geeignetem Stopfenhalter in die zum PE-Schweißstopfen passende Heizbuchse und gleichzeitig den Heizdorn in die vorbereitete konische Bohrung ca. 45 Sekunden eindrücken.

Wenn die richtige Vorwärmtemperatur erreicht ist (seidig matt glänzende PE-Schweißstopfen und eine PE-Wulstausbildung am Rand der Bohrung sowie am PE-Schweißstopfen), wird innerhalb von 3 Sekunden den Schweißstopfen von der Schweißbuchse in die konische Bohrung umsetzen, mit gleichmäßigem Druck flächen-gleich einpressen und anschließend mindestens 45 Sekunden zur Abkühlung in der Schweißnaht verharren.

10.3.4 Zusammenfassung

Die in diesem Kapitel beschriebenen Vorgehensweisen helfen, sofern sie eingehalten werden, bei der Herstellung von dauerhaften und belastbaren Schweißverbindungen.

Dies wiederum trägt zur verlässlichen Versorgung mit Fernwärme bei und minimiert die Kosten für Reparaturen und Instandhaltung von bestehenden Leitungen.

Autor des Kapitels

Jens Heyer, Handwerkskammer Aachen

11 Dehnungspolster

11.1 Allgemeines

Dehnungspolster (DP) siehe Abb. 78, sind ein besonders zu beachtender Bestandteil des Kunststoffmantelrohrsystems. Sie haben die Aufgabe, die aufgrund der Temperaturdehnungen auftretenden Längenänderungen der KMR aufzunehmen.

Hierbei ist bei der Auswahl der Dehnungspolster darauf zu achten, dass keine unzulässig hohen Spannungen in den Bauteilen des Verbundsystems auftreten.

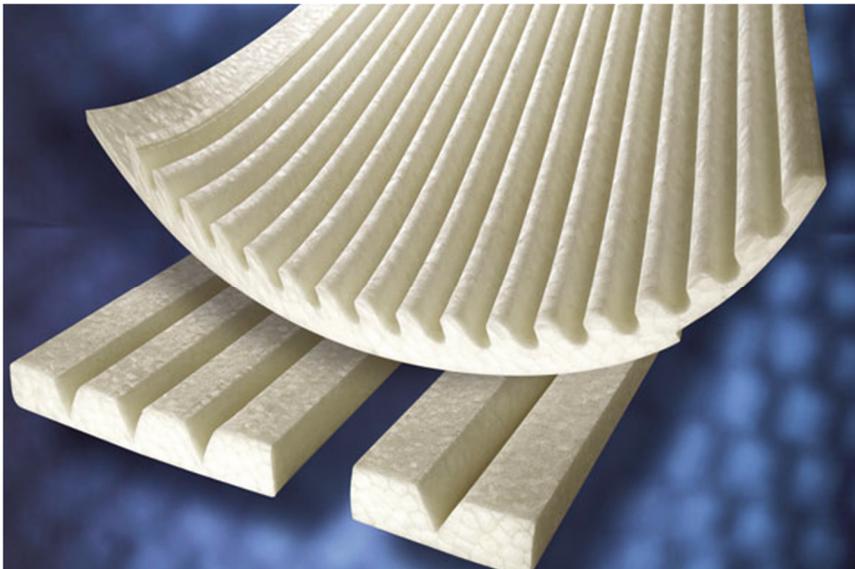


Abbildung 74, Dehnungspolster

Zur Aufnahme der Längenänderungen werden Dehnungspolster an folgenden Systempunkten montiert:

- an L-, Z- und U - Bogen
- an Abzweigen
- an Reduzier- und Endmuffen
- an Absperrarmaturen
- an Be- und Endlüftungen
- an Hoch- und Tiefpunkten

Die heute zum Einsatz kommenden Dehnungspolster (Abb. 78) bestehen überwiegend aus Neopolen E.

11.1.1 Eigenschaften von Neopolen E

Neopolen E ist ein geschlossenzelliger, physikalisch vernetzter Partikel-Schaumstoff aus Polyethylen (EPE), der als Plattenware in unterschiedlichen Dicken in weiß und schwarz ausgeliefert wird. Durch seine hervorragende Verarbeitbarkeit sowie durch seine vielseitigen Eigenschaften eignet sich Neopolen E für ein breites Anwendungsspektrum.

11.2 Abmessungen der Dehnungspolsterelemente

Die Abmessungen der Dehnungspolsterelemente kann je nach Systemhersteller bzw. Lieferant variieren. Abb. 79 zeigt am Beispiel die Abmessungsreihe der Dehnungspolsterelemente eines Systemherstellers.

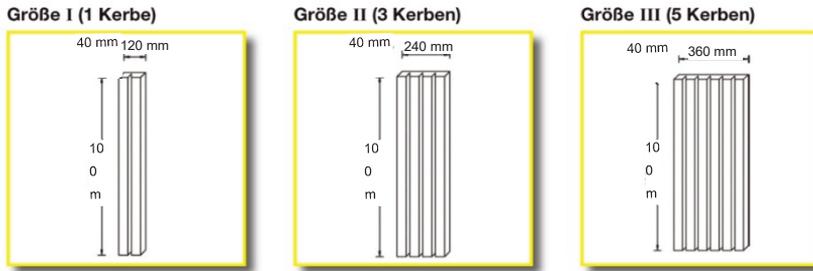


Abbildung 75, Abmessungen von DP-Streifen

Als Standard werden die Dehnungspolster in drei Größen unterschiedlicher Breite und einer Dicke von 40 mm und einer Länge von 1000 mm gefertigt. Sind Polsterdicken von > 40 mm erforderlich, müssen zwei oder mehr Polster durch Aufklappen übereinander gelegt werden.

11.3 Anordnung der Dehnungspolster

Die Anordnung der Dehnungspolster am Mantelrohr kann je nach Anforderung unterschiedlich ausgeführt werden. Die folgende Abbildungen zeigen verschiedene Ausführungsvarianten zur Anordnung der Dehnungspolster.

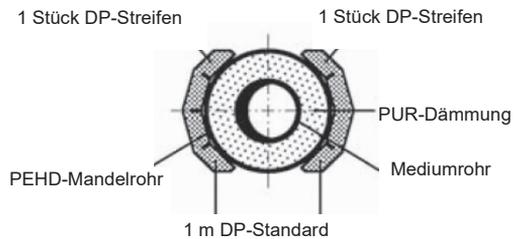
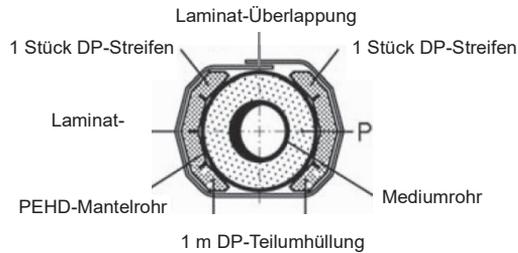


Abbildung 76, Ausführung als Dehnungspolsterstreifen

Ausführung als ovalförmiges Dehnungspolster mit Schutzhüllung



PUR-Dämmung

Abbildung 77, ovales Dehnungspolster mit Schutzhüllung

Ausführung als voll umhüllendes Dehnungspolster mit Schutzhüllung

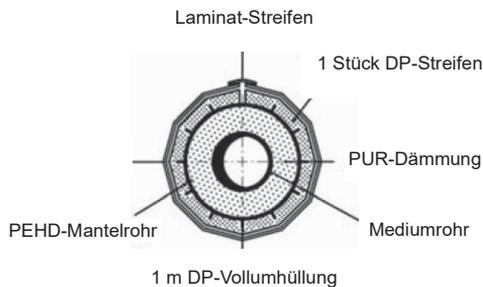


Abbildung 78, Vollumhüllendes Dehnungspolster mit Schutzhüllung

Die Dehnungspolster sind lagenweise so um das Rohr anzuordnen, dass die - gemäß dem statischen Nachweis und entsprechend dem Dehnungspolsterplan - ermittelte Längenänderung ganz aufgenommen werden kann.

Die Anzahl der Dehnungspolster in axialer Richtung richtet sich nach dem ermittelten und im Dehnpolsterplan dokumentierten Dehnweg.

In den folgenden Abbildungen ist die Anordnung der Dehnungspolster bei einlagiger Polsterung (Abb. 83) und bei zweilagiger Polsterung (Abb. 84) dargestellt.

Einlagige Polsterung (40 mm) bei gleicher Dehnung aus beiden Richtungen

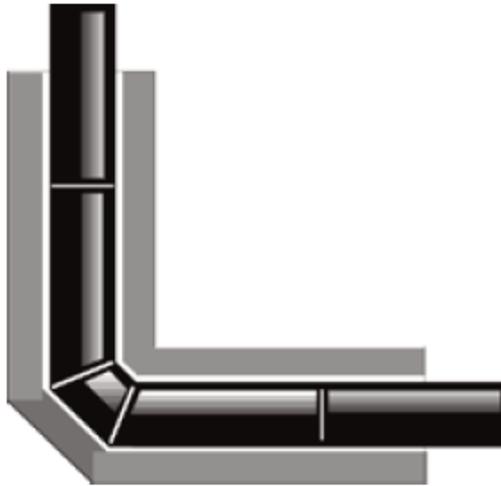


Abbildung 79, Einlagige Polsterung

Zweilagige Polsterung (80 mm) bei gleicher Dehnung aus beiden Richtungen

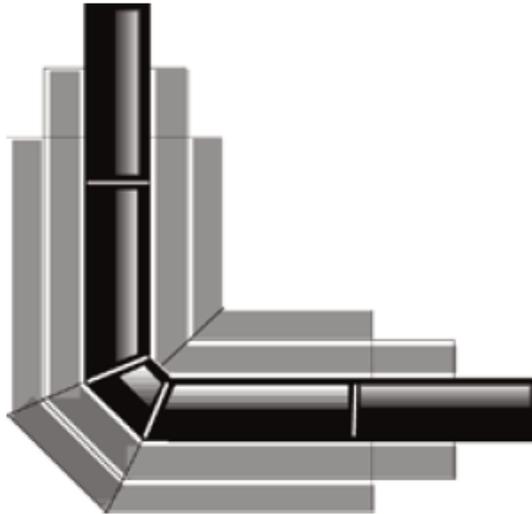


Abbildung 80, Zweilagige Polsterung

11.3.1 Zuordnung der Einzelemente zur Mantelrohrdimension

Je nach Ausführungsvariante und Mantelrohrdimension, müssen die Dehnungsbereiche ggf. aus mehreren unterschiedlichen Einzelementen zusammengesetzt bzw. kombiniert werden (siehe hierzu Tabelle 1).

Mantelrohr – Ø in mm	Größe	Kombination
65 – 160	I	---
180 – 280	II	---
315 – 355	III	---
400 – 500	IV	II + II
650	V	II + III
630 – 670	VI	III + III
710	VII	III + II + II
800	VIII	III + III + II
900	IX	III + III + III
1000	X	III + III + II + II
1100	XI	III + III + III + II
1200	XII	III + III + III + III
1300	XIII	III + III + III + II + II

Kombination von Dehnungselementen

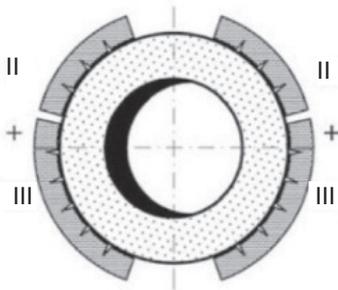


Abbildung 81, Kombinationsbeispiel von Dehnungselementen bei Größe V

11.4 Anforderungen

11.4.1 Funktionale Anforderungen

Die Dehnungspolstermaterialien müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- ausreichendes Rückstellverhalten
- ausreichende Elastizität während der gesamten Lebensdauer
- wärmeleitend, um Wärmestaus zwischen Dehnungszone und Mantelrohr zu minimieren
- formstabil gegen Sandverdichtung und Erddruck

- genügende Druckfestigkeit gegen äußere Lasteinwirkung
- Sicherheit vor unzulässiger Verfestigung durch Verschlämmung und Sandpenetration
- Unverrottbarkeit
- Nagetiersicherheit

Von den Herstellern sind die zuvor genannten Eigenschaften durch Nachweise sicherzustellen.

11.4.2 Steifigkeit

Die am Markt erhältlichen Dehnungspolster können hinsichtlich ihrer Steifigkeit erhebliche Unterschiede aufweisen. Sie müssen jedoch in ihren Eigenschaftsmerkmalen folgende Parameter erfüllen:

- unter dem seitlich wirkenden Erdruck sollten sich die Dehnungspolster nicht mehr als 10 % zusammendrücken.
- das Dehnungspolster muss eine Querbewegung des Rohres von mindestens 50 % der ursprünglichen Dicke ermöglichen, ohne dass die radial zulässigen Druckspannungen überschritten werden. D. h. die Härte (Steifigkeit) des Dehnungspolsters hat einen entscheidenden Einfluss auf das Biegemoment und damit auf die auftretende Spannung im Bogen. Folglich müssen Dehnzonen mit harten Dehnpolstern im Bogenbereich dicker ausgelegt werden als Dehnzonen mit weichen Dehnungspolstern.

11.4.3 Dehnungspolsterdicken

Die erforderliche Dehnungspolsterdicke richtet sich nach der thermisch bedingten Längenänderung des Rohres. Bereits bei der Planung und statischen Auslegung muss darauf geachtet werden, dass infolge der Dämmwirkung der Dehnungspolster der damit verbundene Wärmestau am PE - Mantel begrenzt wird.

Folgende Kriterien sind sicherzustellen:

- **die Temperatur am PE-Mantelrohr darf den Maximalwert von 50°C nicht übersteigen.**
- **es muss sichergestellt sein, dass die Dauerfestigkeit des PE-Mantels und insbesondere die langfristige Funktion der Muffenabdichtungen und Mantelrohrschweißverbindungen nicht beeinträchtigt wird.**

Folgende maximalen Polsterdicken sind ohne Nachweis / Nachrechnung zulässig:

- **maximale Polsterdicke bei Vollumhüllung: 100 mm**
- **maximale Polsterdicke bei seitlichen Dehnpolstern: 120 mm**

11.5 Montage der Dehnungspolster

Entsprechend den Planungsvorgaben- aus Polsterplan u. statischem Nachweis des Systemherstellers - sind die Dehnungspolster in Bezug auf Steifigkeit, Dicke und Länge ordnungsgemäß zu montieren.

Die Montage ist so durchzuführen, dass die Dehnungspolster nach der Montage fest am PE-Mantelrohr anliegen. Bei der Verfüllung des Rohrgrabens und der Verdichtung des Bettungsmaterials dürfen die Dehnungspolster sich nicht in ihrer Lage verändern.

Vorzugsweise sind die Dehnungspolster durch geeignete Maßnahmen vor Sandpenetration zu schützen. Dies kann z. B. durch eine Laminatumhüllung erfolgen. Die Abdichtung der Umhüllung im Überlappbereich muss durch eine Verklebung / Verschweißung erfolgen.

Am Ende der Dehnungszone ist unbedingt darauf zu achten, dass die Laminatumhüllung bis auf das Mantelrohr geführt und dort überlappend verschweißt wird.

Ovalförmig angebrachte Dehnungspolster sind so anzuordnen, dass die Mittelachsen der Kunststoffmantelrohre und der Dehnpolster parallel zueinander liegen und in der Höhe mindestens bis zum Scheitel des Mantelrohres reichen.

Die Wirkungsrichtungen der Dehnpolster müssen mit der Verschiebe-richtung der KMR übereinstimmen (Vorgaben im Polsterplan beachten).

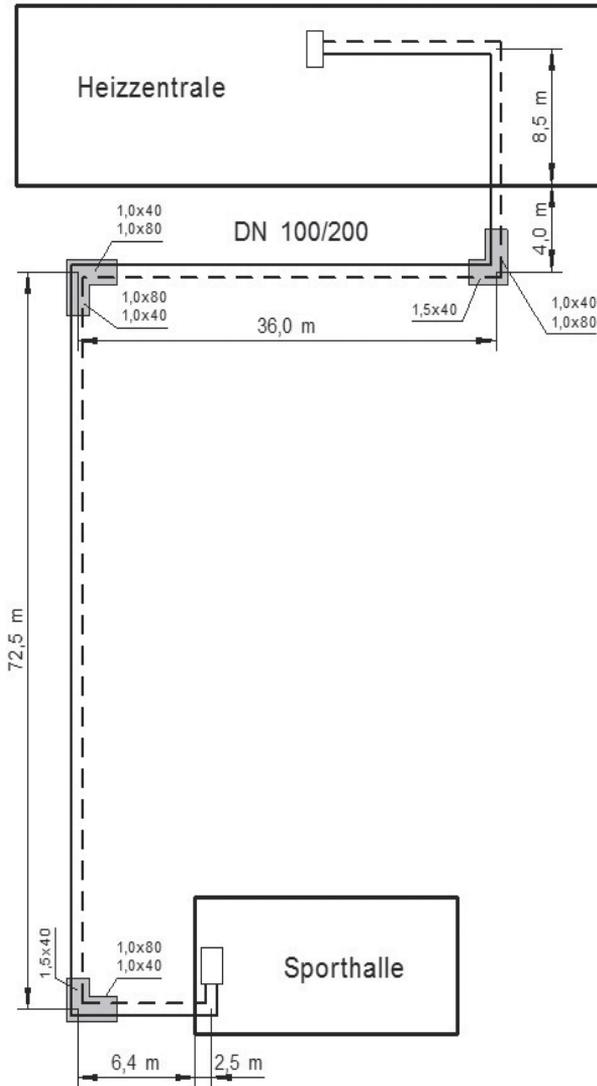


Abbildung 82, Beispiel eines Dehnungspolsterplans

11.5.1 Beispiele Dehnungspolstermontage



Abbildung 83, Mehrlagige, ovalförmige Polsterung eines L-Schenkel mit Vollumhüllung



Abbildung 84, Einlagige Polsterung mit Vollumhüllung

Autor des Kapitels

Johannes Ellmer, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

12 Wanddurchführungen und Dichtsysteme

12.1 Allgemeines und Voraussetzungen

Dichtungen für Wanddurchführungen an gedämmten Rohrleitungen, insbesondere Fernwärmeleitungen, bedürfen höchster Sorgfalt bei der Auswahl der für den jeweiligen Anwendungsfall geeigneten Dichtung und bei der Dichtungsmontage. Der im Vergleich zu beispielsweise Gas- oder Wasserrohrleitungen zum Teil weiche Kunststoffmantel von Fernwärmerohren bedarf darauf speziell abgestimmter Dichtungssysteme.

Die Rahmenbedingungen rund um Rohr, Wand, Planung, Verlegung, Leitungsbetrieb, anstehendes Medium, aber auch Montagemöglichkeiten und Preis der Komponenten sind in ihrer Gesamtheit bei der Auswahl eines für den individuellen Anwendungsfall geeigneten Dichtungssystems für die Wanddurchführung zu berücksichtigen.



Abbildung 85, eingeschnürter Kunststoffmantel

Nur mit fachkundiger und frühzeitiger Planung der Anwendung in ihrer Gesamtheit lassen sich langfristig Bauschäden vermeiden.

Typische Schäden an Wanddurchführungen sind vor allem Undichtheiten durch deformierte Rohre (siehe Abb. 89) oder zerquetschte Gummidichtungen.



Abbildung 86, Mantelrohrdeformation durch falsche Auswahl der Ringraumdichtung

12.1.1 Auswahl der geeigneten Dichtung – was ist zu beachten!

Die folgende Checkliste bietet einen Überblick auf die wichtigsten Aspekte, die bei der Auswahl und Beurteilung eines Dichtungssystems für Wanddurchführungen zu beachten sind. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Neubau oder Sanierung?

- Welche Beschaffenheit hat das Mauerwerk bzw. die Mauerhülse?
- Müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Wand zu dichten oder die Bohrung in der Wand zu beschichten?
- Muss eine Mauerhülse in die Wand eingesetzt werden?

Auswahl eines geschlossenen Dichtungssystems oder muss ein Produkt gewählt werden, das eine **nachträgliche Montage** erlaubt?

Insbesondere bei Kunststoffmantelrohren (KMR) größer 315 mm Außendurchmesser macht es aufgrund der Rohrtoleranzen Sinn, das Rohr erst durch die Wand zu legen und dann den Ringraum einzumessen. In diesem Fall muss die dann individuell anzufertigende Ringraumdichtung zur nachträglichen Montage geeignet sein.

Schiebt die Leitung, insbesondere bei Temperaturschwankungen? Wie viel Rohrbewegungen in Millimeter sind genau zu erwarten?

- Gibt es Rohrbewegungen, insb. bei Temperaturschwankungen?
- Wie oft kommt das vor?
- Wie viele Rohrbewegungen in Millimeter sind genau zu erwarten?

Nur mit genauen Angaben ist die Auswahl der geeigneten Dichtung möglich!

Ist der **Rohrmantel formstabil?**

Welches Rohr genau kommt zum Einsatz?

Sind Dichtungen mit geringem **Anzugsdrehmoment** nötig?

Insbesondere die Mantelrohre der flexiblen, gedämmten Rohrsysteme sind weich und bedürfen besonderer Sorgfalt bei der Bestimmung der jeweils kompatiblen Dichtung.

Welche Toleranzen des Rohrdurchmessers (EN 253 erlaubt plus ca.3 – 5 %) bei KMR?

In den Dimensionen größer 315 mm Außendurchmesser, kann eine Standard-Ringraumdichtung die möglichen Toleranzen nicht mehr sicher abdecken. In der Regel passt die Standarddichtung nicht mehr auf den Rohrmantel und es muss eine neue „Sonderdichtung“ eingemessen und gefertigt werden. Es ist zu empfehlen, in diesen Rohrdimensionen ausschließlich mit individuell eingemessenen und geteilten Dichtungen für die spätere Montage zu arbeiten. Lieferzeiten für diese individuellen Dichtungen sind in den Bauablauf einzuplanen.

Mit Ovalitäten ist insbesondere bei Ringbunden flexibler, vorgedämmter Rohrsysteme zu rechnen.

Durch die Wahl von Ringraumdichtungen Typ FW, welche mit Ihren Abmessungen speziell für die Fernwärme entwickelt wurden, werden die Ovalitäten und Toleranzen der Ringbunde bis zum Mantelrohrdurchmesser von 200 mm optimal abgedeckt. Eine Standarddichtung z.B. aus dem Wasserrohrbereich sollte keinesfalls für flexible gedämmte Rohrleitungen verwendet werden.

Ist eine zentrische Lage in der Wandöffnung realisierbar?

Wer montiert das Dichtsystem?

Erfahrene Fachfirma oder Endverbraucher?

Je nach zu erwartenden Fachkenntnissen, ist die Dichtung entsprechend für eine sichere, baustellengerechte Montage auszuwählen. Auch eine hochwertige Dichtung kann in den Händen eines Unkundigen Schaden anrichten.

Steht „drückendes Wasser“ an? Dieser Begriff ist sehr pauschal.

- Mit wie viel Metern Wassersäule ist wirklich zu rechnen?
- Welcher Lastfall nach DIN 18533-1 steht an?

Insbesondere beim Zusammenspiel von Druck und Temperatur an der Dichtung ist es wichtig, den richtigen Werkstoff auszuwählen und ggf. besondere Maßnahmen zu treffen. Auch Dichtungen gegen „drückendes Wasser“ haben ihre Grenzen – es sollte klar sein, wo diese liegen und ob diese Eigenschaften für die jeweilige Anwendung ausreichen.

- Kommt das Rohr unter Spannung durch die Wand?
- Kann die Dichtung die Spannung aufnehmen und aushalten?
- Sind zusätzlich Maßnahmen zur Entlastung der Dichtung zu treffen?

Das Rohr kann ggf. mit einem Gleitkufenring aus Kunststoff zentriert werden und die Spannung auch so von der Dichtung genommen werden. Es besteht auch die Möglichkeit eine zweite, einfache Dichtung in die Wand zu setzen, so dass eine Dichtung innen die Spannungen aufnehmen und die zweite aussen (mit 2x40mm Breite) dichten kann.

Wird es nötig, eine Pressio-individual Dichtung mit asymmetrischem Aufbau zu fertigen, ist auch hier auf alle Belange eines werksgedämmten Rohres Rücksicht zu nehmen.

ACHTUNG! Eine Ringraumdichtung aus Gummi kann nur dichten!

NIE die Lasten, welche das Rohr auf die Dichtung überträgt, tragen oder gar langfristig halten.

- Ist mit Abwinklungen in der Wanddurchführung zu rechnen?
- Ist mit späteren Bauwerks- oder Bodensetzungen zu rechnen?
- Erlaubt meine Dichtung entsprechend spätere Abwinklungen?

Es ist zu beachten, dass entsprechende Bauwerkssetzungen von nur 10mm eine Pressdichtung bis zur Undichtigkeit quetschen können und gleichermaßen zu Rohrdeformationen führen können.

Ist mit Auftrieb durch hohen Wasserstand zu rechnen?

Kunststoffmantelrohre haben einen großen Auftrieb. Insbesondere vor Inbetriebnahme kann die noch ungefüllte Leitung durch anstauendes Regenwasser oder hohes Grundwasser starke Auftriebskräfte entwickeln. Gedämmte Rohrleitungen größerer Dimensionen drücken dann oben auf die Ringraumdichtungen, was zu Undichtigkeiten unten auf 6 Uhr Position führen kann. Auftriebssicherungen bzw. Beschwerungen sind in diesen Fällen die Lösung für eine funktionierende Mauerdurchführung.

Welches Medium steht an (Wasser, Biomasse...?)

Gegebenenfalls ist auf die Medienbeständigkeit des Dichtungswerkstoffs zu achten! Beständigkeitstabellen für die wichtigsten Stoffe sind auf den Seiten der Dichtungshersteller zu finden z.B. www.4pipes.de

Ist die Dichtung UV-Strahlung ausgesetzt?

Gegebenenfalls zusätzliche Schutzmaßnahmen planen.

Beispielsweise können oberirdisch verlegte Dichtungen mit Blechhalbschalen abgedeckt werden, um die Elastomere gegen UV-Licht zu schützen. Auch die Werkstoffauswahl des Elastomers kann die Beständigkeit eines oberirdischen Dichtsystems gegen UV-Strahlung verbessern. EPDM ist hier beispielsweise vorteilhafter als NBR Kautschuk.

Welche Temperaturen treten an der Dichtung auf?

Elastomere, welche typischerweise als Dichtelement eingesetzt werden, gehören zu den Kunststoffen. Mit steigenden Temperaturen verlieren die Elastomere an Festigkeit und entsprechend an Druckdichtheit.

Berücksichtigung des Zusammenspiels von Druck und Temperatur und der daraus resultierenden reduzierten Druckdichtheit.

12.2 Gängige Dichtungssysteme für Wanddurchführungen in der Fernwärme

Die folgenden Dichtungssysteme stehen für diverse Anwendungsfälle an Fernwärme-Rohrleitungen zur Verfügung. Betrachtet werden die für die vorisolierten Rohre speziell entwickelten Dichtungssysteme. Auf eine Komplettübersicht aller traditionell am Markt üblichen Wanddurchführungssysteme für Rohrleitungen, auch anderer Gewerke, wird verzichtet.

12.2.1 Labyrinth - Mauerdichtringe

Labyrinth-Mauerdichtringe dienen als Wasserstopp, werden in die Wand einbetoniert bzw. eingemörtelt und sind geeignet bei Wanddurchführungen ohne außergewöhnliche Belastung bei „nicht drückendem Wasser“. Eine

einfache Montage, lediglich mit Spannung auf das Rohr aufzuschieben, und ein günstiges Preis-/Leistungsverhältnis zeichnen das Dichtsystem aus.

Im Fall der Undichtigkeit muss die Wand geöffnet werden. Ein Nachspannen dieses Dichtungssystems ist nicht möglich. Die Wand stützt die Rohrleitung ab.



Abbildung 87, Labyrinth Mauerdichtring

12.2.2 Ringraumdichtungen Fernwärmeausführung

Ringraumdichtungen in Fernwärmeausführung sind entwickelt für den Einsatz gegen drückendes Wasser in der Fernwärme. Ihre Abmessungen sind auf die Toleranzen und Ovalitäten der gängigen Fernwärme-Rohrsysteme abgestimmt. Die 2 x 40 mm breiten, extra weichen Gummi-dichtringe (Härte Shore A 40±) verteilen den Anpressdruck der Dichtung schonend auf eine möglichst breite Oberfläche. Ein geringes Anzugsdrehmoment ermöglicht eine sichere Montage. Druckplatten aus Edelstahl ermöglichen den bedenkenlosen Einsatz im Erdreich. Pressio-Ringraumdichtungen können Drücke von bis zu 3 bar sicher abdichten.

Individuelle Ringraumdichten sind für Sonderanwendungen in frei wählbaren Abmessungen und Konturen zu fertigen. Ovale Dichtungen oder Dichtungen mit mehreren zusätzlichen Rohr- oder Kabeldurchführungen, sowie Dichtungen in geteilter Ausfertigung sind möglich. Zum Standardwerkstoff EPDM-



Abbildung 88, Ringraumdichtung – Fernwärmeausführung

Gummi stehen alternative Qualitäten, wie z.B. NBR-Gummi oder Viton, für besondere Einsätze der Dichtungen zur Verfügung. Pressio- individual-Dichtungen in geteilter Variante sind erste Wahl, wenn KMR schon verlegt sind und der Ringraum individuell eingemessen wird.

Ringraumdichtungen sind mit Fest-Losflansch für den Einsatz an Bauwerken mit Dichtungsbahn auch in der speziellen Fernwärmeausführung lieferbar (DIN 18533 ist grundsätzlich zu beachten).



Abbildung 89, Beispiel Hausanschluss mit Ringraumdichtungen

12.2.2.1 Montage von Ringraumdichtungen – was ist zu beachten

- Starke mechanische Belastungen auf Rohroberfläche vermeiden
- Spröbruch durch Punkt- und Linienlasten vermeiden
- Spannungsrisse und Deformation durch zu hohen Kraftaufwand vermeiden
- Mit richtigen Montagewerkzeug arbeiten (Drehmomentschlüssel)

Beim Anzugsdrehmoment sind hinsichtlich Umgebungstemperatur und Gummiqualität (Herstellerabhängige Gummihärten der Dichtelemente) unbedingt die Vorgaben der einzelnen Hersteller zu beachten!

Besonders zu beachten ist, dass Elastomere mit steigenden Temperaturen weicher und mit sinkenden Temperaturen schnell härter werden. Die Herstellerangaben der empfohlenen Anzugsdrehmomente beziehen sich in der Regel auf eine Temperatur von 23°C.

Bei niedrigen Temperaturen kann das empfohlene Anzugsdrehmoment erforderlichenfalls bis zu 50% gesteigert, bei erhöhten Temperaturen eventuell um bis zu 50% reduziert werden.

12.2.3 Gliederkettendichtungen

Ringraumdichtungen in Gliederkettenbauweise sind für weiche, mit PE-Mantel vorisolierte Rohrsysteme nur sehr bedingt geeignet. Es besteht die Gefahr der Rohrdeformation. Extra weiche Gummiqualitäten (marktüblich blau) stehen für den Einsatz an Kunststoffrohrsystemen zur Verfügung. Eine fachgerechte Montage ist für den Dichtungserfolg speziell an gedämmten Rohrleitungssystemen unumgänglich.



Abbildung 90, Gliederkettendichtung – extra weiche Ausführung

12.2.4 Schrumpfabdichtung vom Hülsrohr zum Mantelrohr

Schrumpfmanschetten in hochschrumpfender Ausführung, z.B. Typ Canusa - K60 HS70, bieten eine hochwertige Abdichtung von Hülsrohr auf Mantelrohr. Die der Muffenabdichtung gleichkommende Technik ist geeignet für kleine Ringräume und Wasserdruck von außen. Die Montage erfolgt wärmschrumpfend, nachträglich und mit wenig Anpressdruck auf den Rohrmantel.

Der integrierte Schmelzkleber in der Manschette sorgt für die Abdichtung. Der geringe Druck auf den Rohrmantel macht das Dichtsystem auch für sehr fragile gedämmte Rohrsysteme praktikabel. Abdichtungen mit Schrumpfmaterialien sind als geschlossener Schrumpfschlauch oder als geteilte Manschette verfügbar.

Voraussetzung zur Verwendung dieses System ist ein vorhandenes Hülsrohr, welches mindestens 150 mm hervorsticht und Erfahrung des Monteurs im Umgang mit wärmschrumpfenden Produkten in der Fernwärme.



Abbildung 91, Schrumpfabdichtung vom Hülsrohr zum Mantelrohr

12.2.5 Abdichtmanschetten

Die KRM-Abdichtmanschetten sind speziell entwickelt, um einen druckdichten Abschluss zwischen Hülsrohr und Mantelrohren zu gewährleisten. Die Manschetten bestehen aus hochwertigem Elastomer und sind durch ihre gegenüber handelsüblichen Gummimanschetten hohe Wanddicke sehr formstabil und druckdicht bis 1 bar. Durch ihre hohe Flexibilität erlauben die Manschetten große axiale und radiale Bewegungen zwischen Hülsrohr und Mantelrohr. Um die Dichtheit zu gewährleisten, sollte der Ringraum nicht mehr als 70 mm betragen.

Vor Verfüllung des Rohrgrabens, müssen die Abdichtmanschetten zum Erdreich hin immer mit ausreichend Dehnpolster umhüllt werden.

Bei der Verarbeitung der Abdichtmanschetten sind unbedingt die Herstellervorgaben zu beachten. Je nach Ausgestaltung der Wanddurchführung - mit oder ohne Hülsrohr - kommen unterschiedliche Abdichtmanschetten zum Einsatz.

12.2.5.1 Abdichtmanschette zum direkten Wandanschluss

Compenseal-Abdichtmanschetten erlauben Rohrbewegungen und Rohrsetzungen. Druckdichtheit ist bis 1 bar gegeben, vorausgesetzt der Ringraum zwischen Rohr und Maueröffnung beträgt nicht mehr als 70 mm. Die Montage der Dichtungen sollte zum Erdreich hin immer mit einem Dehnpolster erfolgen.

Die Dichtung wird an eine glatte, saubere Wand geflanscht bzw. gedübelt und auf der Rohrleitung und zur Wand mit Spezial-PU-Dichtkleber und Spannbändern gedichtet. Der Anpressflansch zur Wand ist in Edelstahl ausgeführt.

Die maximalen Werte hinsichtlich axialer und radialer Bewegungsaufnahme sind - entsprechend den Herstellervorgaben - unbedingt einzuhalten.



92, Compenseal zum direkten Wandanschluss



Abbildung 93, Beispiel einer Schachteinführung mit Compenseal vor der Wand

12.2.6 Abdichtmanschette vom Hülsrohr zum Mantelrohr

Spezielle KMR-Abdichtmanschetten erlauben ebenfalls Rohrbewegungen. Sie werden auf Hülsrohren (Voraussetzung) und Mediumrohren mit speziellem Dichtkleber und doppelten Spannbändern appliziert. Im Vergleich zu handelsüblichen Gummimanschetten beträgt die Materialdicke der Spezial Fernwärme-Abdichtmanschetten mindestens 5 mm. Weiterhin sind die Krägen besonders lang, um jeweils zwei Spannbänder und Dichtkleber zu montieren. Eine Druckdichtheit bis 1 bar ist für Ringräume bis 70 mm gewährleistet.

Größere Ringräume reduzieren die Druckdichtheit der Manschette, kleinere Ringräume können die Faltenbildung und dadurch die Bewegungsfähigkeit der Manschette reduzieren. Dichtungssysteme, die Rohrbewegungen und Setzungen mitmachen sollten, müssen zum Erdreich mit ausreichend Dehnpolster und Laminat umhüllt werden.



Abbildung 94, Beispiel einer KMR-Bauwerkseinführung



Abbildung 95, Abdichtung Hülrohr zum Mantelrohr mit Gelenkbolzenband

12.2.7 Mauerhülsen

Mauerhülsen formen ein perfektes Loch in der Wand und bieten so die optimale Basis für den Einsatz einer Ringraumdichtung. Ebenfalls steht mit dem Einsatz einer Mauerhülse die Dichtheit zwischen Wand und Dichtung außer Zweifel.

Mauerhülsen sind in Kunststoff bis Innendurchmesser 300 mm und in Faserzement bis Innendurchmesser 800 mm verfügbar.

Mit Mauerdurchführungen aus Stahl lassen sich auch sehr große Durchmesser und Sonderdimensionen realisieren.

Zur Vermeidung von Bauschäden bei Mauerdurchführungen ist die ganzheitliche Betrachtung aller beteiligten Komponenten wie Rohr, Dichtung, Montage und Wand unerlässlich. Ein perfekter Wanddurchbruch ist Basis für die Qualität der nachfolgenden Schritte und Produkte.

Autor des Kapitels

Frank Hellmann 4 pipes GmbH

13. Dokumentation und Abnahme

Checkliste – Dokumentation für Fernwärmeanlagen

Diese Checkliste kann von jedem Leser gerne für eigene Kontrollzwecke kopiert werden.

Bauvorhaben: Teil 100 – Technologie

Nr.	Bezeichnung	erforderlich		vorhanden	
101	Fertigmeldung und Ablaufplan zur Einbindung				
102	Abnahmeprotokoll EVUH/Errichter				
103	Protokoll: „Freigabe zum Füllen und Probebetrieb“ / Errichtererklärung				
104	Schweißdokumentation				
105	Schweißanweisung				
106	Liste eingesetzter Schweißer mit Prüfungsnachweis				
107	Bestätigte Schweißnahtprüfprotokolle				
108	Protokolle der Überprüfung durch EVU-Beauftragte				
109	Schweißnahtlageplan				
110	Isometrie				
111	Übersichtsplan				
112	Schaltschema				

113	Messstellenplan				
114	Messstellenplan				
115	Beschriftungsschema				
116	Beschriftungsliste				
117	Revidierte Projektunterlagen				
118	Detailzeichnungen				
119	Verlegepläne				
Nr.	Bezeichnung	erforderlich		vorhanden	
		ja	nein	ja	nein
121	Protokoll: „Druckprobe“ (mit Schreibstreifen)				
122	Reinigungsprotokoll				
123	Funktions- und Justierprotokolle der Armaturen				
124	Schleifenplan Lecküberwachungssystem				
125	Protokoll: „Isolations- und Durchgangsprüfung Lecküberwachungssystem – kalt –“				
126	Muffenprotokolle				
127	Muffenlageplan				
128	Materialstücklisten				
129	Herstellerdokumentationen der Einzelkomponenten (Typenblätter, Maßblätter, Prospekte, Bedienungs- und Wartungsvorschriften)				

130	Zertifikate für die einzelnen Bauteile (geordnet nach Positionen der Materialstückliste)			
131	Lageplan (M 1:500, Auszug aus Stadtkarte, handveridiert)			
132	Errichtererklärung/Dokumentation Wärmedämmung			
133	Errichtererklärung/Dokumentation Korrosionsschutz			
134	Errichtererklärung Stahlbau			
135	Dokumentation Stahlbau			
136	Abnahmeprotokolle EIt-Anlage			
137	Dokumentation EIt-Anlage			
138	Abnahmeprotokolle MSR-Anlage			
139	Dokumentation MSR-Anlage			
140	Sonstige Abnahmeprotokolle wie z.B. Grundstückseigner			

Anlagen

Nr.	Bezeichnung	erforderlich		vorhanden	
		ja	nein	ja	nein
A1-1	Schweißnahtprüffilme				
A1-2	Statischer Nachweis des Rohrsystems				
A1-3	Betriebsanleitung				
A1-4	Aufmaße				
A1-5	Bautagebuch				
A1-6	Fotodokumentation				

Checkliste – Dokumentation für Fernwärmeanlagen

Diese Checkliste kann von jedem Leser gerne für eigene Kontrollzwecke kopiert werden.

Bauvorhaben: Teil 200 – Bau

Nr.	Bezeichnung	erforderlich		vorhanden	
		Ja	Nein	ja	nein
201	Abnahmeprotokoll EVUH/Errichter				
202	Protokoll: „Freigabe zum Probetrieb“/ Errichtererklärung				
203	Dokumentation des Bauteils				
204	Bauwerkszeichnungen				
205	Detailzeichnungen				
206	Abnahmeprotokoll Tiefbauamt				
207	Sonstige Abnahmeprotokolle wie z.B. Grundstückseigner, Grünflächenamt u.a.m.				
208	Verdichtungsnachweis				
209	Nachweis der Einbaudichte bei allen Tragschichten				
210	Nachweis der Körnung des eingebauten Verfüllsandes				
211	Betonprüfbefunde				
212	Schalungs- und Bewehrungspläne				
213	Dokumentation Dränage				

214	Dokumentation Bauteile (z.B. Schachtabdeckungen, Leitern u.a.)				
215	Dokumentation Bauwerkseinführung (Abdichtungssystem)				

Checkliste – Dokumentation für Fernwärmeanlagen

Diese Checkliste kann von jedem Leser gerne für eigene Kontrollzwecke kopiert werden.

Bauvorhaben: Teil 300 – Übergabe-/Übernahmeunterlagen

Nr.	Bezeichnung	erforderlich		vorhanden	
		Ja	Nein	ja	nein
301	Abnahme-/Übernahmeprotokoll Fernwärme				
302	Bestandsdatenblätter Fernwärme				
303	Abnahmeprotokolle der Errichter				
304	Nachweis der leitungsrechtlichen Sicherung				
305	Nachweis der Gewährleistungsfristen				
306	Endrevidierte Projektunterlagen Technologie				
307	Endrevidierte Projektunterlagen Bau				
308	Endrevidierte Projektunterlagen Elt-Anlage				
309	Endrevidierte Dokumentation Technologie (3-fach)				
310	Endrevidierte Dokumentation Bau (2-fach)				
311	Endrevidierte Dokumentation Elt-Anlage (2-fach)				
312	Vermessungsunterlagen (katastermäßig durch öffentlich bestellten Vermesser)				
313	Lage- und Höhenpläne (M 1:500, Auszug aus Stadtkarte, Folie)				

314	Detailpläne (M 1:250, Folie)			
315	Protokoll: „Isolations- und Durchgangsprüfung Lecküberwachungssystem – warm –“			
316	Abnahmeprotokolle FM-Anlage			
317	Genehmigungsunterlagen (Planfeststellung / Schachtscheine)			
318	Genehmigungsunterlagen (z.B. Einleitgenehmigung HWA, EBA)			
319	Fertigmeldung zum Bauvorhaben			
320	Verschrottungsprotokoll			
321	Lageplan (M 1:500) mit Kennzeichnung stillgelegter und verschrotteter Anlagenteile			
322	Equipments im SAP angelegt			
323	Anlagenbestand in „Fachschaale Fernwärme“ übernommen			

Checkliste Nr.

Diese Checkliste kann von jedem Leser gerne für eigene Kontrollzwecke kopiert werden.

Dokumentation für erdverlegte Fernwärmeleitungen

Bauvorhaben: _____ **Auftrags-Nr.** _____

Teil B (Auftragnehmer)

	vorhanden		nicht erforderlich
	ja	nein	
1. Tiefbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.0 Abnahmeprotokoll Tiefbauamt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.1 Abnahmeprotokoll Grundstückseigentümer bzw. Grünflächenamt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 Verdichtungsnachweis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 Nachweis über Einbaudichte bei allen Tragschichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4 Nachweis des Bindemittelgehaltes bei Asphalttragschichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5 Nachweis über Körnung des eingebauten Verfüllsandes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6 Bautagebuch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7 Fotodokumentation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Rohrbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.0 Abnahmeprotokoll Rohrbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1 Vorspannungsprotokoll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	vorhanden		nicht erforderlich
	ja	nein	
2.2 Reinigungsprotokoll	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 Druckproben mit Luft/Vakuumbrille, Schweißnähte abgeseift ohne Protokollierung durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 Schweißerzeugnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5 Werkzeugnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6 Meflprotokoll Leckwarnsystem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7 Isometrien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8 Rohrbuch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.9 Statik (Verlegeplan)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.10 Bautagebuch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

geprüft: _____ Datum / Unterschrift _____

14. Normen und technische Regelwerke

Gütige Normen und Regelwerke zum Zeitpunkt der Drucklegung

Die wesentlichsten zu beachtenden Vorschriften und Regeln für

- die Sicherheit bei den Montagearbeiten
- Anforderungen an die Rohrsysteme
- Hinweise zur Planung
- vorbereitende Maßnahmen zur Ausführung der Mantelrohrverbindungen
- die Durchführung der Montagearbeiten
- Prüfverfahren
- geforderte Ausführungsqualitäten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Der Anwender muss sich immer über den aktuellen Stand der vorliegenden Ausarbeitungen vergewissern.

Technische Regeln	Titel
<i>Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln</i>	
BGV A 1:2005	Grundsätze der Prävention
BGV A 3:1997	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
BGV C 22:11997	Bauarbeiten
BGV D 36:2006	Leitern und Tritte
BGV 500:2004	Betreiben von Arbeitsmitteln
<i>DIN- und DIN EN-Normen</i>	
DIN 4124:2002	Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau u. Arbeitsraumbreiten
DIN EN 253:2006 + Ergänzung A2:2006 E DIN EN 253:2007	Fernwärmerohre – werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze – Verbund-Rohrsystem bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen

<i>IN- und DIN EN-Normen</i>	
DIN EN 448:2003 E DIN EN 448:2007	Fernwärmerohre - werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohr systeme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze-Verbund-Formstücke, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen
DIN EN 488:2003	Fernwärmerohre – werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze – Verbund-Rohrsystem bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen
DIN EN 489:2003 E DIN EN 489:207	Fernwärmerohre – werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze –Rohrverbindungen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen

Technische Regeln	Titel
DIN EN 13941:2004	Berechnung und Verlegung von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für die Fernwärme
DIN EN 14419:2004	Fernwärmerohre - werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze - Überwachungssysteme
E DIN EN 15632	Fernwärmerohre – werkmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme
Teil 1:2007	Klassifikation, allgemeine Anforderungen und Prüfungen
Teil 2:2007	Verbundrohrsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff, Anforderungen und Prüfungen
Teil 3:2007	Nicht-Verbund-Rohrsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff, Anforderungen und Prüfungen
Teil 4:2007	Verbundmediumrohre aus Metall; Anforderungen und Prüfungen
E DIN EN 15689-1	<p>Fernwärmerohre – werkmäßig gedämmte Verbundmanteldoppelrohre</p> <p>für direkt erdverlegte Fernwärmenetze – Teil 1: Verbund-Doppelrohrsystem bestehend aus zwei Stahl-Mediumrohren, Polyurethan-Wärmedämmung und einem Außenmantel aus Polyethylen</p>

<i>AGFW-Regelwerk</i>	
FW 401	Verlegung und Statik von Kunststoffmantelrohren (KMR) für Fernwärmenetze
Teil 2:2007	Systembeschreibung
Teil 3:2007	Bauteile; gerade Verbundmantelrohre
Teil 4:2007	Bauteile; Verbundformstücke
Teil 5:2007	Bauteile; Erdeinbauarmaturen
Teil 6:2007	Bauteile; Rohrverbindungen
Teil 7:2007	Bauteile; Kompensationselemente und sonstige Systembauteile
Teil 8:2007	Überwachungs- und Fehlerortungssysteme
Teil 9:2007	Entwurfs- und Ausführungsplanung
Teil 12:2007	Bau und Montage; Organisation der Bauabwicklung, Tiefbau
Teil 13:2007	Bau und Montage; Organisation der Bauabwicklung, Rohrbau
Teil 14:2007	Bau und Montage; Organisation der Bauabwicklung u. Muffenmontage
Teil 15:2007	Betrieb
Teil 16:2007	Prüfverfahren für Mantelrohrverbindungen

Technische Regeln	Titel
Teil 17:2007	Qualitätssicherung
FW 420	Fernwärmeleitungen aus flexiblen Rohrsystemen
Teil 1:2004+ Änderung 1:2006	Bauteile für Systeme aus polymeren Mediumrohren (PMR)
Teil 2:2004	Systeme mit glatten Stahl-Mediumrohren (Stahlflex)
Teil 3:2007	Systeme mit gewellten Edelstahl-Mediumrohren (Metalische Wellrohre)
FW 420-5:2004 + Änderung 1:2006	Fernwärmeleitungen mit flexiblen Rohrsystemen – Planung, Bau und Betrieb
FW 603:2007	Muffenmontage an Kunststoffmantelrohren (KMR) und flexiblen Rohrsystemen; Prüfung von Muffenmonteuren
FW 605:2003	Muffenmontage an Kunststoffmantelrohren (KMR) und flexiblen Rohrsystemen; Anforderungen an Unternehmen die Muffenmontagearbeiten ausführen

<i>DVS Richtlinien</i>	
DVS 2207-5:1993	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Schweißen von PE-Mantelrohren – Rohre und Rohrleitungsteile
Beiblatt 1:1997	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen; Schweißen von PE-Mantelrohren – Formstücke und Absperrarmaturen
DVS 2212-4:2004	Prüfung von Kunststoffschweißern; Schweißen von PE-Mantel - rohren – Rohre und Rohrleitungsteile
DVS 2284:2004	DVS-Lehrgang Kunststoffschweißer – PE-Mantelrohre; Vorbereitung auf die Schweißerprüfung nach DVS 2212-4

15 Stahlmantelrohre

15.1 Stahlmantelrohre (SMR)

Stahlmantelrohr-Fernwärmeleitungen erfüllen alle Anforderungen, die heute an zeitgemäße und zukunftsorientierte Fernwärmesysteme gestellt werden. Stahlmantelrohre werden in Übersee seit 70 Jahren und in Europa seit über 50 Jahren in der Fernwärme-Versorgung eingesetzt und haben sich in dieser Zeit bestens bewährt.

Die Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW) und der Bundesverband Fernwärmeleitung e.V. (BFW) empfehlen Stahlmantelrohr als sicheres Rohrsystem. Die wesentlichen Vorteile gegenüber anderen Verfahren liegen in:

- der sicheren Konstruktion,
- der schnellen Verlegung,
- den breiten Anwendungsbereichen,
- der werkseitigen Vorfertigung,
- den zusätzlichen Prüf- und Kontroll-einrichtungen.

Das Stahlmantelrohr ist ein Kammersystem unter Vakuum. Ein Stahlmantelrohr wird gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 410 hergestellt, montiert und verlegt.



Abbildung 96, Stahlmantelrohre

Anwendungen

Stahlmantelrohre sind je nach Rohrwerkstoff und Wanddicke für alle in der Fernwärme und Kälteversorgung üblichen Medien, Temperaturen, Rohrdimensionen und Druckstufen einsetzbar. Darüber hinaus findet es in der Industrie als Produktleitung einen vielseitigen Einsatz.

Standardanwendungen bis +300°C

- Warmwasser
- Heißwasser
- Brauchwasser
- Kondensat

Hohe Temperaturen bis +400 °C

- Dampf
- Heißluft und Gase

Niedrige Temperaturen bis –30 °C

- chemische Produkte
- Kälte oder Kühlwasser

Stahlmantelrohr eignet sich ausgezeichnet für

- schwierige Bodenverhältnisse
- Feuchtgebiete Bodensenkungsgebiete
- Flussquerungen (Düker)
- Straßenquerungen
- Straßen und unter Betonflächen
- Transportleitungen

Stahlmantelrohr-Dimensionen und Auslegungsdaten

- Innenrohr DN 25 bis DN 1200
- Temperaturen bis +300 °C
- Sonderausführungen bis +400 °C
- Druckstufen bis PN 64

Haupt-Bauteile

- Standardlängen
- Axialkompensator-Endverschluss
- Mauerdurchführung
- Bogen
- Festpunkt
- Mantelrohrerweiterung
- T-Abzweig
- Kathodischer Korrosionsschutz
- Isolierflansche
- Vakuum im Ringraum

Montage

- Verarbeitung, Abladen, Lagern
- Verlegen
- Schweißarbeiten, Prüfungen
- Vorspannen
- Montagehinweise
- Nachumhüllung der Bauverbindungen
- Grabenprofil



Abbildung 96, Verlegung von Stahlmantelrohren

Stahlmantelrohr ist ein seit Jahrzehnten bewährtes „Stahl-in-Stahl“-Rohrsystem zur direkten Erdverlegung, geeignet für den Transport von Fernwärme, Dampf, Kondensat und anderen Medien.

Sowohl die bis zu 16 m langen geraden Baueinheiten als auch alle systemtypischen Bauteile, wie Bogen, Abzweige, Festpunkte, Lager usw. werden fabrikseitig vorgefertigt. Das bedeutet höhere Sicherheit gegenüber einer Baustellenfertigung.

Stahlmantelrohr ist für alle in der Praxis vorkommenden Anwendungsbereiche und Betriebsbedingungen geeignet, besonders jedoch bei extrem hohen Temperaturen und Drücken. Die konsequent projektbezogene Vorfertigung sichert ein wirtschaftliches Verhältnis der Herstellerkosten zu den betrieblichen Erfordernissen.

Die Auswahl der Innenrohr-Spezifikation, die Festlegung der Isolierdicken und die Berechnung der Mantelrohr-nennweiten erfolgt immer in Abhängigkeit von den speziellen Betriebsbedingungen.

Die gas- und wasserdichte Verschweißung der Innenrohre mit den Mantelrohren an Schacht- und Gebäudeeinführungen ist Standard bei Stahlmantelrohr. Sie ist Voraussetzung für die Evakuierung des Ringraumes zwischen Innen- und Mantelrohr. Durch diese Evakuierung wird mögliche Restfeuchte entfernt. Gleichzeitig wird die Isolierwirkung des Systems erheblich erhöht.

Eine Vakuumhaltung und -kontrolle schafft eine hervorragende Möglichkeit der Systemüberwachung auf mögliche Undichtheiten am Innen- oder Mantelrohr. Das bedeutet Sicherheit während des Betriebs der Anlage. Elektronische Überwachungsanlagen melden sofort jeden Druckanstieg im Ringraum.

Die solide, maßgeschneiderte Konstruktion auf der Basis langjähriger Erfahrung mit dem Bau und dem Einsatz dieses Rohrsystems macht Stahlmantelrohr zu einem hochwertigen und sicheren Transportmittel für Wärme und Kälte.

15.1.1 Materialspezifikation - Standardbauteile

Mantelrohr

4. Längs- oder spiralnahtgeschweißtes Stahlrohr
5. Abmessung nach EN 10220
6. Werkstoff P 235TR1 nach EN 10217-1
7. Abnahmeprüfzeugnis nach EN 10204-3.1
8. Außenschutz

PE-beschichtet nach DIN 30670; Ausführung n
oder v

Elektrische Durchschlagsfestigkeit 20 kV

Innenrohr

11. nahtlose Rohre aus Werkstoff P 235GH nach EN 10216-2
12. geschweißte Rohre, Längs- oder Spiralnaht
13. Abmessung EN 10220
14. Werkstoff P235 GH nach EN 10217-2/od.-5
15. Werkstoff P355 NH nach EN 10217-3
16. Abnahmeprüfzeugnisse nach EN 10204-3.1

Wärmedämmung

17. Schalen aus hochsilikaten Mineralwollfasern
18. Schalen aus Steinwollfasern
19. wasserabweisend und formstabil

- 20. temperaturbeständig
- 21. nicht brennbar
- 22.** Befestigung der Isolierschalen auf dem Innenrohr mit Stahlbändern

Führungs- und Gleitlager

Führungslager als Rollen- oder Gleitlager ausgebildet.

Je nach Betriebstemperatur Rollenböcke zur Verminderung des Wärmeübergangs aus geeigneten VA-Materialien. Um den Wärmefluss zu unterbinden, werden die Lagerschellen mit Isolierstreifen auf dem Mediumrohr befestigt.

Innenrohrbogen

EN 10253-2 Material gemäß Innenrohrspezifikation. Schweißnähte sind zerstörungsfrei mit Röntgen- oder Gammastrahlen geprüft.

Mantelrohrbogen

Aus Segmenten hergestellt, Radius entsprechend Innenrohrradius. Werkstoff gemäß Mantelrohrspezifikation. Schweißnähte zerstörungsfrei geprüft. Im Segmentschweißnahtbereich Schutz der Wärmedämmung mittels feuerfestem Material gegen Einbrand beim Schweißvorgang.

Festpunkt

Wärmebrückenfrei zur Aufnahme der Innenrohrreaktionskräfte oder Kompensatorreaktionskräfte werkseitig in eine Baueinheit eingebaut.

Bestehend aus 2 Stahlingen US-geprüft, mittels Knotenblechen verstärkt und auf dem Mediumrohr verschweißt. Ein Stahling US-geprüft als Mantelrohrscheibe mittels Knotenblechen verstärkt am Mantelrohr verschweißt.

Zur Unterbrechung des Wärmeflusses sowie zur elektrischen Trennung werden Isolierklötze (asbestfrei) als kraftübertragende Zwischenlage eingebaut.

Evakuieren

Evakuierung des Ringraumes nach Fertigstellung und Inbetriebnahme der Anlage mit einem mobilen Vakuumaggregat zur Entfernung der Feuchtigkeit aus der Isolierung und dem Ringraum.

Serviceleistung

Planung und Abwicklung

- a) Verlegepläne
- b) Detailpläne
- c) Rohrstatik
- d) Montageeinweisung bei Bedarf
- e) Evakuierungsprotokolle
- f) Druckanstiegsprobe Messprotokoll/auf Anforderung

15.1.2 Stahlmantelrohr- Standardlängen (SL) bei Einrohrführung (I-RF)

- 1 Innenrohr (IR)
- 2 Wärmedämmung (IS)
- 3 Mantelrohr (MR)
- 4 MR-Beschichtung
- 5 Axiallager (Kufen oder Rollen) (LA)

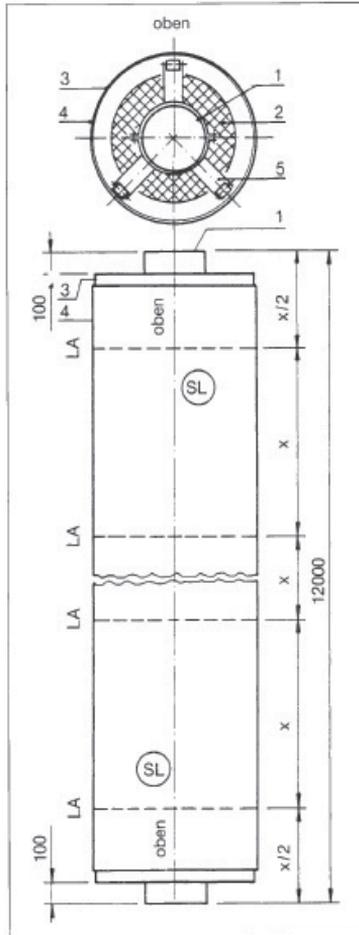


Abbildung 97, Standardlänge

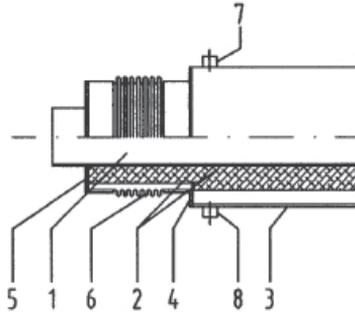
15.1.3 Axialkompensatorendverschluss

Axialkompensatorverschluss

Kompensatorbalg aus Material 1.4541 ein oder mehrwandig, Dehnungsaufnahme max. 30 mm, PN 16. Abbau der Mediumrohr-temperatur über die Balglänge, für die Relativbewegung zwischen Innen- und Mantelrohr.

Achtung:

Die Edelstahl-Bälge sind vor Kontakt mit Chloriden zu schützen.

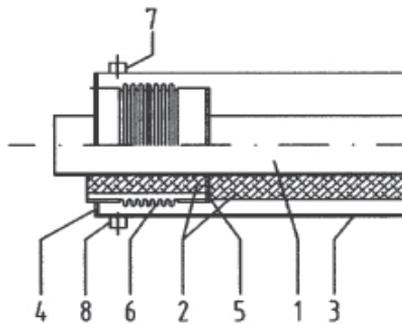


- 1 Innenrohr
- 2 Wärmedämmung
- 3 Mandelrohr
- 4 Mantelrohrscheibe
- 5 Innenrohrscheibe
- 6 Axialkompensator

Abbildung 98, Axialkompensator(AKV)-außenliegend-

Achtung:

Die Edelstahl-Bälge sind vor Kontakt mit Chloriden zu schützen.



- 1 Innenrohr
- 2 Wärmedämmung
- 3 Mandelrohr
- 4 Mantelrohrscheibe
- 5 Innenrohrscheibe
- 6 Axialkompensator

Abbildung 99, Axialkompensator (AKV) -innenliegend-

15.1.4 Mauerdurchführung (MD)

Mauerdurchführung

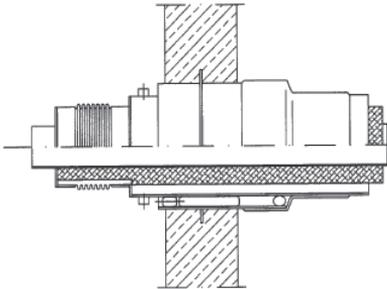
- Mauerdurchführung, bestehend aus einem Hülsrohr mit Mauerkragen
- Prodegol-beschichtet
- Mantelrohr mittels Gleitkufen im Hülsrohr geführt
- Ringraum durch Gummidichtring abgedichtet
- elektrische Trennung

Abschluss zwischen Mantelrohr und Hülsrohr mittels Linse werkseitig als komplette Baueinheit.

Die Mauerdurchführungen werden projektbezogen so konstruiert, dass

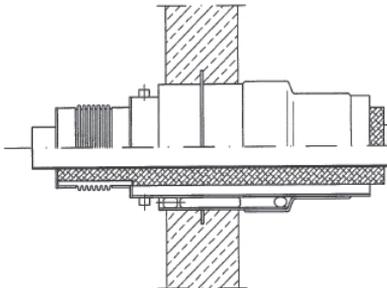
- durch die Längsbewegung des Mantelrohres die Mauer nicht beschädigt wird;
- Das Grund- oder Oberflächenwasser nicht in das Gebäude das in den Schacht eindringen kann;
- die Mauerdurchführungen geringfügige Gleitbewegungen des Mantelrohres in axialer Richtung aufnehmen können.

Mauerdurchführung mit Link-Seal und AKV außenliegend



Sie sind nicht geeignet, hohe Erdlasten oder Erdsetzungen aufzunehmen. Die Erdaufschüttungen im Schachtbereich, die Sandsohle und die Rohreinsandung sind lagenweise auszuführen oder zu verdichten, um Setzungen auszuschließen.

Mauerdurchführung mit Linse und AKV außenliegend



Die Mauerdurchführungen werden werksseitig auf der Baueinheit montiert und zur Baustelle geliefert.

Abbildung 100, Mauerdurchführungen



Abbildung 101, Mauerdurchführung

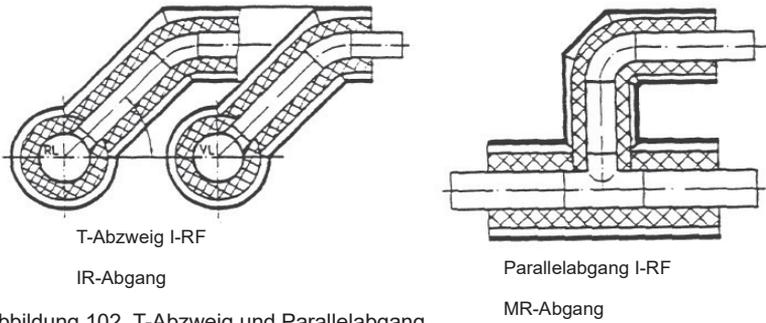


Abbildung 102, T-Abzweig und Parallelabgang



Abbildung 103, T-Abzweig

15.1.5 Voraussetzung für die Gewährleistung ist die Evakuierung der Stahlmantelrohrleitungen

Während der Bauzeit der Stahlmantelrohre kommt es zu einer Aufnahme von Luftfeuchtigkeit des Wärmedämmmaterials sowie zu Kondenswasserbildung im Mantelrohr-Ringraum.

Nach Beendigung der Montagearbeiten wird durch Evakuieren des Ringraumes mit Hilfe einer mobilen Vakuumanlage die in das Leitungssystem eingedrungene Feuchte als Dampf-Luftgemisch abgesaugt und der Druck auf ca. 1 mbar abgesenkt. Mithilfe einer Druckanstiegsmessung ist über die Leckratenbestimmung eine Überprüfbarkeit der Dichtigkeit des Systems gegeben. Durch das Dauervakuum werden Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert.

Das mobile Vakuumaggregat besteht aus einer Vakuumpumpe, einer Kältemaschine, einem Kondensator, einem Flüssigkeitssammler mit automatischer Schnellentleerung und einem Ölabscheider. Zum Betrieb ist bauseits ein 380-V-Drehstromanschluss erforderlich. Eurostecker 32A.

15.1.6 Abladen der Stahlmantelrohre

Das Abladen der Baueinheiten vom Lkw ist Angelegenheit der Montagefirma. Zum Heben der Baueinheiten sind nur Tragegurte (Textil, Nylon o. ä.) von min. 150 mm Breite zu verwenden, um so die PE-Beschichtung vor Beschädigung zu schützen.

Beim Eintreffen der Baueinheiten auf der Baustelle sind diese auf äußere Beschädigung zu kontrollieren. Des Weiteren ist die Lieferung auf Vollständigkeit zu prüfen. Mängel sind auf den Lieferpapieren zu vermerken.

Während des Abladens der Stahlmantelrohre wird der PE-Mantel mittels ISO-Testgerät (20 kV) überprüft. PE-Beschädigungen sind sofort zu beseitigen.

15.1.7 Lagern der Stahlmantelrohre

Der Lagerplatz muss eben und frei von Schutt sein und über einen freien und befestigten Zufahrtsweg verfügen.

Stahlmantelrohre sind auf gepolsterten Hölzern zu lagern. Rohre dürfen keine Bodenberührung haben. Bis Mantelrohr-Nennweite 300 dürfen max. 3 Rohrlagen übereinander gelagert werden, über Nennweite 300 max. 2 Rohrlagen. Zwischen jede Rohrlage ist gepolstertes Kantholz zu legen.

15.1.8 Verlegen der Baueinheiten

Die Baueinheiten sind der Reihe nach mit der Baueinheiten-Nr. (BE) durchnummeriert. Aneinander hängende Baueinheiten tragen die gleiche Baustellenverbindungs-Nr. (BV). Die Verlegefolge der Baueinheiten ist dem Trassenausführungsplan zu entnehmen.

Weiterhin ist jede Baueinheit mit "oben" auf dem Mantelrohr gekennzeichnet. Der Rohrscheitel des Innenrohres ist mittels Schlagzahl "o" gekennzeichnet. Beim Vorrichten ist besonders darauf zu achten, dass sich beide Kennzeichen "oben-o" in der 12-Uhr-Position befinden. Weiterhin muss sichergestellt sein, dass keine Verdrehung vorliegt und die Kennzeichnungen "oben" und – "o" – zueinander fluchten.

Bevor die Baueinheiten auf das Sandbett (Rohre dürfen nicht auf Kanthölzer gelegt werden) gelegt werden, sind die Unterseiten der Mantelrohre einem ISO-Test (20 kV) zu unterziehen. Fehlerhafte Stellen sind sofort auszubessern.

Die Rohre sind auf der Grabensohle sofort in ihre richtige Lage zu bringen. Die Lage ist durch Nivellieren zu kontrollieren. Wird eine Höhenkorrektur erforderlich, so dürfen die Baueinheiten nicht mit Kanthölzern unterlegt, sondern nur mit Sand unterstampft werden. Die endgültig richtige Rohrlage ist dadurch zu fixieren, dass stellenweise seitlich und unter den Baueinheiten Sand angeschüttet und verstampft wird.

Die Baustellenverbindungen sind so zu verschließen, dass kein Wasser, Schmutz o. ä. in die Rohre eindringen kann.

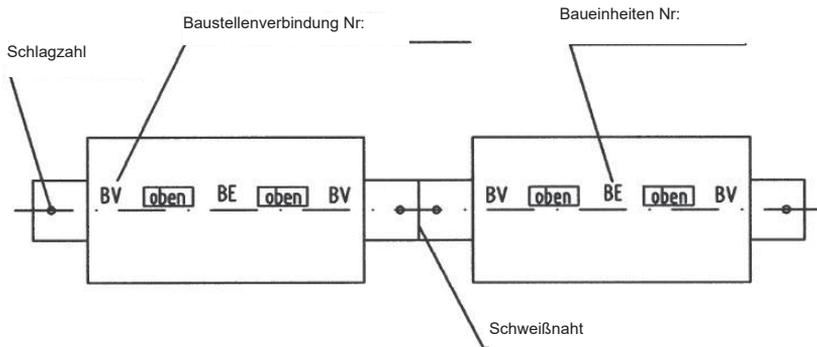


Abbildung 104, Verbindung von Stahlmantelrohren

Schweißarbeiten an Stahlmantelrohren

Zum Verschweißen der Innen- und Mantelrohre dürfen grundsätzlich nur Schweißer eingesetzt werden, die eine gültige Schweißerprüfung abgelegt haben und ein gültiges Prüfzeugnis vorweisen können.

Die Schweißung selbst ist nach anerkannten Regeln der Technik sowie nach den gültigen Normen und Vorschriften bzw. Richtlinien durchzuführen. Die geforderte Schweißnahtbewertung wird im Einzelfall festgelegt.

Die Transportsicherungen sind erst nach Beendigung der Innenrohrschweißung zu demontieren, besonders zu beachten ist dies bei Kompensatorbaueinheiten. Beim Zentrieren der Innenrohrenden mittels Rohrschelle darf nur auf einer Seite, jeweils fortlaufend, die Transportsicherung gelöst werden. Hierzu gibt es gesonderte Hinweise bei der Projektierung.

Durchstrahlungsprüfung der Innenrohre

Die Anzahl der Prüfungen sowie deren Bewertungsmaßstab richten sich nach den Betriebsverhältnissen und den Vorgaben des Auftraggebers.

15.1.9 Vorspannung (mechanische Vorspannung)

Vorspannen von natürlichen Rohrdehnungsausgleichern (Dehnungsschenkel und Dehnungsbogen). Vorgespannt wird nur das Innenrohr!

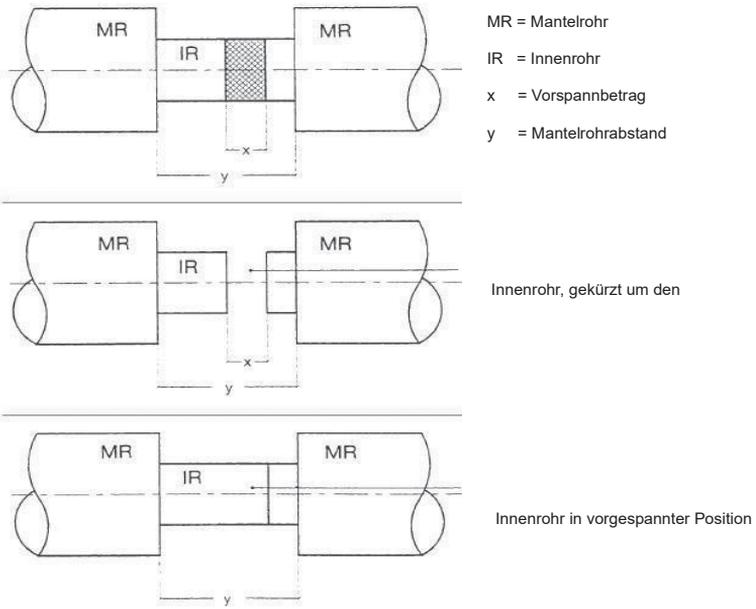
Bei der Auslegung von Rohrdehnungsausgleichern ist (falls erforderlich) eine Vorspannung zu berücksichtigen. Dementsprechend muss das Innenrohr nach den Angaben (Vorspannbetrag, Vorspannstelle und Vorspannrichtung) auf der Baustelle vorgespannt werden.

Die Angaben zu:

- Vorspannbetrag,
- Vorspannstelle,
- Vorspannrichtung

ersehen Sie aus der Ausführungszeichnung.

Das Innenrohr muss in der Vorspannbauverbindung um den Betrag der Vorspannung (Angabe auf Ausführungszeichnung) gekürzt, mit einer Schweißfase versehen und mit geeigneten Werkzeugen wieder zusammen gezogen und verschweißt werden.



105, Vorspannung beim Verbinden von Stahlmantelrohren

Bitte unbedingt beachten:

Während der Vorspannung (= Zusammenziehen) des Innenrohres darf das Mantelrohr des Dehnungsausgleichers (Dehnungsschenkel oder Dehnungsbogen) nicht mitgezogen oder von seiner Position geschoben werden.

Die Bogen der Festpunktbaueinheiten der Ein- und Zweirohrführungen sind vor der Vorspannung im Graben vollständig einzusanden, damit sie durch die entstehenden Vorspannkräfte nicht gezogen oder verschoben werden. Sollte dies nicht möglich sein, sind durch andere Maßnahmen die Bogen und Festpunktbaueinheiten gegen Ziehen und Verschieben zu sichern.

15.1.10 Nachisolierung des Innenrohres (Baustellenverbindungen)

Zum Nachisolieren des Innenrohres im Bereich der Baustellenverbindungen sind nur die mitgelieferten Isoliermaterialien zu verwenden. Diese sind in der Länge so anzupassen, dass an den Stoßstellen kein Spalt entsteht. Das Isoliermaterial ist auf dem Innenrohr mit VA-Band zu befestigen.

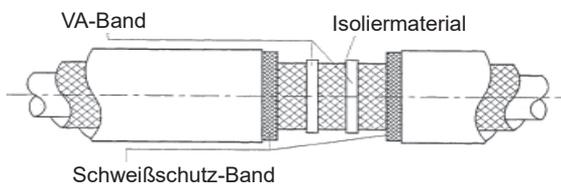


Abbildung 106, Nachisolierung des Innenrohres

Achtung: Unter jeder Mantelrohr-Schweißnaht ist auf der Isolierung ein Schweißschutz aufzubringen.

15.1.11 Mantelrohrverbindungen (Einsetzen von Passstücken)

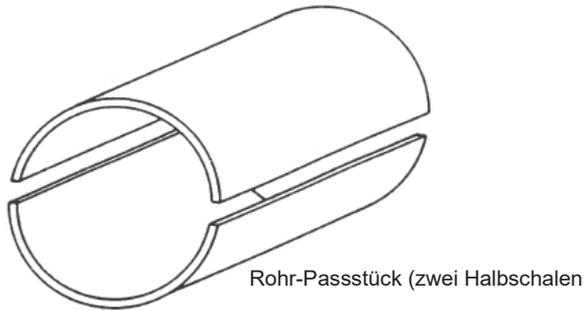


Abbildung 107, Halbschalen zur Mantelrohrverbindung

Zur Verbindung des Mantelrohres im Bereich der Baustellenverbindungen wird ein längs oder spiral geschweißtes Rohr mitgeliefert, aus dem der Rohrverleger die Mantelrohr-Passstücke in der jeweils erforderlichen Länge auf der Baustelle zuschneidet und anpasst. (siehe Abb. 114 und 115)

Passstück einsetzen und gasdicht verschweißen

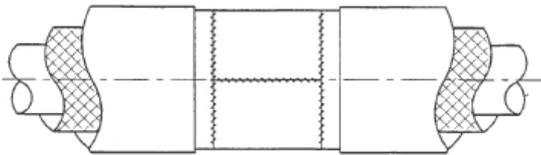


Abbildung 108, Einsetzen und Verschweißen der Halbschalen

15.1.12 Mantelrohrverbindungen (Beiziehen von Mantelrohren)

Um Schweißarbeiten einzusparen, können auch die Mantelrohre an den vorgesehenen Baustellenverbindungen beigezogen werden. Das Ziehen ist mit äußerster Sorgfalt durchzuführen, wobei insbesondere darauf zu achten ist, dass die Festpunkte bzw. die Bogenbaueinheiten ihre Lage nicht verändern.

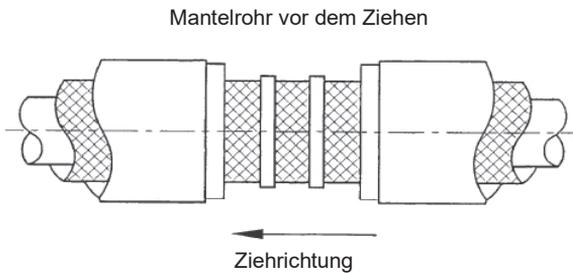


Abbildung 109, Beiziehen von Mantelrohren

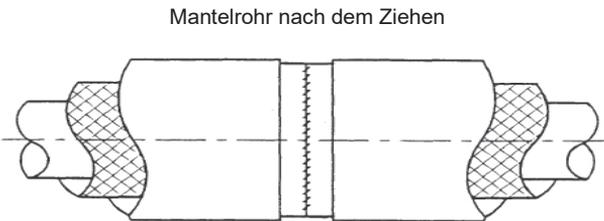


Abbildung 110, Verbindung nach dem Beiziehen

15.1.13 Prüfen der Mantelrohr-Nähte mittels Vakuum-Verfahren

Folgendes Werkzeug wird dazu benötigt:

1. Tragbares Vakuumgerät (Vakuumpumpe)
2. Vakuumbrillen, entsprechend passend zu den Mantelrohrdimensionen
3. Leckspray

Hinweis: Die Schweißverbindungsnahte sind mit einer Drahtbürste zu säubern, die Schweißnaht ist mit Leckspray einzusprühen, die Vakuumbrille wird auf die Schweißnaht aufgesetzt und das Vakuum gezogen (Absolutdruck bis 150 mbar).

15.1.14 Nachumhüllen von Mantelrohrverbindungen

Oberflächenvorbereitung gemäß DVGW, Merkblatt GW 15. Die zu umhüllende Fläche einschließlich der angrenzenden Werksumhüllung muss sauber (keine lose anhaftenden Partikel von Rost, Schmutz und dergleichen), trocken und frei von Fremdmaterialien wie Öl, Fett, Trennmittel und Wachs sein.

Die Werksumhüllung wird im Installationsbereich 100 mm aufgeraut und eventuelle Kanten mit einer balligen Raspel auf ca. 30° aufgeraut.

15.1.15 Grundierung der Oberfläche mit Hilfe von Primer

Der Primer ist vor der Verarbeitung kräftig umzurühren. Die gereinigte, trockene Oberfläche (Stahloberfläche und das beschichtete Mantelrohr) auf ca. 100 mm Länge ist nun mit Primer mithilfe eines Pinsels zu beschichten.

Der Primer lüftet in ca. 5 bis 10 Minuten ab. Anschließend muss innerhalb von drei Stunden das mitgelieferte Korrosionsschutzband um das Rohr gewickelt werden.

15.1.16 Umhüllen der Oberflächen

Das mitgelieferte Korrosionsschutzband wird mit der Klebeseite zum Rohr unter straffem Zug mit 50%-iger Überlappung um das Rohr gewickelt. Dieses beschichtete Mantelrohr wird beidseitig 100 mm in die Wicklung einbezogen. Anzahl der Wicklungen: 2-mal mit 50%-iger Überlappung.

Achtung: 100 mm breite Korrosionsschutzbänder dürfen nur mit einem Wickelautomaten verarbeitet werden! Siehe auch Herstellervorschriften

Die fertige Umhüllung muss mit einem ISO Testgerät auf Porenfreiheit geprüft werden.

Die Prüfspannung beträgt 5 KV + 5 KV je mm Isolierung. Die übliche Prüfspannung beträgt 20 KV.

15.1.17 Nachumhüllen von Mantelrohrverbindungen mittels Schrumpftechnik

Oberflächenvorbereitung gemäß DVGW, Merkblatt GW 15.

Die zu umhüllende Fläche einschließlich der angrenzenden Werks-umhüllung muss sauber (keine lose anhaftenden Partikel von Rost, Schmutz und dergleichen), trocken und frei von Fremdmaterialien wie Öl, Fett, Trenn-mitteln und Wachs sein.

Die Werksumhüllung wird im Installationsbereich 100 mm aufgeraut und eventuelle Kanten mit einer balligen Raspel auf ca. 30° angeschrägt.

Danach wird die zu umhüllende Oberfläche auf ca. 60 °C vorgewärmt. Die Installation des mitgelieferten Produktes wird dann gemäß der entsprechenden Montageanleitung des Produktherstellers ausgeführt. Ein Voranstrich entfällt. Die Umhüllung darf nur von Personal mit gültigem Umhüller-Ausweis gemäß GW 15 ausgeführt werden.

Die fertige Umhüllung muss mit einem ISO Testgerät auf Porenfreiheit geprüft werden. Die Prüfspannung beträgt 5 KV + 5 KV per mm Isolierung. Die übliche Prüfspannung beträgt 20 KV.

Der ISO-Test ist zu protokollieren.

15.1.18 Schema Grabenquerschnitt

- Grundlagen: - Technische Regeln für Rohrfernleitungen (TRFL)
 - AGFW-M.BI: 4.3.3 Grabenbreiten

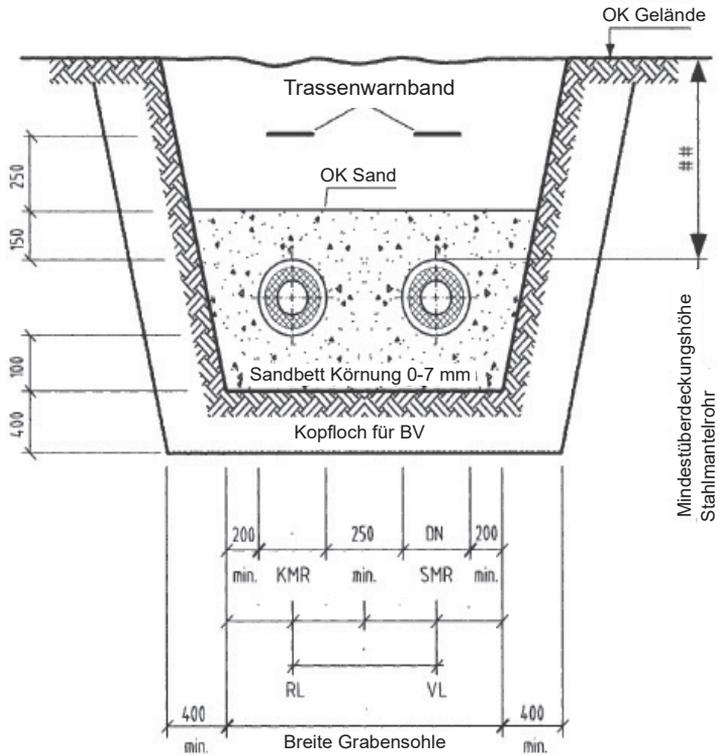


Abbildung 111, Grabenquerschnitte bei Stahlmantelrohren

Autor & Verfasser

Christian Ebert, ISOBRUGG Stahlmantelrohr GmbH

16 Einführung flexible Rohre

Arbeitsgruppen in TC107 unter CEN (Europäisches Komitee für Normung) haben folgende Normen für vorisolierte flexible Rohrsysteme erstellt.

EN 15632-1 bezüglich Klassifizierung, allgemeine Anforderungen und Prüfungen.

Die EN 15632-2 und EN 15632-3 für Verbundsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff bzw. aus nicht Verbundsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff.

Die EN 15632-4 Verbundsysteme mit Mediumrohren aus Metall.

Die EN15632-1 besagt, dass:

In Abhängigkeit von der Rohrbaugruppe (siehe Tabelle 4) gilt diese Europäische Norm für maximale Betriebstemperaturen von 95 °C bis 140 °C und Betriebsdrücke von 6 bar bis 25 bar.

Die Rohrsysteme sind für eine Lebensdauer von 30 Jahren ausgelegt. Für Rohrsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff sind die entsprechenden Temperaturprofile in EN 15632-2 und EN 15632-3 festgelegt

Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Verbundsysteme gemäß EN 15632-1, EN 15632-2 und EN 15632-4, beschreibt vier gebräuchliche Mediumrohrtypen und gibt eine kurze Einführung in die Konstruktion der Rohre, die Verlegetechnik und die verfügbaren Verbindungssysteme.

Vorisolierte flexible Rohrsysteme mit Mediumrohrtypen aus:

- Flexible gewellte Edelstahlrohre
- Dünnwandiger flexibler Stahl
- Vernetztes Polyethylen (PEX)
- Aluminium und PEX (Alu Pex)

Andere Mediumrohrtypen wie Cobber oder PE sind auf dem Markt erhältlich.

Nutzungsprinzip

Flexible Rohre sind ohne viel Vorplanung die ideale Wahl für Hausanschlüsse oder als Fortsetzung bestehender Rohre. Die Flexibilität und mögliche Förderlänge ermöglicht ein schnelles und zugängliches Verlegen von Rohren. Durch die einfache Umgehung von Hindernissen in der Erde und ein Minimum an Ausgrabungen werden die Installationskosten stark reduziert.

Gebundene flexible Rohrsysteme (EN 15632-1 und EN 15632-2), die mit Polyurethan-Hartschaum (PUR) isoliert sind, und ein PE-Mantel aus LLDPE sind durch einen Haftvermittler kraft miteinander verbunden, und der kontinuierlich hergestellte Produktionsprozess macht die Rohrkonstruktion wasserdicht in Längsrichtung.

Flexible Rohre können auch für kleinere komplette Fernwärmesysteme mit niedrigeren Temperaturen und Abmessungen bis zu $\varnothing 140$ mm verwendet werden.

Bei Verwendung von flexiblen Verbundrohren sollten die Installationsanweisungen des Herstellers befolgt werden.

17 Flexible Stahlmantelrohre aus nichtrostenden spiralgewellten metallischen Werkstoffen.

Spiralgewellte Chrom-Nickel-Stahl Mediumrohre mit spiralgewellten Stahlmantelrohren und zweifachen Korrosionsschutzmantel aus Polymert und PE-LD

Die perfekte Alternative:

Sicher und ökonomisch durch einfache effiziente Planung und Baukostenreduzierung

- Sicherheit durch das spiralgewellte Mediumrohr aus Chromnickel-Stahl (1.4301 oder 1.4404)
- Sicherheit durch das gewellte Stahlmantelrohr aus nichtrostenden ferritischen Chrom-Stahl

Das gewellte Stahlmantelrohr, im Verbund mit den optimierten Rohrkomponenten, bietet einen außerordentlichen Verformungswiderstand und ist für große Belastungen, wie z.B. sehr hohe Erd- und Verkehrslasten, geeignet.

Flexible spiralgewellte metallische Rohrsysteme sind gut biegsam und werden, abhängig von der Rohrdimension, in Längen von mehr als 1000 m „endlos“ hergestellt.

Konstruktion und Anwendung

Qualität und Effizienz von ihrer besten Seite

Aufbau Flexibles Stahlmantelrohr

- 1 Edelstahl-Mediumrohr
- 2 Überwachungsadern
- 3 PUR-Schaum
- 4 Stahlmantel
- 5 Polymer Korrosionsschutz
- 6 PE-LD Mantel



17.1 Sicherheit durch mehrschichtigen Korrosionsschutz

Der äußere dreischichtige Korrosionsschutz aus einer doppelten Polymer-Schicht und dem Schutzmantel aus Polyethylen bilden einen belastbaren Verbund zum Stahlmantelrohr und sichert das Rohr gegen mechanische Einwirkungen und Feuchtigkeit.

Dieser optimierte Korrosionsschutz sichert gegen aggressive Böden, Wasser und Streuströme. Dieser Korrosionsschutzaufbau hat sich bei erdverlegten Hochfrequenz- und Telefonkabeln seit vielen Jahren bewährt.

Sicherheit durch permanente Überwachbarkeit

Die flexiblen Stahlmantelrohre können mit dem Widerstands- Referenz-Messverfahren (CrNi-Draht) oder dem Laufzeit-Messverfahren („Nordisch“-/EMS- System) kontinuierlich und lückenlos überwacht werden. Dabei wird Feuchtigkeitseintritt in die Wärmedämmung, d.h. Schäden am Innen- oder Mantelrohr, ebenso gemeldet wie Störungen am Überwachungssystem selbst, wie z.B. Leitungsunterbrechung (siehe BFW-Handbuch Kapitel 7)

Einsatzbereich (Temp.)

Betriebstemperatur für Stahlmantel-System mit optimierter PUR-Dämmung,
 T_{Bmax} -170 bis + 150 °C

Betriebstemperatur für Rohrsysteme ohne Stahlmantel mit PIR-Dämmung,
 T_{Bmax} 160 °C

Betriebsdruck PN 16 und PN 25 (abhängig vom Typ-Anschlussverbindung)

Anwendung:

Heizwasser (Stahl-Mediumrohr X5 CrNi 18-10)

Trinkwasser (Stahl-Mediumrohr X2 CrNiMo 17-12-2)

Brauchwasser (Stahl-Mediumrohr X2 CrNiMo 17-12-2)

Anschlußverbindungen – Übergang vom flexiblen Rohrsystem zum starren Rohrsystem

- Flammlose Anschlußverbindung mit Graphitdichtring (PN 25) lässt sich mit wenigen Handgriffen, ohne Spezialwerkzeug montieren und ermöglicht die Anbindung an konventionelle Rohrsysteme.
- Flammlose Anschlußverbindung mit Pb-Dichtring (PN16) wird mittels Spezialwerkzeug montiert.
- CrNi-Schweißverbindung mittels WIG-Verfahren. Für Sonderfälle und Medium-Rohre DN 200.
- Die Montageanleitungen des Herstellers sind zu beachten und bei Bedarf dort anzufordern.

Anbindung an andere Rohrsysteme

Flexible metallische Rohrsysteme mit den bezeichneten Konstruktionsmerkmalen können problemlos und entsprechend den Herstellervorgaben, an bestehende Fernwärmeleitungen angeschlossen werden (z.B. an Kunststoffmantelrohr, Haubenkanal usw.).

Bauwerk-Einführung

Für die wasserdichte Einführung der flexiblen Stahlrohre in Gebäude und Schächte stehen jeweils angepaßte Mauerdurchführungen zur Verfügung (siehe Installationsanweisungen des Herstellers und BFW-Handbuch Kapitel 11).

Hausanschlüsse nach der Einschleif-Methode

Die flexiblen Stahl-Rohrsysteme können nach der Einschleifmethode, wie in der Kabeltechnik praktiziert, verlegt werden. Das heißt, die Rohre werden (Vor- und Rücklauf) jeweils auf dem kürzesten Weg von einem Gebäude zu anderen geführt. Innerhalb des Gebäudes, also z.B. in einem Kellerraum, wird einerseits der Übergang zur Hausinstallation und andererseits der Anschluß zur Versorgung des nächsten Gebäudes vorgenommen. So werden die flexiblen Rohre in der gleichen Weise zu weiteren Häusern bzw. Wärmeabnehmern geführt (siehe Herstellervorgaben).

17.2 Der Vorteil dieser Verlegetechnik:

- keine Verbindungen im Erdreich, respektive keine Unterbrechung des Korrosionsschutzes
- kürzeste Leitungswege
- Jede Rohrverbindung ist jederzeit zugänglich
- keine Schweißarbeiten und Druckproben an den erdverlegten Leitungsabschnitten
- T-Stücke, Dehnungsbogen, Kompensatoren und Festpunkte sind nicht erforderlich
- geringe Grabenabmessungen und kurze Bauzeit
- keine zusätzlichen Muffen und Übergangskomponenten im Erdreich
- alle Überwachungsaderverbindungen sind frei zugänglich

Das universelle Rohrsystem - geeignet für annähernd alle Bodenverhältnisse



Einpfügen mit flexiblen Stahlmantelrohren. Bildquelle: Bild X21.de-ReinerFreese

Sicher bei der Anwendung im Horizontalspülbohrverfahren (HDD)

Das Horizontal-Spülbohrverfahren hat sich mittlerweile bewährt, ist anerkannt und präsentiert eine gängige, umweltschonende Alternative zur offenen Bauweise mit Rohrgraben. Das beschriebene flexible Stahlmantelrohr eignet sich außerordentlich gut für die grabenlose Rohrverlegung. Dafür maßgeblich sind die besondere Flexibilität und der stabile Aufbau des gewellten Mantelrohres in Verbund mit dem beschriebenen mehrschichtigen äußeren Korrosionsschutzmantel.

Nach vorhergehendem Bodengutachten und ggf. Bodenproben kann mit einer Bohrlafette und der genau steuerbaren Spüllanze sowie diversen Bohrungsaufweitköpfen innerhalb kurzer Zeit die Bohrung realisiert werden. Die Verkehrsbeeinträchtigung wird dabei sehr gering gehalten. Hervorzuheben ist, dass auch größere Verlegetiefen aufgrund der stabilen Rohrkonstruktion möglich sind.



Rohrspule mit flexiblen Rohr

Rohrlänge 115 m

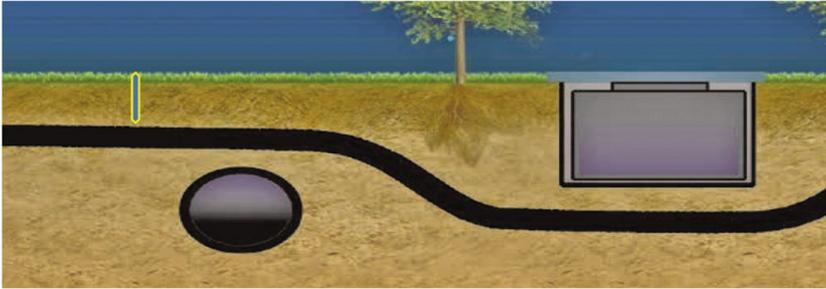
**Einziehen einer flexiblen
Stahlmantelrohrleitung in die Startgrube**

Verlegetiefe und Überdeckungshöhe

Der äußere gewellte Stahlmantel in Verbindung mit der Gesamtrohrkonstruktion bietet aufgrund seiner Spiralwellung eine sehr hohe Steifigkeit und ist somit in der Lage, hohe statische Belastungen aufzunehmen. Das Gutachten des vereidigten Sachverständigen Dr.-Ing-Veenker beweist – Zitat: „Für flexible Stahlmantelrohrsysteme mit den beschriebenen Konstruktionsmerkmalen z.B.: die Typenreihen 22/55 – 200/310 (Innenrohrdurchmesser/Außenrohrdurchmesser) ist die erforderliche Überdeckungshöhe bei Belastung durch Verkehrslast SLW 60 ermittelt.

Für alle hier genannten Rohrtypen ist eine wirksame Überdeckungshöhe von 0,2 m ausreichend.“ Der Rohrscheitel ist hierzu gegen mechanische Beschädigungen in der 12 Uhr-Lage zu sichern. Diese geringe Überdeckungshöhe ergibt besonders im innerstädtischen Bereich bei der Planung und baulichen Umsetzung große Vorteile - z.B. bei der Verlegung auf bestehenden Haubenkanälen bei Sanierungen usw.

Geringe Überdeckungshöhe



Zwölf plus 1 gute Gründe für Flexible Stahlmantelrohre aus nichtrostenden Stahl

Diffusionsdicht

- Bei Verwendung der geschweißten Anschlußverbindung 100 % diffusionsdicht
- keine Diffusion heraus aus der Wärmedämmung oder hinein in die Wärmedämmung
- dadurch auch längerfristiger Erhalt des Lambda-Wertes

Verlegung in Endloslängen ohne Muffen

- Zeitgewinn durch kürzere Bauzeiten
- Keine Schweiß- und Nachisolierungsarbeiten im Graben

Grabenlose Verlegung „Einpflügen“

- Das flexible Rohrsystem kann mithilfe eines Pfluges ohne Grabenaushub verlegt werden
- das flexible Rohr kann in einem Schritt mit anderen Rohren verbunden und eingepflügt werden

Ausbesserung von alten oder beschädigten Rohrsystemen

- Das flexible Rohrsystem kann noch genutzte Fernwärmenetze und auch andere nicht mehr genutzte oder beschädigte Rohrleitungen direkt ersetzen
- In existierende überdimensionierte KMR Leitungen können ohne zusätzlichen finanziellen Aufwand neue flexible Rohrleitungen verlegt werden



Flexible und stabile Konstruktion

- Keine Bogenformstücke im Erdreich
- Durchgehender fabrikseitiger Korrosionsschutz
- Auch in Bodensetzungsgebieten u. bei Hangverlegung ohne besondere Vorkehrungen einsetzbar

Selbstentlüftend

- Das spiralförmig gewellte Innenrohr ist konstruktionsbedingt selbstentlüftend, auch a. Hochpunkten
- Auf Entlüftungskomponenten kann weitgehend verzichtet werden

Geringe Kosten für Wasserhaltung

- Sichere Verlegung auch in nassen Böden und bei hohem Grundwasserstand
- Bei Querungen von Flüssen und Gewässern (gut geeignet für Dükerbau)

Selbstkompensierend

- Keine U-Bögen, Kompensatoren, Dehnungsschenkel oder Festpunkte im Erdreich erforderlich
- Geringer Planungs- und Bauleitungsaufwand

Minimale Tiefbaukosten

- Geringere Grabenbreiten und kürzere Trassen
- Weniger Erdaushub
- Kostensenkung für Wiederherstellung der Oberflächen
- Minimale Verlegetiefe
- Senkung der Kosten für Baustellensicherung, Straßen- und Fußgängerbrücken

Einschleifmethode statt T-Abzweige

- Mehr Sicherheit - keine Unterbrechung des Korrosionsschutzes
- Kostengünstige und schnelle Verlegung

Unterirdischer Einbau

- Mit Horizontalspülbohrverfahren
- Im Kabelpflugverfahren
- In Press- und Schutzrohren

Umgehen von Hindernissen und die Umwelt schonende Verlegung

- Unter- und Überquerung von Hindernissen ohne Mehrkosten
- Keine Nachträge durch Umverlegung von Fremdleitungen
- Anpassung an örtlichen Gegebenheiten- keine Grundwasserabsenkung erforderlich
- Bäume und Sträucher können weiträumig umfahren werden

Lieferung und bauseitige Maßnahmen

Fernwärmeleitungen allgemein

Die Lieferung zur Baustelle erfolgt mit Lkw frei Baustellen-Sammellager. Transportbeschädigungen und etwaige offensichtliche Mängel bitte sofort auf Lieferschein und dem Frachtbrief vermerken und dem Fahrer anzeigen.

Alle gelieferten Teile müssen auf der Sammelstelle auf einem befestigten Boden gelagert und vor Verschmutzung und Nässe geschützt werden. Gebäude und Schächte, in welche die Leitungen eingeführt werden, sind wasserdicht herzustellen; etwa eintretendes Wasser muß kurzfristig wieder ablaufen können.

Flexible Stahlmantelrohre

Bauseits sind für den Lieferanten kostenlos 5 m breite, befestigte Zufahrtswege für LKW, Lagerflächen für Materialien, Platz für Unterkünfte sowie Strom- und Wasseranschlüsse bereit zu stellen. Beim Eintreffen der Rohr-Monteure zum vereinbarten Verlegertermin muss der Rohrgraben gemäß den Herstellervorgaben fertiggestellt sein.

Zu beachten sind die UVV und einschlägige Normen und die beschriebenen Herstellervorgaben in den Arbeitsblättern bezüglich der Grabenbreiten, der Grabentiefen, den Mindestbiegeradien, des Sandbettes und der Sandkörnung.

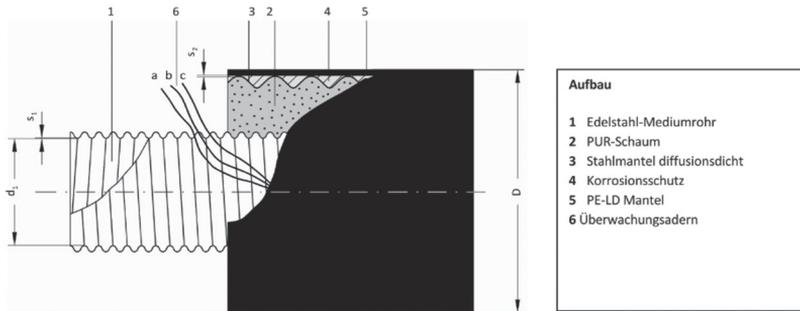
Die weiterführenden Leitungen sind spannungs- und dehnungsfrei auszuführen.

Das heißt, es dürfen von außen keine Dehnungskräfte oder Biegekräfte auf das flexible Rohr bzw. die Anschlußverbindungen einwirken!

Eine fortlaufende Verlegung und Montage ohne Wartezeiten und Unterbrechungen ist sicherzustellen. Der Rohrgraben muß von mindestens einer Seite durchgehend zugänglich sein (siehe UVV) und während der gesamten Verlege- und Montagezeit wasserfrei gehalten werden.

Sortiment

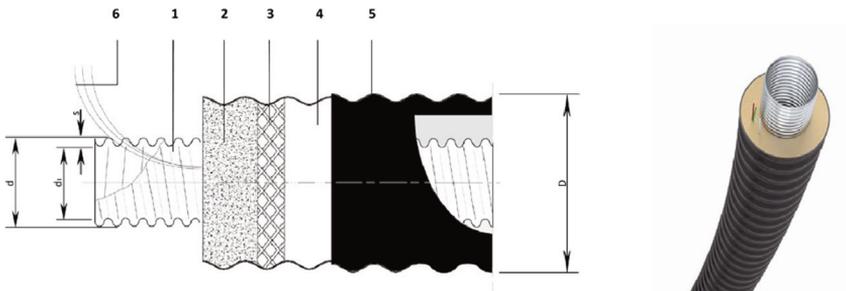
Flexibles Stahlmantelrohr mit spiralgewellten Chrom-Nickel-Stahl Mediumrohr.



Typ	DN	Innenrohr Edelstahl $d_1 \times s_1$ mm	Stahlmantelrohr s_2 mm	Außendurchmesser D mm	Minimaler Biegeradius m	Volumen Innenrohr l/m	Gewicht kg/m	maximale Lieferlängen* m
30/ 91	25	30.0 x 0.3	0.6	94	1.0	0.81	3.9	1000
39/116	32	38.9 x 0.4	0.6	121	1.2	1.35	5.7	640
60/148	50	60.0 x 0.5	0.7	156	1.5	3.12	9.1	590
75/171	65	75.8 x 0.6	0.8	178	2.0	5.12	12.2	480
98/171	80	98.0 x 0.8	0.8	178	2.0	8.43	12.8	480
98/220	80	98.0 x 0.8	0.9	233	4.0	8.43	19.3	270
127/220	100	127.0 x 0.9	0.9	233	4.0	14.30	19.8	270
147/220	125	147.0 x 1.0	0.9	233	4.0	17.30	20.3	270
200/310	150	197.5 x 1.2	1.3	313	6.0	33.50	33.2	230

* nach maximal möglicher Trommelbelegung und normaler Fertigungslänge

Flexibles spiralgewelltes CrNi-Stahl-Mediumrohr mit und ohne stabilisierenden Streckmetallgitter



- 1 Edelstahl-Mediumrohr
- 2 PIR-Schaum (Temp. Belastg. 160 °C gleitend)
- 3 Streckmetallgitter
- 4 Sperrfolie
- 5 PE-LD Mantel
- 6 Überwachungsadern

Sortimentliste siehe Hersteller

Anschlußverbindung
flammlöse Montage, PN 25

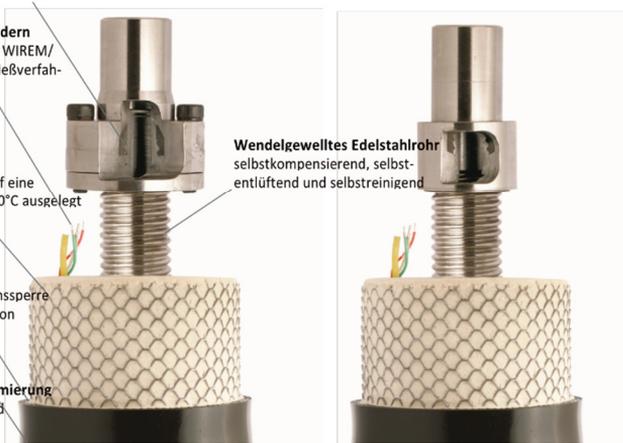
Flexible Überwachungsadern
Verdrillte Meldeadern für WIREM/
Brandes und Nordische Meßverfahren
bereits integriert

Höchste Temperaturen
Das Verbundsystem ist auf eine
Spitzentemperatur bis 180°C ausgelegt

Beste Wärmedämmung
Eine Mehrschichtdiffusionssperre
behindert das Austreten von
Zellgasen.

PE-Mantel mit Metallarmierung
Höchste Belastbarkeit und
Lebensdauer

Wendelgewelltes Edelstahlrohr
selbstkompensierend, selbst-
entlüftend und selbstreinigend



17.3 Angaben für den Tiefbau

Technische Vorschriften, Normen, Ausführungshinweise. Bei der Durchführung von Tiefbauarbeiten für FLEXIBLE Stahlmantelrohre u. flexible Stahlwellrohre sind mindestens folgende Normen, Vorschriften und Richtlinien zu berücksichtigen:

DIN 1072	Straßen- und Wegbrücken, Lastannahmen
DIN 4033	Entwässerungskanäle und -leitungen aus vorgefertigten Rohren, Richtlinien für die Ausführung
DIN 4124	Baugruben und -gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
DIN 18300	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Erdarbeiten
DIN 18303	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Baugrubenverkleidungsarbeiten
DIN 18304	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Rammarbeiten
DIN 18305	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Wasserhaltungsarbeiten
DIN 18307	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Gas- und Wasserleitungsarbeiten im Erdreich
DIN 18308	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Dränarbeiten
DIN 18320	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; landschaftsgärtnerische Arbeiten
DIN 18330	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Mauerarbeiten
DIN 18337	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser

DIN 18354	VOB, Teil C, Allgemeine technische Vorschriften; Asphaltbelagarbeiten
-----------	---

Merkheft „Sicherung von Leitungsgräben und Baugruben¹

Merkblatt über das Zufüllen von Leitungsgräben²

Unfallverhütungsvorschriften

Die in der Tabelle angegebenen Grabenbreiten „B“ sind empfohlene Werte. Sie entbinden den Tiefbauer jedoch nicht von seiner Sorgfaltspflicht gegenüber den Unfallverhütungsvorschriften, den obengenannten Normen und Vorschriften.

Ausführungshinweise

Die im Arbeitsblatt angegebenen Mindestabstände von fremden Versorgungsleitungen sind einzuhalten. Tiefbauangaben für Durchgangsverbindungen u. T-Stücke siehe Arbeitsblätter.

1) Bauberufgenossenschaft

2) Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Arbeitsgruppe
Untergrund, Maastrichter Str. 45, 50672 Köln

17.4 Grabenabmessungen

Abb. 1: Grabengrundriss

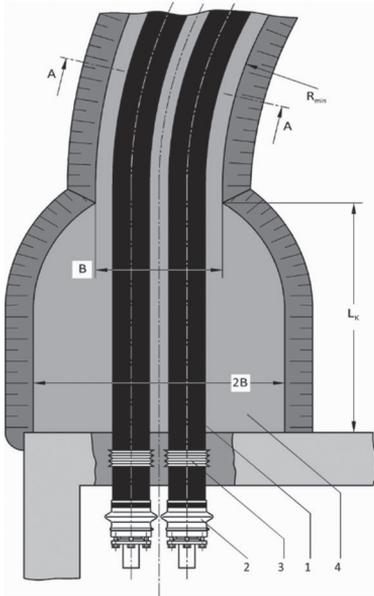
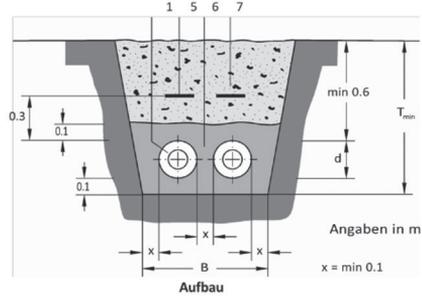


Abb. 2: Grabenquerschnitt
Schnitt A-A



- Aufbau**
- 1 Flexibles Stahlwellrohr
 - 2 Anschlußverbindung
 - 3 Dichtungsbuchse (Mauerdurchführung)
 - 4 Arbeitsraum vor Gebäuden und Schächten
 - 5 Trassenwarnband
 - 6 Sandfüllung
 - 7 Verfüllmaterial (wiederverwendetes Aushubmaterial)

Das Füllmaterial in der Leitungszone muss EN13941-2 entsprechen und folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- zerreißbares rundkantiges Sand-Kies-Gemisch
- zulässige Korngröße: 0...8 mm
- maximal 10 Masseprozent $\leq 0,075$ mm
- maximal 3 Masseprozent $\leq 0,02$ mm
- Ungleichförmigkeitszahl nach DIN EN ISO 14688-2 größer 1,8
- Proctordichte min. 94 %; optimal 97...98 %

Graben- und Arbeitsraumabmessungen, Aushub- und Sandfüllmenge

Beispiel Rohr Typ		30/91	39/116	60/148	75/171 98/171	98/220 127/220 147/220	200/310
Außendurchmesser Rohr d	mm	94	121	156	178	233	313
Grabentiefe T_{min}	bei SLW 60 ¹⁾ m	0.80	0.85	0.85	0.90	0.95	1.05
Mindestüberdeckungshöhe t	bei SLW 60 m	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Grabenbreite B	m	0.50	0.55	0.60	0.65	0.75	0.95
Arbeitsraumbreite 2B	m	1.00	1.10	1.20	1.30	1.50	2.00
Arbeitsraumlänge L_k	m	0.50	0.50	1.00	1.00	1.50	2.50
Graben-Mindestradien ²⁾ R_{min}	m	1.00	1.20	1.50	2.00	4.00	6.00
Grabenaushub ³⁾	bei SLW 60 m ³ /m	0.40	0.47	0.51	0.59	0.72	1.00
Sandfüllung	m ³ /m	0.14	0.16	0.18	0.20	0.24	0.39

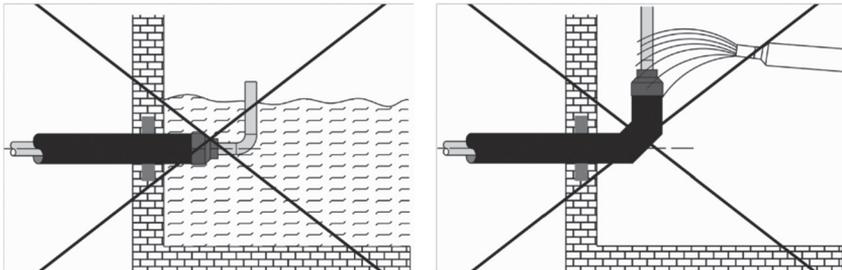
Die Grabenbreiten „B“ sind empfohlene Werte. Bitte allgemein gültige technische Regeln, Richtlinien und Unfallverhütungsvorschriften beachten.

- 1) SLW 60 = 100 kN Radlast nach DIN 1072
- 2) Kleinere Radien nur nach Rücksprache mit Rohhersteller
- 3) Aushubmengen ohne Berücksichtigung der Böschungsneigung

Schachtbauwerke und Gebäudeeinführung

Planung und Projektierung von Schachtbauwerken

Schachtbauwerke in Nah- und Fernwärmenetzen erfordern in der Regel einen hohen Aufwand für Erstellung und Wartung. Sie müssen eine Be- und Entlüftung aufweisen, wasserdicht hergestellt werden, evtl. eingedrungenes Tagwasser soll baldmöglichst entfernt werden, damit die Schachteinbauten und die Wärmedämmung der einmündenden Rohrleitungen (KMR und flexible Fernwärmeleitungen) nicht geschädigt werden.



Die Rohreinführungen sind, je nach örtlichen Bedingungen, mit Abdichtungen zu versehen; bei nicht drückendem Tagwasser ist in der Regel die FLEX-Rohr-Mauerdurchführung ausreichend, bei drückendem Grundwasser ist meist eine nachstellbare Packungsdichtung notwendig. Die Endabschlüsse der Rohrenden sind nur als Spritzwasserschutz ausgeführt. Eine tagwasserdichte Ausführung ist grundsätzlich auch möglich, eine längerandauernde Überflutung, insbesondere unter Betriebstemperatur, ist jedoch auch hier zu vermeiden.

Aufgrund dieser Anforderungen wird heute weitgehend auf Schachtbauwerke verzichtet. Stattdessen werden vorisolierte T-Stücke und, falls erforderlich, vorisolierte Absperr- und Entleerungs-/Entlüftungsarmaturen verwendet. So lassen sich teilweise erhebliche Erstellungs- und Wartungskosten für Schachtbauwerke vermeiden und die Betriebssicherheit der Anlage erhöhen.

Mauerdurchbrüche

Abb. 3: Mauerdurchbruch Anschlussverbindung

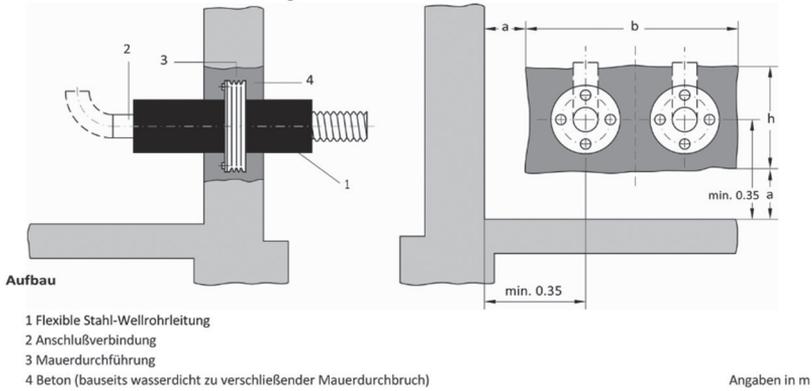
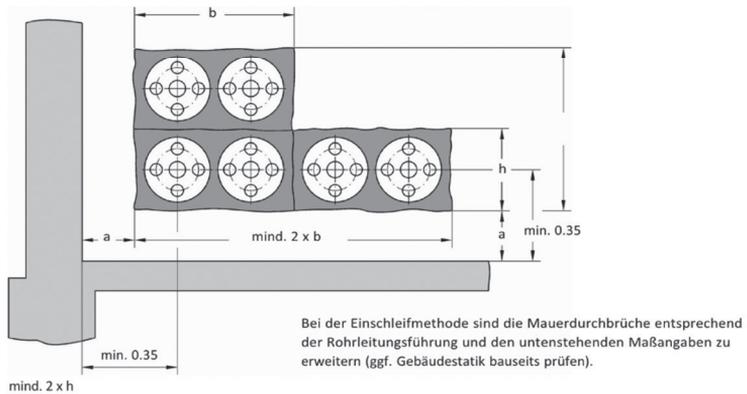


Abb. 4: Mauerdurchbruch bei Einschleifmethode



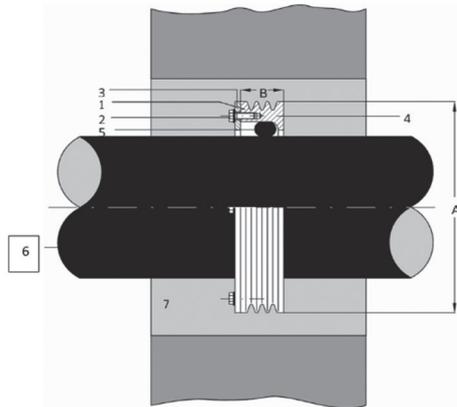
Abmessungen Mauerdurchbruch, Wandabstände

Beispiel Rohrtyp	30/91	39/116	60/148	75/171 98/171	98/220 127/220 147/220	200/310
a	0.26	0.24	0.22	0.21	0.18	0.10
b	0.35	0.45	0.50	0.55	0.65	0.85
h	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50

Mauerdurchführung

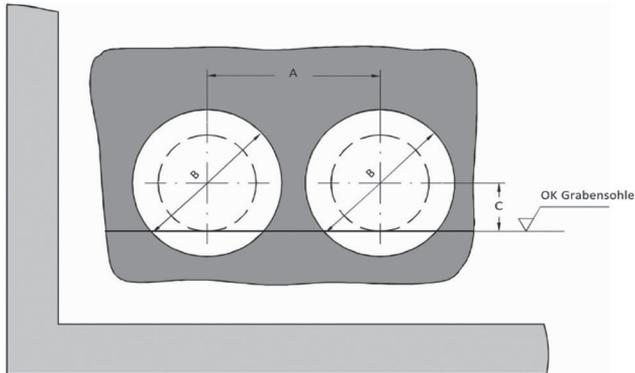
Aufbau	
1	Befestigungsring
2	Sechskantschraube M6 x 20
3	U-Scheibe
4	Gußring
5	Dichtring
6	Rohrleitung
7	Quellmörtel

1



Beispiel Rohr-Typ	A mm	B mm	Dichtringe Stück
30/ 91	160	40	1
39/116	186	40	1
60/148	221	40	1
75/171	243	40	1
98/171	243	40	1
98/220	298	40	1
127/220	298	40	1
147/220	298	40	1
200/310	378	75	2

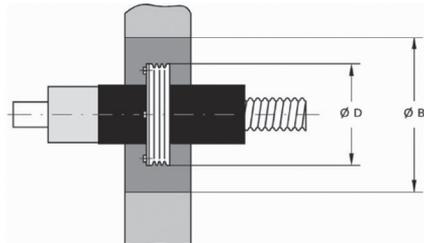
Kernbohrungen



Kernbohrungen für Ringraum-Dichtungen Herstellerangaben für Ringraum-Dichtungen beachten

Bezugsmaße für Kernbohrungen

- A Achsabstand
- B Kernbohrungsdurchmesser
- C Abstand Grabensohle-Rohrachse
- D Durchmesser Mauerdurchführung



Kernbohrungsabmaße*

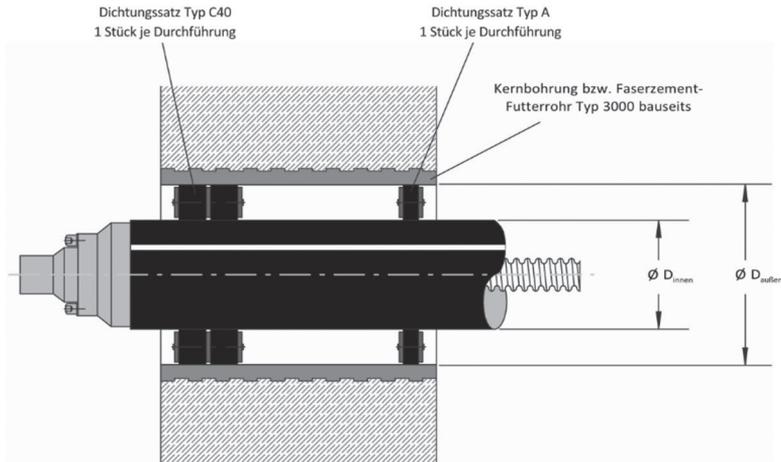
Beispiel Rohr-Typ	A	B	C	D
30/ 91	260	250	50	160
39/116	310	300	60	185
60/148	310	300	80	221
75/171	360	350	90	243
98/171	360	350	90	243
127/220	410	400	120	298
147/220	410	400	120	298
200/310	460	450	155	378

*) gilt nur für Standard-Mauerdurchführung

Angaben in mm

Mauerdurchführung

Mit Kernbohrung oder Faserzement-Futterrohr (druckwasserdicht)



Pro Rohrdurchführung sind 1 Stück Typ C40 + 1 Stück Typ A vorzusehen!

FLEX- Metall- Wellrohr-Typ	DN	Ø Kernbohrung bzw. Futterrohr 3000 mm	Dichtungssatz	
			Ø D _{innen} mm	Ø D _{außen} mm
Beispiel:				
30/ 91	25	150	94	150
39/116	32	200	121	200
60/148	50	250	156	250
75/171	65	250	178	250
98/171	80	250	178	250
98/220	80	350 / Schweiß: 300	233	350 / Schweiß: 300
127/220	100	350 / Schweiß: 300	233	350 / Schweiß: 300
147/220	125	350 / Schweiß: 300	233	350 / Schweiß: 300
200/310	150	400	313	400

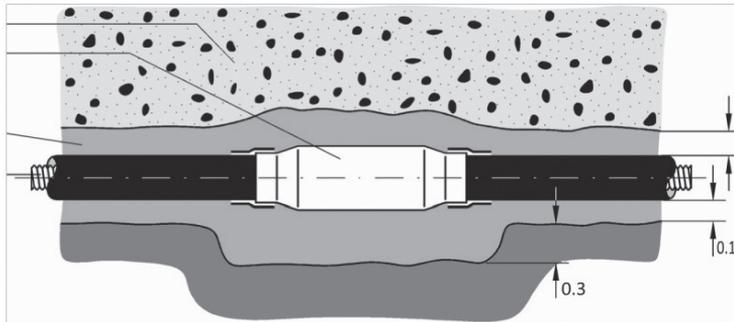
Bei der Bestellung des Dichtungseinsatzes sind die Durchmesser "D_{innen}" und "D_{außen}" anzugeben. Da Haarrisse im Beton sein bzw. durch die Bearbeitung entstehen können, wird eine bauseitige Versiegelung der Bohrlochwandung mit einem geeigneten Dichtmittel (z.B. AQUAGARD) empfohlen. Nur bei Einhaltung dieser Empfehlung kann eine Dichtigkeit erreicht werden.

Voraussetzung für den Einbau sind einwandfreie Bohrungen.

Nach der Montage des Dichtungseinsatzes darf die Rohrleitung axial nicht mehr verschoben werden.

Durchgangsverbinding

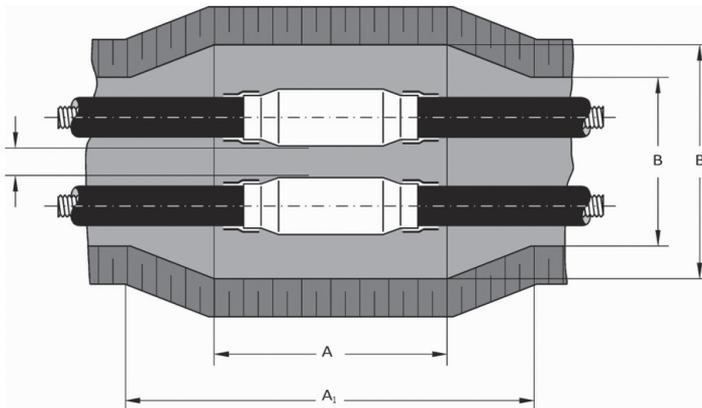
Abb.1: Arbeitsraum für die Durchgangsverbinding (Seitenansicht)



Aufbau

- 1 FLEX - Metallwellrohr
- 2 Durchgangsverbinding
- 3 Sandfüllung (0 - 4 mm Rundkorn)
- 4 Verfüllmaterial (wiederverwendetes Aushubmaterial)

Abb.2: Arbeitsraum für Durchgangsverbinding (Draufsicht)



Grabenmaße

Beisp. Flex-Rohr-Typ	A	A1	B	B1
<u>30/ 91</u>	1.5	2.5	0.5	1.5
<u>39/116</u>	1.5	2.5	0.55	1.55
<u>60/148</u>	1.5	2.5	0.6	1.6
<u>75/171</u>	2.0	2.5	0.65	1.65
<u>98/171</u>	2.0	4.0	0.65	1.65
<u>98/220</u>	2.0	4.0	0.75	1.75
<u>127/220</u>	2.0	4.0	0.75	1.75
<u>147/220</u>	2.0	4.0	0.75	1.75
<u>200/310</u>	2.0	5.0	1.00	2.00

Angaben in mm. Im Reparaturfall muss für die Ausbiegung der Rohrleitung das Maß A1 um 2.5 m vergrößert werden.

Flexible Stahlmantelrohre aus nichtrostenden Werkstoffen – T-Stücke

T - Verbindung, Abzweig nach unten

Abb. 1: T-Verbindung, Arbeitsraum (Draufsicht)

Maßangaben gelten für alle FLEX- Metallwellrohrtypen

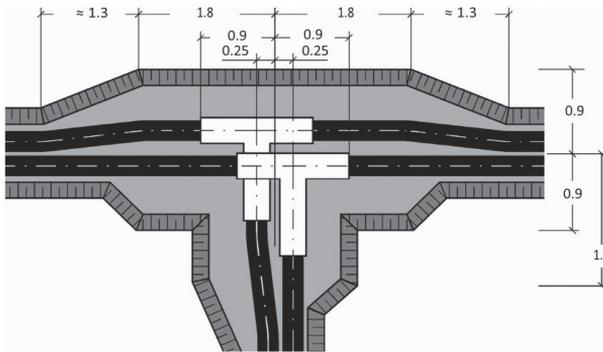
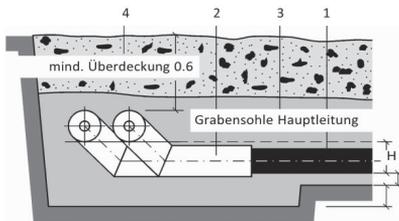


Abb. 2: T-Verbindung, Arbeitsraum Abzweig nach unten (Querschnitt)



Grabenabmaße, Abzweig nach unten (Abb. 2)

Aufbau

1 FLEX- Metallwellrohr

2 T-Verbindung

3 Sandfüllung

Das Füllmaterial in der Leitungszone muss EN13941-2

entsprechen und folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- zerreibbares rundkantiges Sand-Kies-Gemisch
- zulässige Korngröße: 0...8 mm
- maximal 10 Masseprozent $\leq 0,075$ mm
- maximal 3 Masseprozent $\leq 0,02$ mm
- Ungleichförmigkeitszahl nach DIN EN ISO 14688-2 größer 1,8
- Proctordichte min. 94 %; optimal 97...98 %

4 Verfüllmaterial (wiederverwendetes Aushubmaterial)

0.1
0.3

FLEX - Metallwellrohr Hauptleitung	Abzweigleitung								
	30/91	39/116	60/148	75/171	98/171	98/220	127/220	147/220	200/310
Beispiel: 30/ 91	0.23								
39/116	0.23	0.25							
60/148	0.23	0.25	0.28						
75/171	0.23	0.25	0.28	0.30					
98/171	0.23	0.25	0.28	0.30	0.32				
98/220	0.23	0.25	0.28	0.30	0.32	0.34			
127/220	0.23	0.25	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36		
147/220	0.23	0.25	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.36	
200/310	0.19	0.21	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.32	0.36

H = Maß des Höhenunterschiedes zwischen Grabensohle Hauptleitung und Grabensohle Abzweigleitung

Angaben in m

T-Verbindung, Abzweig nach oben

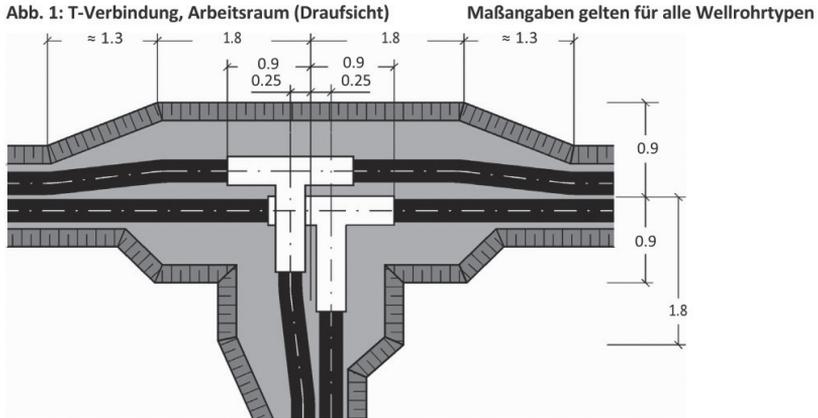
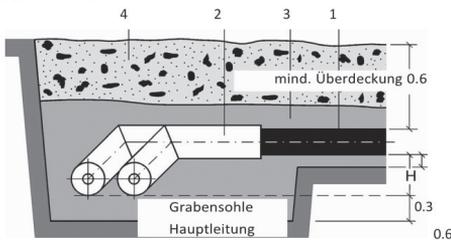


Abb 2: T-Verbindung, Arbeitsraum **Abzweig nach oben**
(Querschnitt)



Grabenabmaße, Abzweig nach oben (Abb. 2)

Aufbau

1 FLEX- Metallwellrohr

2 T-Verbindung

3 Sandfüllung

Das Füllmaterial in der Leitungszone muss EN13941-2 entsprechen und folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- zerreibbares rundkantiges Sand-Kies-Gemisch
- zulässige Korngröße: 0...8 mm
- maximal 10 Masseprozent $\leq 0,075$ mm
- maximal 3 Masseprozent $\leq 0,02$ mm
- Ungleichförmigkeitszahl nach DIN EN ISO 14688-2 größer 1,8
- Proctordichte min. 94 %; optimal 97...98 %

4 Verfüllmaterial (wiederverwendetes Aushubmaterial)

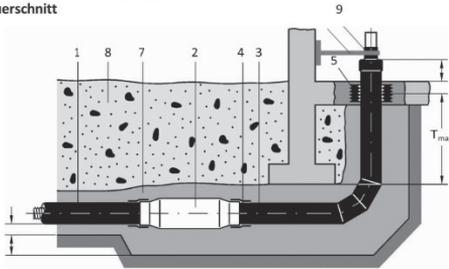
FLEX - Metallwellrohr Hauptleitung	Abzweigleitung								
	30/91	39/116	60/148	75/171	98/171	98/220	127/220	147/220	200/310
Beispiel: 30/ 91	0.23								
39/116	0.25	0.25							
60/148	0.28	0.28	0.28						
75/171	0.30	0.30	0.30	0.30					
98/171	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33				
98/220	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35			
127/220	0.36	0.36	0.36	0.34	0.38	0.38	0.36		
147/220	0.36	0.36	0.36	0.36	0.38	0.37	0.36	0.36	
200/310	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.36

H = Maß des Höhenunterschiedes zwischen Grabensohle Hauptleitung und Grabensohle Abzweigleitung

Angaben in m

Hauseinführungen

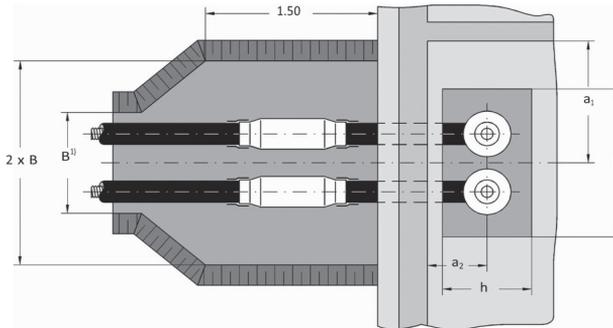
Abb. 1: Hauseinführungsbogen
Querschnitt



Aufbau

- 1 FLEX – Metallwellrohr
- 2 HD-PE-Schrumpfmuffe
- 3 Hauseinführungsbogen, 1,5 x 1,5 m, 90°
- 4 Schrumpfmanschette
- 5 Labyrinthdichtung
- 6 Endkappe
- 7 Sandfüllung
Das Füllmaterial in der Leitungszone muss EN13941-2 entsprechen und folgende Mindestanforderungen erfüllen: 0.10 - zerreibbares rundkantiges Sand-Kies-Gem.
0.20 - zulässige Korngröße: 0...8 mm
max. 10 Masseprozent ≤ 0,075 mm
max. 3 Masseprozent ≤ 0,02 mm
Ungleichförmigkeitszahl nach DIN EN ISO 14688-2 größer 1,8, Proctordichte min. 94 %, optim 97..98 %
- 8 Verfüllmaterial
- 9 Rohrhalterung

Abb. 2: Hauseinführungsbogen
Draufsicht



FLEX
Metallwellrohr-
Typ

	Mindestmaße					T max. Entfernung bis Unterkante Fundament
	B	a	a ₂ 2)	b	h	
Beispiel	Graben- breite	seitlicher Wand- abstand bis Mitte Durchbruch	Wandabstand bis Mitte Durchbruch	Länge des Durchbruchs	Breite des Durchbruchs	
30/ 91	0.50	0.30	0.15	0.49	0.20	1.00
39/116	0.55	0.32	0.16	0.53	0.25	1.00
60/148	0.60	0.34	0.16	0.57	0.30	0.98
75/171	0.65	0.36	0.17	0.62	0.35	0.98
98/171	0.65	0.38	0.18	0.66	0.35	0.97
98/220	0.75	0.41	0.20	0.72	0.40	0.96
127/220	0.75	0.42	0.20	0.74	0.40	0.95
147/220	0.75	0.43	0.21	0.77	0.40	0.93
200/310	0.95	0.53	0.26	0.95	0.50	0.92

1) Auf Grabensohle gemessen. Angaben in m

2) Maß a₂ ermittelt unter der Annahme, dass keine Behinderung der Bogenformstücke durch Fundamente etc. vorliegt.

17.5 Abstand zu anderen Versorgungsleitungen

Unmittelbar im Bereich erdverlegter Fernwärmeleitungen ist die Erdreichtemperatur höher als normal.

Die Übertragungsleistung erdverlegter Elektroleitungen kann dadurch beeinflusst werden. Es sind daher angemessene Mindestabstände zwischen den Versorgungs- und Fernwärmeleitungen erforderlich. (s. auch VDE 0100 und VDE 0101).

Abb. 1: Kreuzende Leitungen

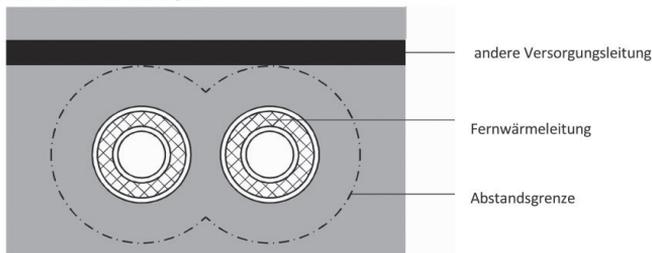


Abb. 2: Parallel liegende Leitungen

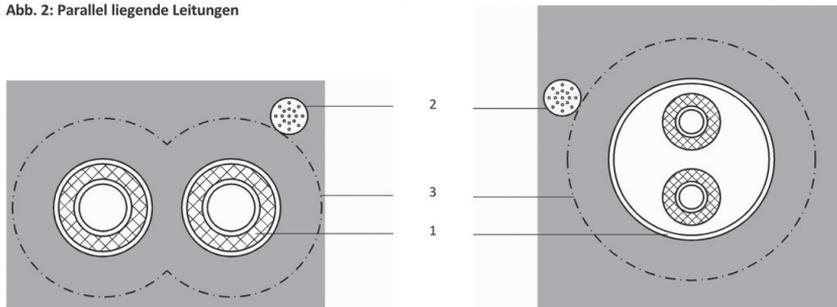


Tabelle 1:
Mindestabstand zu kreuzenden Leitungen

Art der Versorgungsleitung	Mindestabstand
1-kV-, Signal-, Messkabel	0.3
10-kV- oder ein 30-kV-Kabel	0.6
mehrere 30-kV-Kabel oder Kabel über 60 kV	1.0
Gas- und Wasserleitungen	0.2

Angaben in m

Tabelle 2:
Mindestabstand zu parallel liegenden Leitungen

Art der Versorgungsleitung	Mindestabstand	
	5 m	> 5 m
Parallelführung Länge		
1-kV-, Signal-, Messkabel	0.3	0.3
10-kV- oder ein 30-kV-Kabel	0.6	0.7
mehrere 30-kV-Kabel oder Kabel über 60 kV	1.0	1.5
Gas- und Wasserleitungen	0.4	0.4

Angaben in m

17.6 Verlegung durch Schutzrohre

Bei der Verlegung von Flexiblen Stahlmantelrohren durch Schutzrohre sind folgende Hinweise zu beachten:

1. Es ist grundsätzlich pro Rohr ein Schutzrohr erforderlich, um eine einwandfreie Führung beim Einziehen zu gewährleisten. Das Schutzrohr darf keine Abwinkelung haben. Außerdem dürfen Schutzrohre keine Versätze an den Stoßstellen aufweisen, die ein Einziehen stark behindern oder unmöglich machen bzw. eine Beschädigung des PE-Außenschutzmantels hervorrufen können.
2. Bei Durchpressungen ist nicht in jedem Fall das Einbringen von Schutzrohren nebeneinander in das Erdreich möglich, dafür wird dann ein großes Schutzrohr eingepresst. In diesem Fall ist es erforderlich, vorher mit uns Kontakt aufzunehmen, um eine konstruktive Lösung zu vereinbaren.
3. Vor und hinter dem Schutzrohr muss ebenerdig soviel Arbeitsraum vorhanden sein, dass die Zugmaschine mit dem Kabelwagen ohne Schwierigkeiten rangieren und das Rohr ohne Abwinkelung von der Trassenachse in das Schutzrohr einziehen kann.
4. Biegungen im Trassenverlauf direkt vor und hinter den Schutzrohren sind zu vermeiden. Kann das nicht sichergestellt werden, ist die Trassenführung vorher mit dem Hersteller abzusprechen.
5. Das Einziehen der Rohre erfolgt bei Schutzrohren aus PVC, PE oder Faserzement ohne Gleitkufen, bei Schutzrohren aus Stahl und Beton mit Gleitkufen. Dabei soll der Innendurchmesser der Schutzrohre mindestens 20 mm größer sein als der Außendurchmesser des Flexiblen Stahlmantelrohres bzw. der Gleitkufen.

Abb. 1: Verlegung Rohr durch gerade verlaufende, versatzfreie Schutzrohre ohne Gleitkufen.
 Max. Schutzrohlänge ≥ 50 m¹⁾

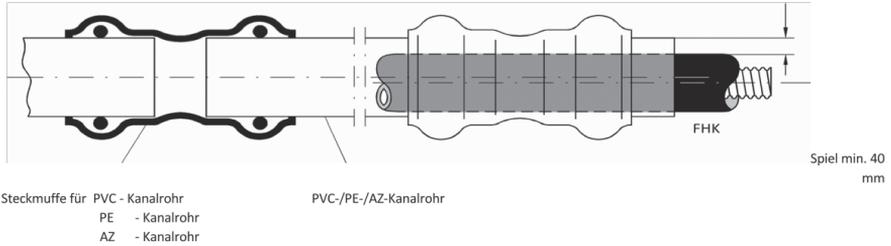


Abb. 2: Verlegung Rohr durch gerade verlaufende, versatzfreie Schutzrohre mit Gleitkufen.
 Max. Schutzrohlänge ≥ 50 m¹⁾

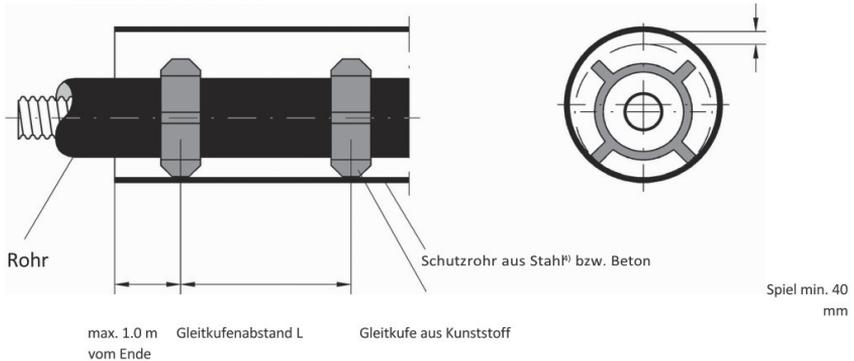


Tabelle für Rohrverlegung

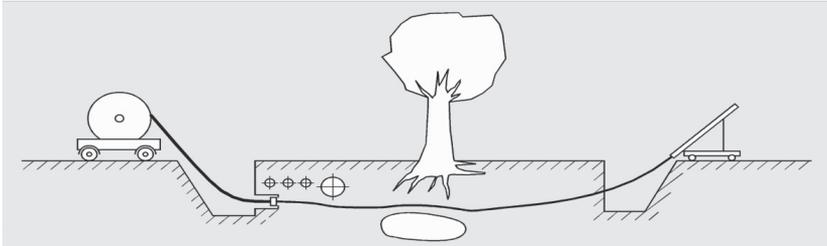
FLEX- Metallwellrohr - Typ		30/91	39/116	60/148	75/171 98/171	98/220 127/220 147/220	200/310
Mantelrohr- ϕ max.	mm	95	121	156	178	233	313
Gleitkufenabstand L	m	2.00	2.00	2.50	3.00	3.00	4.00
ohne Gleitkufen							
PVC-Kanalrohr nach DIN 19 534 ²⁾	mm	125 x 3	160 x 3.6	200 x 4.5	250 x 6.1	315 x 7.7	400 x 9.8
Spiel zwischen Fw-Rohr u. PVC-Rohr	mm	24	32	35	60	67	67
AZ-Kanalrohr nach DIN 19 850 ²⁾	mm	141 x 8	168 x 9	220 x 10	274 x 12	328 x 14	436 x 18
Rohrrinnen- ϕ	mm	125	150	200	250	300	400
Spiel zwischen Fw-Rohr und AZ-Rohr	mm	30	29	44	72	67	87
mit Gleitkufen							
Stahlrohr nach DIN 2458 ^{3) 4)}	mm	168.3 x 4	219.1 x 4.5	219.1 x 4.5	273 x 5	323.9 x 5.6	406.4 x 6.3
Rohrrinnen- ϕ	mm	160	210	210	263	313	394
Gleitkufe (Fa. Frankenplastik)		3 S19	4 S19	4 T19	2 F + 1 G25	3 F + 1 G25	4 F + 1 G25
Spiel zwischen Fw-Rohr und Rohr	mm	27	51	20	35	30	31

1) nach Rücksprache mit Hersteller

2) Min. Überdeckungshöhe bei SLW 60 = 0.80 m, bei SLW 30 oder unter einer Straßendecke = 0.60 m

3) Stöße ohne Wurzelnaht

Horizontalspülbohrverfahren - Grabenlose Verlegung



Kein zusätzliches Schutzrohr erforderlich

Das Horizontalspülbohrverfahren wurde entwickelt, um grabenlos Versorgungsleitungen zu verlegen. Überall wo wertvolle Oberflächen (Parkanlagen, Landschaftsschutzgebiete, Fußgängerzonen, Pflasterwege, Vorgärten etc.) zu schonen oder wo schwierige Kreuzungen (Gewässer, Kanäle, stark befahrene Straßen, Bahnlinien, Dämme, Bauwerke etc.) herzustellen sind, findet das Horizontalspülbohrverfahren Anwendung.

Verfahrenstechnische Kurzbeschreibung

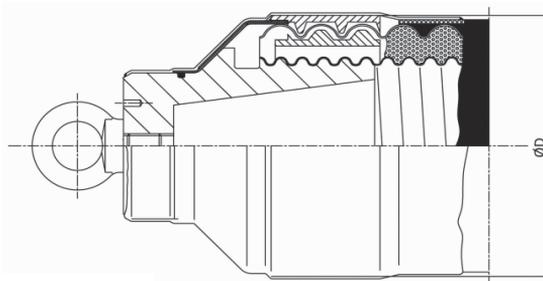
Das Bohrwerkzeug besteht aus einzeln verschraubten Hohlbohrgestängen und einem mit Düsen bestückten Bohrkopf. Eine unter hohem Druck und in geringen Mengen verdünnte Wasser-Bentonit-Mischung schneidet und löst den anstehenden Boden, stabilisiert und schmiert das Bohrloch. Die spezielle Formgebung des Bohrkopfes ermöglicht eine gezielte Richtungsänderung und die genaue Steuerung der Bohrung.

Am Ende der Pilotbohrung wird der Bohrkopf gegen einen mit Düsen bestückten Aufweitkopf ausgetauscht und das einzuziehende flexible Stahlmantelrohr angekoppelt. Gleichzeitig mit dem Zurückziehen des Bohrgestänges wird das Rohr in das durch die Wasser-Bentonit-Suspension aufgeweitete und gestützte Bohrloch eingezogen. Systemvorteile: -keine Leitungsgräben, Erdarbeiten nur für Montagegruben -geringe Beschädigung der Oberflächen -keine Folgeschäden, z.B. durch Setzungen des Bodens

oder der Straßenoberfläche -geringe Behinderungen bzw. Gefährdungen des ruhenden und fließenden Verkehrs -Rücksichtnahme auf Baum- und

Pflanzenschutz -weitgehend witterungsunabhngig -hohe Arbeitsgeschwindigkeit.

Grabenlose Verlegung

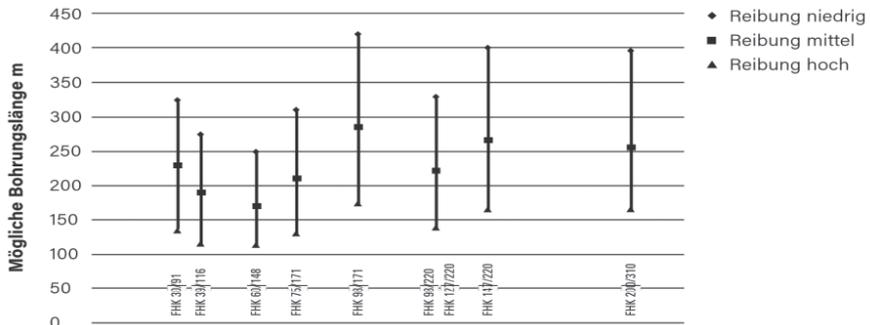


Zugkopf

Rohr-Typ	Dmax mm	FZ kN	Empfohlener mind. Bohrlochradius m	Empfohlener Bohrlochdurchmesser mm	Normale Bohrungslänge m
30/ 91	100	12	10	150	230
39/116	125	15	15	185	190
60/148	160	20	20	240	170
75/171	180	30	20	270	210
98/171	180	40	20	270	285
98/220	230	50	25	345	220
127/220	230	50	25	345	220
147/220	230	60	25	345	265
200/310	320	100	35	480	230*

FZ = zulässige Zugkraft bei Spülbohrverfahren

*= maximale Lieferlänge ohne Verbindung



Die „Normale Bohrungslänge“ gilt als Richtwert für Boden- und Verlegebedingungen, die keine besonderen Schwierigkeiten aufweisen.

Die „Maximale Bohrungslänge“ kann unter besonders geeigneten Boden- und Verlegebedingungen (z. B. geringe Reibungswerte, große Bohrradien etc.) erreicht werden.

Die „Minimale Bohrungslänge“ gilt als Richtwert für weniger günstige Boden- und Verlegebedingungen (z. B. hohe Reibungswerte, kleine Bohrradien etc.).

In jedem Fall ist die maximal zulässige Zugkraft des Rohres einzuhalten.

Es wird empfohlen, die örtlichen Bedingungen rechtzeitig durch ein Baugrundgutachten feststellen zu lassen. Bei größeren Bohrungslängen oder schwierigen Baugrundbedingungen sollte ein HDD-Sachverständiger zur Bewertung hinzugezogen werden.

Autoren des Kapitels

Jürgen Schütze, BRUGG Rohrsysteme GmbH

Mario Meißner, LOGSTOR GmbH

Jakob Sørensen, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

Quellennachweis

Brugg Rohrsysteme GmbH, Systembeschreibungen und Funktionsbeschreibungen für spiralgewellte flexible Edelstahlrohre

18. Vorgedämmte flexible Stahlrohre – Stahlflexrohre

18.1 Anwendungen

Vorgedämmte Stahlflexrohre werden im Bereich Fernwärme hauptsächlich für Abzweigungen eingesetzt. Vorgedämmte Stahlflexrohre bieten eine Reihe von Vorzügen, die beträchtliche Einsparungen ermöglichen. Geliefert werden die Rohre in Rollen zu 50; 100 und 200m sowie Fixlängen, das bedeutet wenige Verbindungen, kurze Montagezeiten und somit geringe Montagekosten.

Verlegt werden können die Rohre nebeneinander und übereinander. Das erfordert einen schmalen Rohrgraben, wodurch die Tiefbaukosten minimiert werden.

Dank des schnellen Verlegens, Montierens und laufender Verfüllung des Rohrgrabens wird der Normalzustand in kurzer Zeit wiederhergestellt. Auf diese Weise werden Behinderungen für Anwohner und Verkehrsteilnehmer so gering wie möglich gehalten.

Mediumrohr		Umantelung	
Außen in mm	Wandstärke in mm	Außen in mm	Wandstärke in mm
20	2,0	75	
20	2,0	90	2,5
25	2,0	75	
25	2,0	90	
28	2,0	75	
28	2,0	90	2,5
28	2,0	110	
20/20	2,0	75	
20/20	2,0	90	
20/20	2,0	110	
25/25	2,0	90	
25/25	2,0	110	
25/25	2,0	125	
28/28	2,0	90	
28/28	2,0	110	
28/28	2,0	125	

18.2 Technische und mechanische Eigenschaften

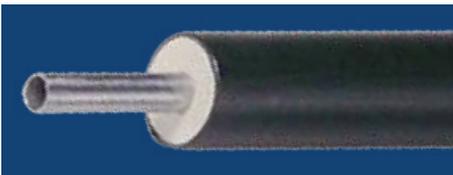
Mediumrohr:	Geschweißte Stahlrohre P195 GH+N, E195 oder E155, + N, S2 nach EN 10305-3
Dämmung:	Polyurethanschaum (PUR) Treibmittel Cyclopentan
Ummantelung:	Polyethylen, PE-LD mit inwendiger Diffusionssperre aus Aluminium
Rohrnetzüberwachung:	nordic; Brandes
Dauerbetriebstemperatur:	120°C
Höchsttemperatur 100h/Jahr:	130°C

Mechanische Eigenschaften:

Dichte		7850	kg/m ³
Zugfestigkeit	>	290	N/mm ²
Fließspannung	>	215	N/mm ²
E-Modul		2,1 · 10 ⁵	N/mm ²

Thermische Eigenschaften:

Ausdehnungskoeffi.		1,2 · 10 ⁻⁵	K ⁻¹
Spezifische Wärme		0,48	kJ/kg K
Wärmeleitfähigkeit		76	W/m K



18.3 Transport und Handhabung

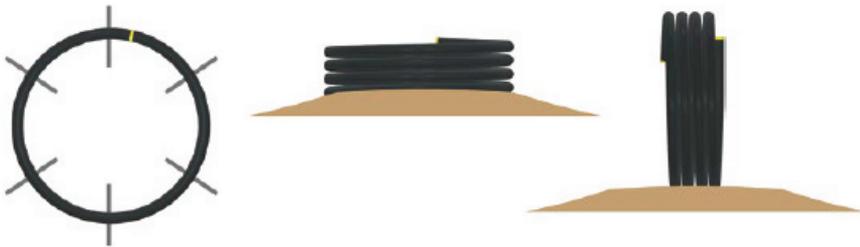
Lagerung

Die Rohre sind sicher vor Beschädigungen aufzubewahren.

Stahlflexrohre können entweder stehend oder liegend gelagert werden.

Rohre sollten auf einer steinfreien Oberfläche oder auf einem Flexrohranhänger gelagert werden.

Um zu verhindern, dass die Rohrenden beschädigt werden, sollten die Schutzkappen vor der Installation nicht entfernt werden.



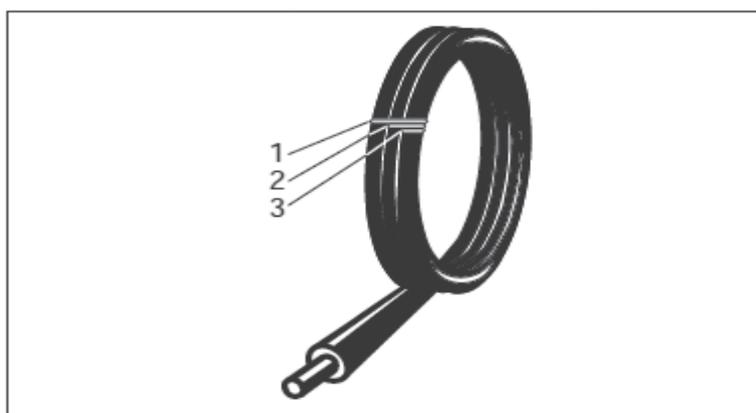
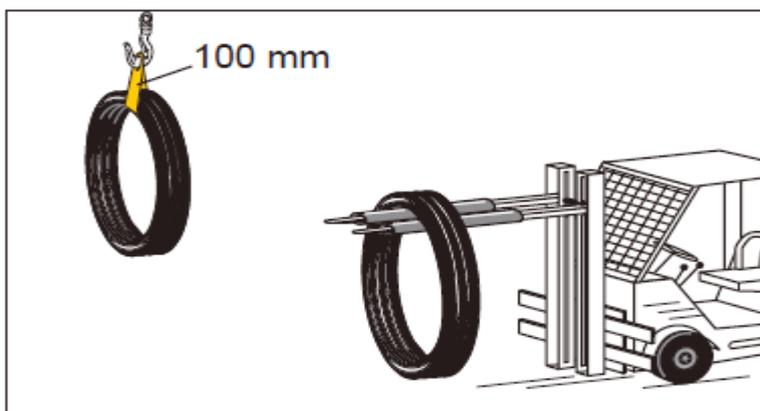
Handhabung

Nur Gurte mit einer Breite von min. 100 mm anwenden.

Bei Handhabung mittels Stapler sind die Gabeln mit Mantelrohr, Gummikissen o.ä. zu schützen.

Bitte nicht alle Fixierbänder auf einmal durchtrennen.

Die Rolle am Anfang der Trasse platzieren. Das erste Band durchtrennen. Die Rohrrolle bis zum nächsten Band ausrollen und es dann durchtrennen usw.

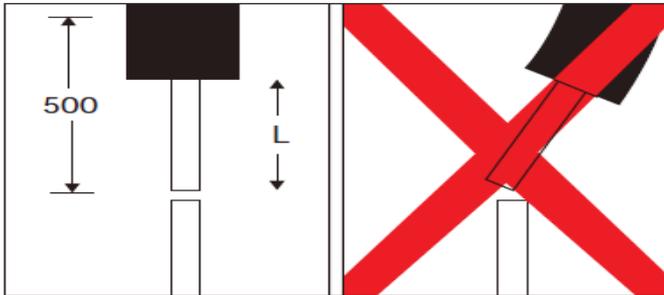


Ausrichten

Das Stahlflexrohr-Ende so ausrichten, dass mindestens 500 mm des Rohrendes gerade und parallel mit dem gegenüberliegenden Rohrende gegenüberstehen.

Diese Anpassung ist wichtig und eine Voraussetzung für die vorschriftsmäßige Montage der Muffe.

Bei der Durchtrennung bitte die Rückstoßwirkung der freien Rohrenden beachten.



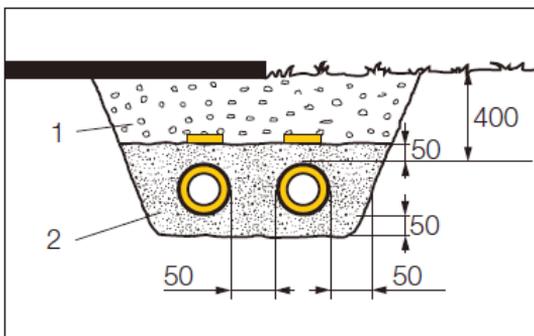
18.4 Rohrgraben und Reibungsmaterial

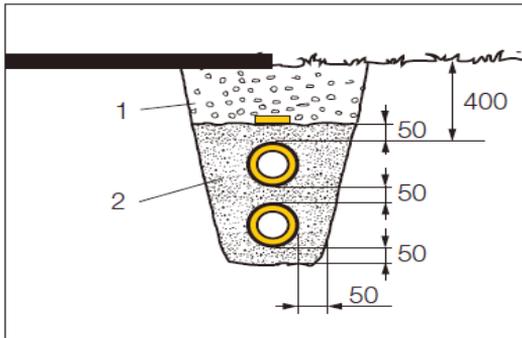
Rohrgraben

Vorgedämmte Stahlflexrohre werden im Rohrgraben oder durch Anwendung von HDD Bohrverfahren verlegt.

Den Rohrgraben gemäß den folgenden Abbildungen ausführen, um eine Überdeckung von mindestens 400mm sicherzustellen.

Für eine mindestens 100mm dicke, verdichtete Umhüllung mit Sand ist Sorge zu tragen. Der Abstand zwischen der Ummantelung soll mindestens 100mm sein. Die Restverfüllung kann mit dem vorhandenen Aushub erfolgen. Vorher ist über jede Rohrleitung ein Trassenwarnband zu legen.





Reibungsmaterial

Bei Verlegung im Rohrgraben müssen die Stahlflexrohre überall von mindestens 50mm verdichtetem Reibungsmaterial umgeben sein.

Max. Körnung:	≤ 32 mm
Max. 10 Gewichtsprozent:	≤ 0,075 mm oder
max. 3 Gewichtsprozent:	≤ 0,020 mm
Regelmäßigkeitskoeffizient, d_{60}/d_{10}	≥ 1,8
Reinheitsgrad:	Das Material darf keine schädlichen Mengen von Pflanzenresten, Humus, Lehm oder Schluffklumpen enthalten

Große scharfkantige Körner, die Rohr und Verbindungen beschädigen können, sind zu vermeiden. Sorgfältige und gleichmäßige Verdichtung ist.

Wasserqualität

Um Innenkorrosion zu vermeiden, darf nur behandeltes Wasser verwendet werde. Die Wasserbehandlung richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen, sollte jedoch folgenden Mindestanforderungen genügen:

pH 9,5 - 10
 ohne freien Sauerstoff
 Gesamthärte ≤ 3000 mg/l

18.5 Projektierungsrichtlinien

Wenn sich das Mediumrohr in einem vorgedämmten Stahlflexrohr ausdehnt, bilden sich Spannungen im Stahlrohr.

An geraden Strecken kann Stahlflexrohr unabhängig von seiner Länge kalt verlegt werden ohne überlastet zu werden. Es kann notwendig sein, die Spannungen im Abzweigpunkt und die Axialbewegungen beim Einführen in Gebäude zu reduzieren.

Die Spannungen können durch Aufnahme der Ausdehnung bei Krümmungen und Bogen, reduziert werden, die während der Verlegung des Stahlflexrohres realisiert werden.

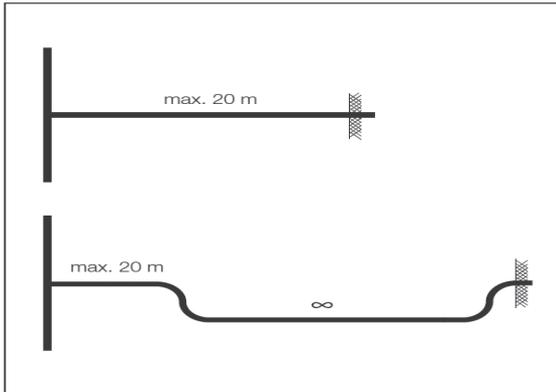
Bei einem Abzweig mit Stahlflexrohr von Stahlhauptleitungen muss gesichert werden, dass Bewegungen in der Hauptleitung nicht auf die Abzweigung übertragen werden.

Abzweige mit Stahlflexrohr können direkt auf das Hauptrohr geschweißt werden, wenn die berechnete axiale Bewegung der Hauptleitung weniger als 10mm ist, und die Länge des Abzweiges weniger als L_{max} ist:

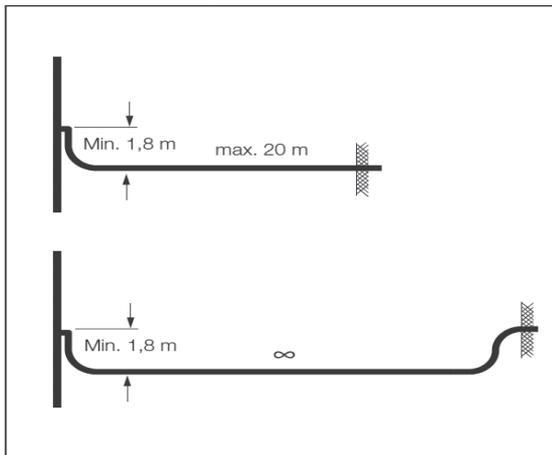
Überdeckungshöhe, H				0,4 m		0,7 m		1,0 m	
d	s	A	D	F	L_{max}	F	L_{max}	F	L_{max}
mm	mm	mm ²	mm	N/m	m	N/m	m	N/m	m
20,0	2,0	113	77	703	24	965	18	1357	13
25,0	2,0	145	77	703	31	965	22	1357	16
28,0	2,0	163	77	703	35	965	25	1357	18
20,0	2,0	113	90	832	20	1137	15	1596	11
25,0	2,0	145	90	832	26	1137	19	1596	14
28,0	2,0	163	90	832	29	1137	22	1596	15

Bitte sprechen Sie den Rohrhersteller in Bezug auf die Erstellung eines Dehnkonzeptes an.

Beim Abzweigen mit Stahlflexrohren senkrecht zur Hauptleitung, darf der Abstand zu einem Bogen oder Hausanschluss 20m nicht überschreiten.



Beim Parallelabzweigen muss die parallel geführte Stahlflexrohr – Länge mindestens 1,8m ($2 \times R_{\min}$) betragen.



Wenn die Bewegung des Hauptrohres größer als 10mm ist, muss ein Stahlabzweigstutzen (26,9 x 2,6mm oder 33,7 x 2,6mm) zwischen dem Hauptrohr und dem Stahlflexrohr eingeschweißt werden. Zwischen dem Abzweigstutzen und dem Stahlflexrohr wird ein Überhangsstück eingeschweißt.



Rohrende 1 Normales Stahlrohr	Rohrende 2 SteelFlex	
	20	28
26,9	x	
33,7	x	x

Generell ist die Bewegung im Abzweig nach den Projektierungsregeln für Kunststoffmantelrohre Einzel- und Twin mit Dehnpolstern zu sichern.

Krümmungen – Biegen

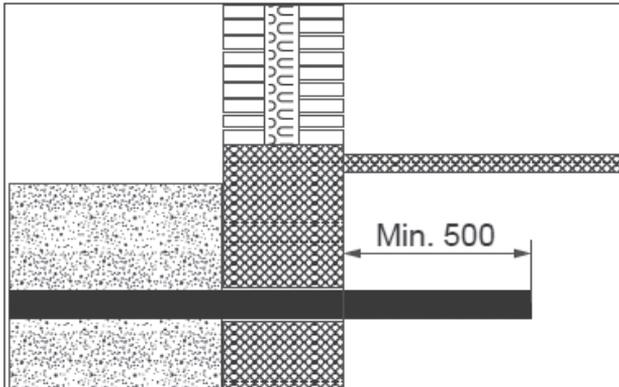
Vorgedämmte Stahlflexrohre lassen sich bei Temperaturen von mindestens 5°C vor Ort im Mindestbiegeradius R_{min} biegen – siehe Tabelle. Für den genauen Biegeradius kontaktieren Sie den Rohrerhersteller.

Mantelrohr D mm	Einzelrohr				TwinPipe			
	Glatter Mantel Flex R_{min} mm		Gewellter Mantel Flextra R_{min} mm		Glatter Mantel Flex R_{min} mm		Gewellter Mantel Flextra R_{min} mm	
	5°C und 23°C		5°C	23°C	5°C und 23°C		5°C	23°C
90	10 x D		8 x D	6 x D	10 x D		10 x D	7 x D
110								7 x D*
125			10 x D	8 x D			10 x D	10 x D
140								
160	-		10 x D	8 x D	-		10 x D	
180	-		10 x D	10 x D	-		10 x D	

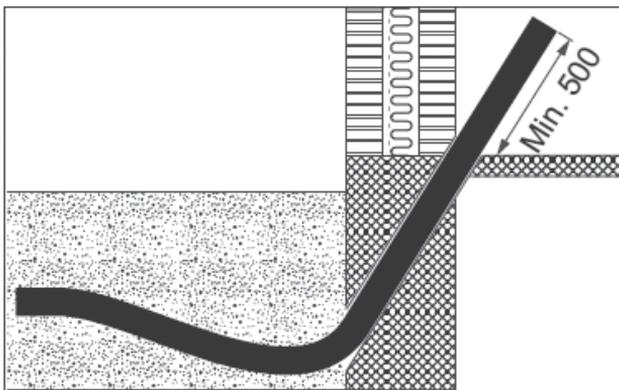
* Mediumrohr \varnothing 32 mm und größer: 9 x D

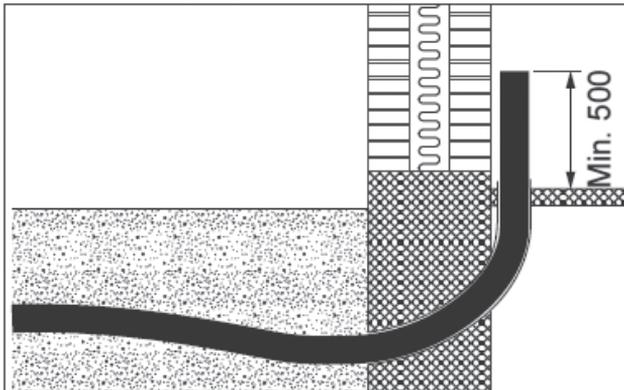
Hauseinführungen

Bei Hausanschlüssen ist das Rohr durch die Grundmauer zu führen und mindestens 500mm von der inwendigen Seite ab zu schließen. Dadurch wird eine ausreichende Länge für die Bearbeitung des Rohrendes gesichert.



Bei Neubauten kann ein Einführungsrohr einbetoniert werden, damit das Stahlflexrohr später ohne Beeinträchtigung des Gebäudes eingeführt werden kann.





Autoren des Kapitels

Jürgen Schütze, BRUGG Rohrsysteme

Mario Meißner, LOGSTOR GmbH

Jakob Sørensen, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

19 Vorgedämmte flexible PEX Rohre

Anwendungen

Vorgedämmte PEX Rohre werden im Bereich Fernwärme als Hauptleitungen und Abzweigleitungen eingesetzt.

Die Eigenschaften des PEX-Mediumrohres bewirken, dass Dehnung nicht zu berücksichtigen ist, da das System durch die Reibung gegen den umgebenden Boden fixiert wird, und die Dehnung in die flexiblen Mediumrohren aufgenommen wird.

Infolge der Flexibilität, des niedrigen Gewichtes, und langer Längen wird die Montagearbeit schnell und wirtschaftlich.

Vorgedämmte PEX Rohre sind als Einzel – und Doppelrohrausführung erhältlich. Geliefert werden die Rohre in Rollen. Die Längen sind abhängig von der Dimension der Ummantelung – siehe folgende Tabelle.

Verlegt werden können die Rohre nebeneinander und übereinander. Das erfordert einen schmalen Rohrgraben, wodurch die Tiefbaukosten minimiert werden.

Dank des schnellen Verlegens, Montierens und laufender Verfüllung des Rohrgrabens wird der Normalzustand in kurzer Zeit wiederhergestellt. Auf diese Weise werden Behinderungen für Anwohner und Verkehrsteilnehmer so gering wie möglich gehalten.

Einzelrohr

Mediumrohr		Umantelung
Außen in mm	Wandstärke in mm	Außen in mm
20	2,0	90
25	2,3	90
32	2,9	90
40	3,7	90
40	3,7	110
50	4,6	110
50	4,6	125
63	5,8	125
63	5,8	140
75	6,8	140
75	6,8	160
90	8,2	160
90	8,2	180
110	10,0	180
110	10,0	200
125	11,4	180
125	11,4	200
140	12,7	200

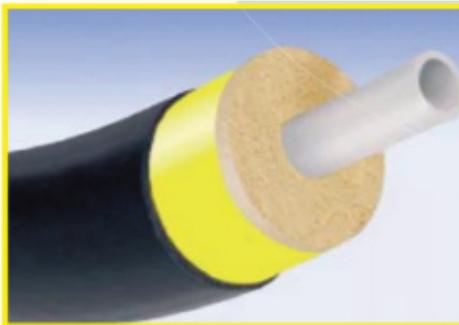
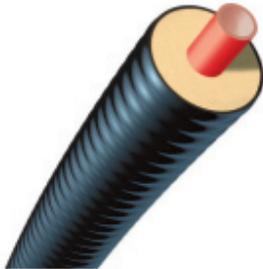
Doppelrohr

Mediumrohr		Umantelung
Außen in mm	Wandstärke in mm	Außen in mm
20/20	2,0	110
25/25	2,3	110
25/25	2,3	125
32/32	2,9	110
32/32	2,9	125
40/40	3,7	125
40/40	3,7	140
50/50	4,6	160
50/50	4,6	180
63/63	5,8	180
63/63	5,8	200
75/75	6,8	200

PEX-Rohre sind auch in 10 bar Rohren, Einzel- und Doppelrohren erhältlich. In Dimensionen von Ø 25mm bis Ø 110 mm und bis zu 75/75 in Doppelrohren.

19.1 Technische und mechanische Eigenschaften

Mediumrohr:	PEXa mit EVOH Sauerstoffdiffusionssperre nach EN ISO 15875
Dämmung:	Polyurethanschaum (PUR) mit besten Wärmedämmeigenschaften
Ummantelung:	gewellt / glatt Polyethylen, PE-HD/PE-LD mit co-extrudierter Diffusionssperre
Rohrnetzüberwachung:	ohne
Dauerbetriebstemperatur:	85°C
Höchsttemperatur 100h/Jahr:	95°C
Betriebsdruck:	6 bar



19.2 Transport und Handhabung

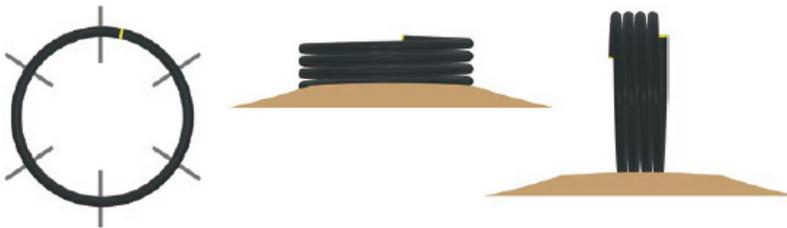
Lagerung

Die Rohre sind sicher vor Beschädigungen aufzubewahren.

Flexrohre können entweder stehend oder liegend gelagert werden.

Rohre sollten auf einer steinfreien Oberfläche oder auf einem Flexrohranhänger gelagert werden.

Um zu verhindern, dass die Rohrenden beschädigt werden, sollten die Schutzkappen vor der Installation nicht entfernt werden.



Handhabung

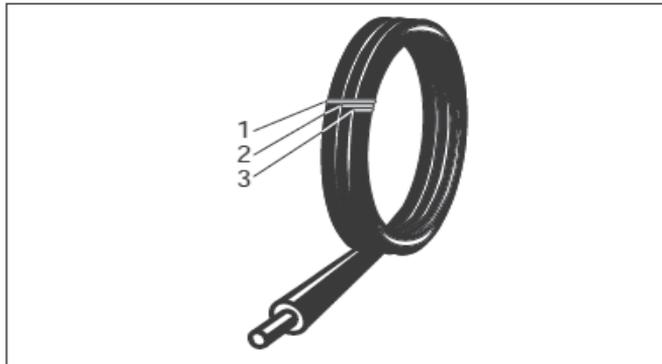
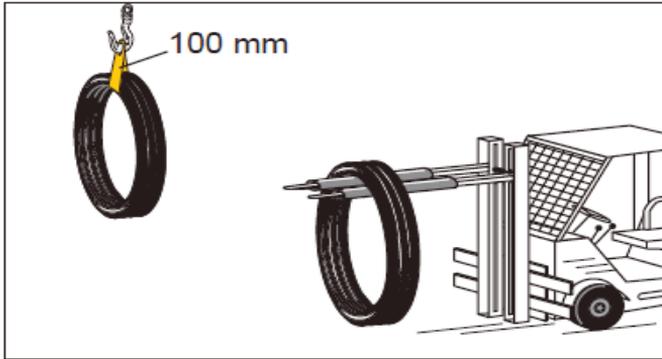
Nur Gurte mit einer Breite von min. 100 mm anwenden.

Bei Handhabung mittels Stapler sind die Gabeln mit Mantelrohr, Gummikissen o.ä. zu schützen.

Bitte nicht alle Fixierbänder auf einmal durchtrennen.

Die Rolle am Anfang der Trasse platzieren. Das erste Band durchtrennen.

Die Rohrrolle bis zum nächsten Band ausrollen und es dann durchtrennen usw.



19.3 Rohrgraben und Reibungsmaterial

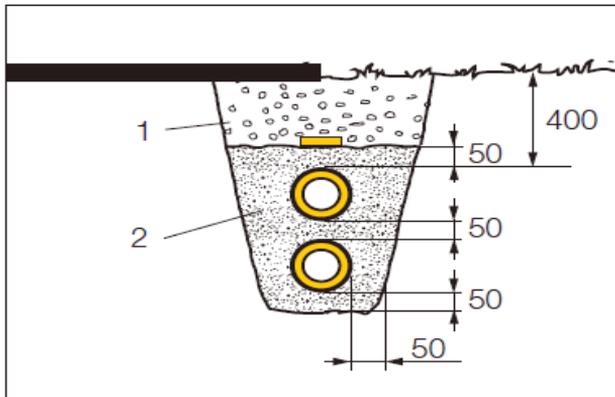
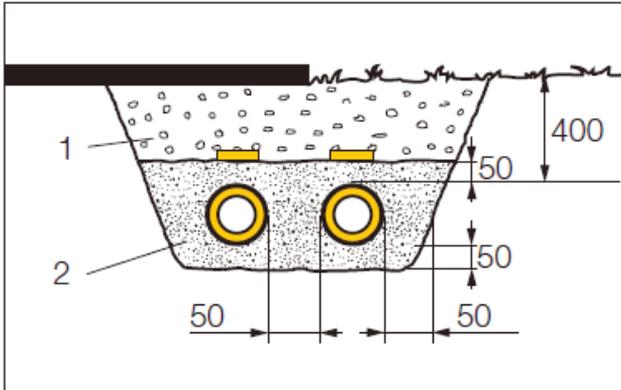
Rohrgraben

Vorgedämmte PEX Rohre werden im Rohrgraben oder durch Anwendung von HDD Bohrverfahren verlegt.

Bei Verlegung in Rohrgraben müssen die Rohre überall von mindestens 50 mm verdichtetem Reibungsmaterial umgeben sein.

Der Rohrgraben ist mit mindestens 400 mm Verfüllmaterial zuzudecken, gemessen vom Scheitel des Rohres zur Unterkante des Asphalts/Betons oder unbefestigten Geländes.

Der Abstand zwischen der Ummantelung soll mindestens 100mm sein. Die Restverfüllung kann mit dem vorhandenen Aushub erfolgen. Vorher ist über jede Rohrleitung ein Trassenwarnband zu legen.



Reibungsmaterial

Bei Verlegung im Rohrgraben müssen die Vorgedämmten PEX Rohre überall von mindestens 50mm verdichtetem Reibungsmaterial umgeben sein.

Max. Körnung:	≤ 32 mm
Max. 10 Gewichtsprozent:	≤ 0,075 mm oder
max. 3 Gewichtsprozent:	≤ 0,020 mm
Regelmäßigkeitskoeffizient, d_{60}/d_{10}	≥ 1,8
Reinheitsgrad:	Das Material darf keine schädlichen Mengen von Pflanzenresten, Humus, Lehm oder Schluffklumpen enthalten

Große scharfkantige Körner, die Rohr und Verbindungen beschädigen können, sind zu vermeiden. Sorgfältige und gleichmäßige Verdichtung ist erforderlich.

19.4 Projektierungsrichtlinien

Dehnung

Vorgedämmte PEX Rohre ist ein flexibles Rohrsystem, das keine Sondermaßnahmen bei Erdverlegung fordern.

Es ist selbstkompensierend, und wegen der Eigenschaften des PEX-Mediumrohres ist es nicht notwendig die Dehnung in erdverlegten Systemen zu berücksichtigen.

Beim Anschluss von Vorgedämmten PEX Rohren an ein vorgedämmtes Stahlrohr ist zu sichern, dass zu große Bewegungen nicht vom Stahlrohr in das Vorgedämmte PEX Rohr System übertragen werden.

Das wird dadurch gesichert, dass der Übergang vom Stahl zu den Vorgedämmten PEX Rohren an einem Abzweig oder nach einem Bogen erfolgt. Bei einem Übergang direkt im Anschluss an eine Stahlrohrleitung, darf die Länge der Stahlrohrleitung 14 m nicht übersteigen.

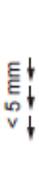
Beim Abzweigen mit Vorgedämmte PEX Rohre von einer Stahlrohrleitung ist zu sichern, dass Bewegungen in der Hauptleitung nicht in die Abzweigung übertragen werden. Nähere Einzelheiten hierüber, siehe folgende Abbildung.

Längen der Abzweigung und Einführung in Gebäuden

Abzweigpunkt	Abzweigung	Einführung in Gebäude	
		Bewegung nicht erlaubt	Bewegung erlaubt
			

Bitte sprechen Sie für Ihr Projekt entsprechende Angaben den Rohrersteller an.

Die Hauptleitung

Hauptleitung mit Stahlmediumrohr	Abzweigleitung	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

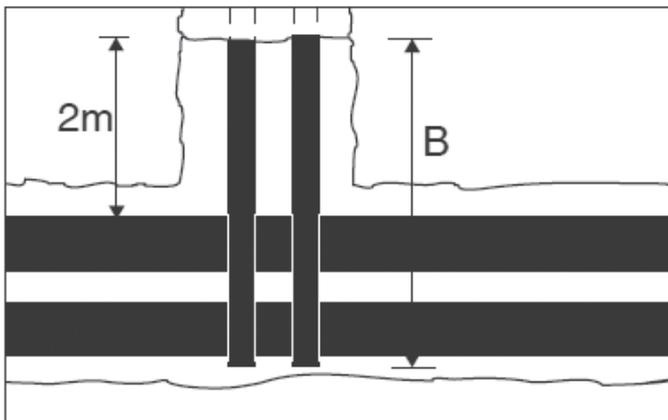
19.4 Anschluss an Hauptleitung

Eine fehlerfreie Montage von Mediumrohr-Anschlüssen und Montageformteilen ist am besten zu erreichen, wenn die vorgedämmten PEX-Rohre vor Beginn der Montage gerade ausgerichtet sind.

Die Rohrenden lassen sich am besten vor Abschneiden der gewünschten Länge von der Rohrrolle ausrichten.

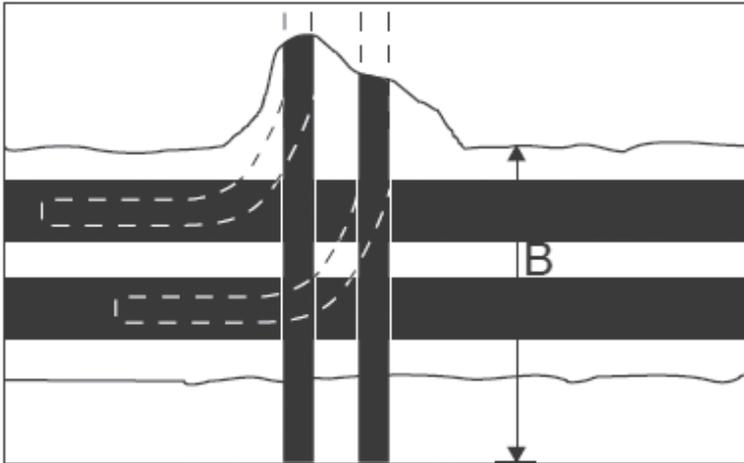
Bei winkelsechtem Anschluss an eine Hauptleitung müssen aus Rücksicht auf die spätere Montage der Pressverbindungen mindestens 2 m des Rohrgrabens offen bleiben.

$B = \text{Mindestlänge eines ausgerichteten Rohrendes} = 2 \text{ m} + \text{Mindestbreite des Rohrgrabens.}$



Paralleler Anschluss an eine Hauptleitung. Bedingt durch die Platzverhältnisse sind Vorgedämmte PEX Rohr, die nach dem Bohrverfahren verlegt worden sind, immer parallel an die Hauptleitung anzuschließen.

B = Mindestlänge eines ausgerichteten Rohrendes = 2 m + Mindestbreite des Rohrgrabens.



Biegen

Biegeradius

Bei Richtungsänderungen kann das Vorgedämmte PEX Rohr vor Ort mit einem Biegewerkzeug zum Mindestbiegeradius R gebogen werden.

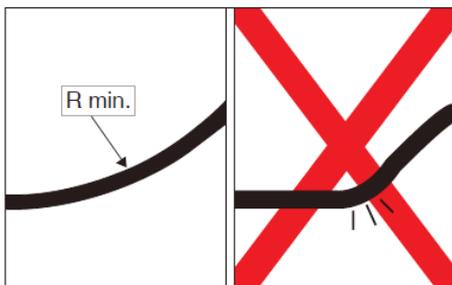
Die Flexibilität vom Vorgedämmten PEX Rohren hängt von der Temperatur des Rohres ab.

Bei Temperaturen unter 5°C ist das Mantelrohr vor dem Ausrollen oder Biegen mit einem Gasbrenner auf handwarm zu erwärmen.

Vorgedämmten PEX Rohre in einer weichen Kurve biegen.

Der Mindestbiegeradius ist von der Dimension abhängig. Für den genauen Biegeradius kontaktieren Sie den Rohrhersteller.

Die Rohre nicht über eine scharfe Kante biegen.

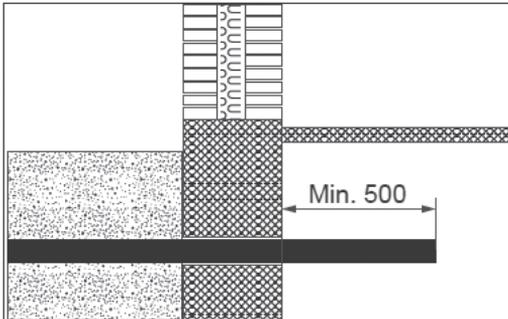


Für den genauen Biegeradius kontaktieren Sie den Rohrhersteller.

19.5 Hausanschlüsse

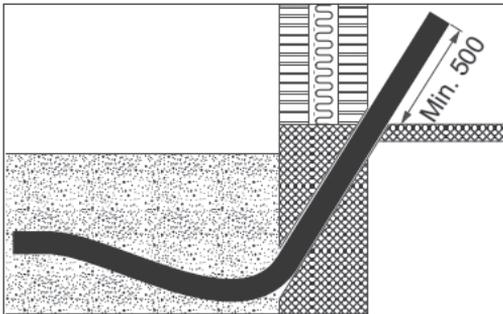
Bei einem Hausanschluss durch ein gegossenes Abschlussrohr oder durch gerade oder schräge Durchbohrung der Grundmauer ist der Abschluss des Vorgedämmte PEX Rohres in der Grundmauer in dem gleichen Arbeitsgang wie die Verlegung und das Einsanden vorzunehmen.

Die Durchbohrung der Grundmauer erfolgt somit gleichzeitig mit oder vor der Verlegung der Rohre.



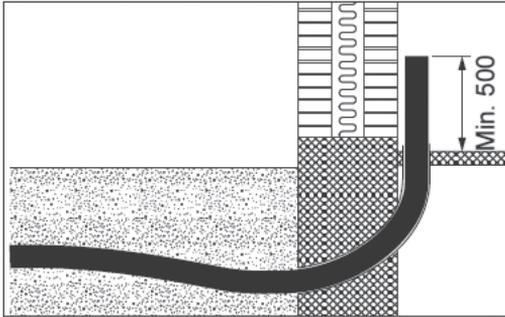
Schräg gebohrte Einführung

Für alle Montagen im Gebäude ist ein min. 500 mm langes Rohrende vorzusehen



Gegossenes Abschlussrohr

Für die Montage im Gebäude ist ein min. 500 mm langes Rohrende vorzusehen.



Bei Mauerdurchführungen über der Erde in Verbindung mit einem Schrank muss vor der Gebäudemauer ein 2 m langer, offener Rohrgraben für die spätere Rohrdurchführung zur Verfügung sein.

NB! Ein Vorgedämmte PEX Rohr von angemessener Länge muss für die spätere Mauerdurchführung und inwendige Montage vorgesehen sein.

$$L_{\min} = 2 \text{ m} + H + B + 0,5 \text{ m}$$

Verarbeitung

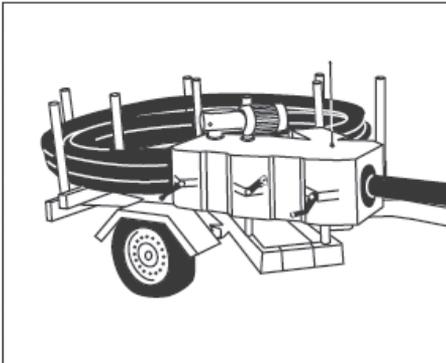
Kürzen

Das Vorgedämmte PEX Rohr wird in Rollen geliefert.

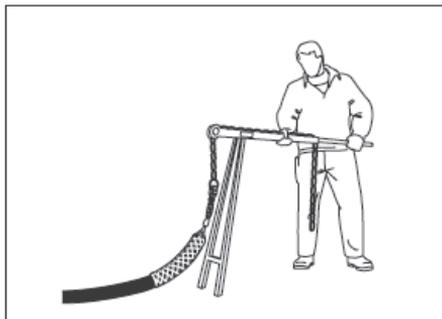
Die gewünschte Länge mit einer geeigneten Säge in einem winkelrechten Schnitt abschneiden.

Um das Ausmessen zu vereinfachen, ist das Mantelrohr des Vorgedämmte PEX Rohres mit einer fortlaufenden Meterangabe versehen.

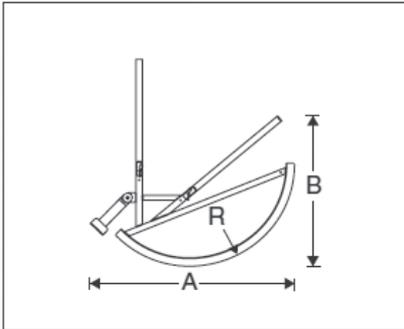
Montagewerkzeuge



Transport und abrollen



Zugwerkzeug



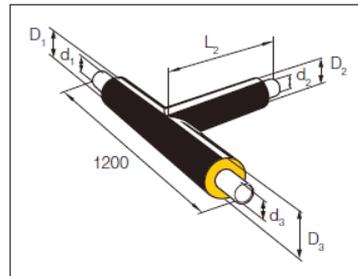
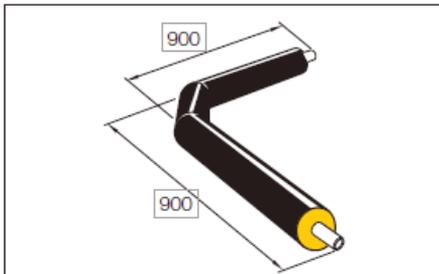
Biegewerkzeug

Formteile

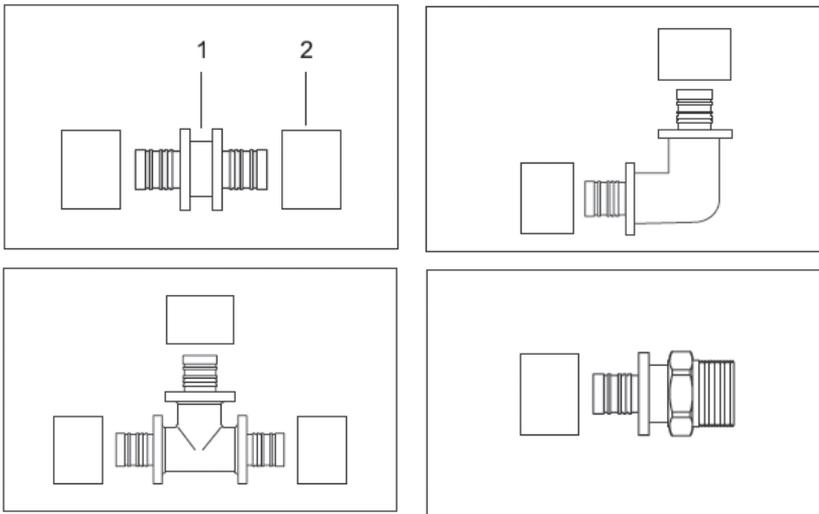
Für Vorgedämmte PEX Rohre können vorgedämmte Fittings mit Mediumrohr aus PEX verwendet werden.

Bögen; Kupplungen; T-Stücke mit PEX-Mediumrohr werden mit Presskupplungen, die in der Dämmung eingebettet sind, hergestellt.

Presskupplungen mit Schweißende werden gesondert gekauft und vor Ort angeschweißt.



Für aktuelle Schenkellängen wenden Sie sich an den aktuellen Hersteller.



Autoren des Kapitels

Jürgen Schütze, BRUGG Rohrsysteme GmbH

Mario Meißner, LOGSTOR GmbH

Jakob Sørensen, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

20 Aluminium und PEX (Alupex)

Das vorisolierte flexible Alupex ist ein Metallkunststoffverbundrohrsystem. Das Rohr besteht aus einem Pex Innen-Layer – Aluminiumschicht - PE Ausser-Schicht und einem PE-LLD-Mantelrohr.

Eine flexible Schicht aus Polyurethanschaum verbindet sie zu einer festen Sandwichstruktur.

Die flexible Isolierung und das PE-LLD-Mantelrohr bieten die Flexibilität, während das mehrschichtige Rohr während der Installation formstabil bleibt. Das Rohr ist daher während der Installation von Abzwegleitungen leicht anpassbar, wodurch die Installation schnell und effizient ist.

Das Mediumrohr ist gegen Sauerstoff- und Wasserdiffusion geschützt. Die integrierte Aluminium-Diffusionsbarriere zwischen Mantelrohr und Polyurethanschaum gewährleistet eine optimale Isolierung und einen geringen Wärmeverlust, während der gesamten Lebensdauer des Systems.



Die Struktur des Metallkunststoffverbundrohrsystem "Alu Pex".
Alu Pex wird auch MSR-rohre = Mehrschichtverbundrohre genannt.

Die vorisolierten Alupex-Rohre werden mit verschiedenen Manteltypen hergestellt. Ein glatter Mantel sowie verschiedene Arten von Ummantelungen mit Wellen.

Aufgrund seiner Verfügbarkeit in kleinen Abmessungen, ist es ideal für Hausanschlüsse und hält höhere Temperaturen stand, als dass Standard-Pex-Rohr ohne die eingebaute Aluminiumschicht.

Alupex - Eigenschaften und Vorteile

- Alupex ist ausgelegt für einen Druck von 10 bar und einer Dauerbetriebstemperatur von 95°C.
- Die Diffusionsfolie aus Aluminium gewährt eine optimale Dämmung und einen niedrigen Wärmeverlust während der gesamten Lebensdauer des Systems.
- Das Mediumrohr ist vor Sauerstoff- und Wasserdampfdiffusion geschützt.
- Die flexible Dämmung und das PE-LLD-Mantelrohr bieten maximale Flexibilität, und das Multilayer-Rohr ist formstabil.
- Schnelle und effektive Montage sowie einfache Anpassung des Rohres bei der Verlegung von Hausanschlüssen.

Die Konstruktion von vorisolierten Alupex Rohren



Alupex

Max. Betriebsdruck: 10 bar

Durchmesser: 16 mm bis 32 mm

Max. Dauerbetriebstemperatur: 95°C

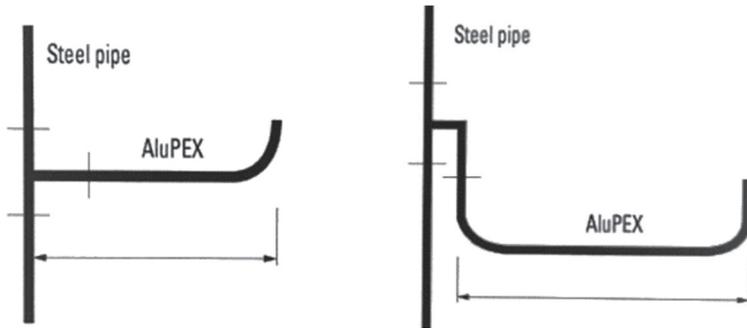
Max. Betriebstemperatur: 110°C

Verlegevorschriften

Wenn Sie AluPEX an ein bestehendes Netzwerk anschließen, müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Es wird empfohlen, sich an den Hersteller des vorisolierten flexiblen AluPEX-Rohrs zu wenden, um sicherzustellen, dass die korrekten Installationsanweisungen befolgt werden.

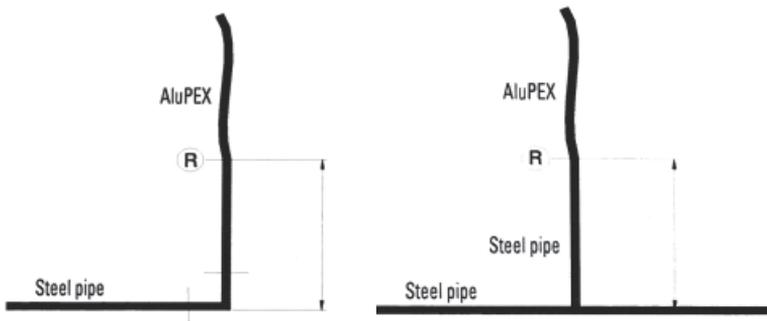
Beispiele für Verbindungen zum bestehenden Stahlnetz:

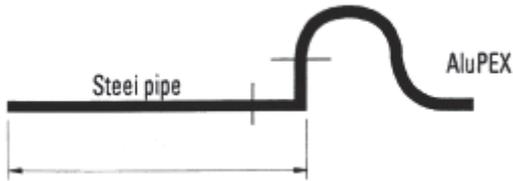
Anschluss an Abzweiger



Wo AluPEX mit traditionellen Stahlrohren verbunden werden, wie oben mit den vorgefertigten geraden Abzweigungen (Abb. 1), oder parallelen Abzweigungen (Abb. 2). Die Verleger sollte sich an den jeweiligen Rohrhersteller wenden, um über die zulässige Länge des AluPEX-Rohrs informiert zu werden.

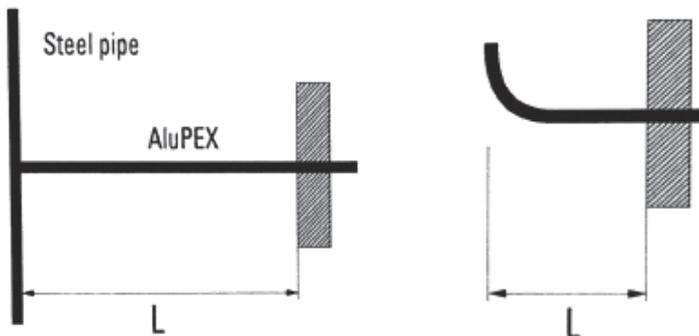
Anschluss an Stahl Rohre





Wenn Alupex in Verlängerung von traditionellen Stahlrohrsystemen wie oben mit einem Stahlrohr verbunden sind, das fixiert ist (Abb. 3), mit einem Stahlrohr das nicht fixiert ist (Abb. 4), oder wenn Alupex mit einem längeren Stahlrohr verbunden ist (Abb. 5). Der Verleger sollte sich an den jeweiligen Rohrhersteller wenden, um über die zulässige Länge der Stahlrohre informiert zu werden, mit denen die Alupex verbunden sind.

Serviceleitungen

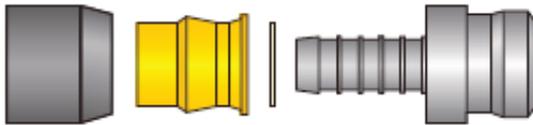


Wenn Alupex entweder direkt von einem festen Punkt (Abb. 6) oder mit einem Expansionsrelief (Abb. 7) in das Gebäude geführt wird, müssen Überlegungen angestellt werden, ob Bewegungen innerhalb des Gebäudes akzeptiert werden können oder nicht. Die Verleger sollte sich an den jeweiligen Rohrhersteller wenden, um über die zulässige Länge des Alupex-Rohrs informiert zu werden.

Verbindungstechnik

Alupex-Rohre können auf verschiedene Arten verbunden werden. Bei der Fernwärme werden jedoch oft Pressverbindungen verwendet die aus drei Teilen bestehen. Ein Pressring wird axial über das Pex-Rohr gedrückt, dass an der Stützhülse am Kupplungskörper montiert ist und mit einer Quetschhülse zwischen Pressring und Alupexrohr verpresst wird.

Beispiel eines Pressschweißanschlusses für Alupex



Pressverbindungen mit einem Stahlende zum Verbinden durch Schweißen an das bestehendes KMR-Fernwärmesystem, werden oft im Verbindung mit Hausanschlüsse verwendet und Innen im Haus einen Pressanschlüsse mit Außengewinde werden bevorzugt verwendet.

Sonst sind die Pressverbindungen in den Standardausführungen verfügbar.

Alle Typen von Pressverbindungen sind so zugelassen, dass sie nur mit Presswerkzeugen verwendet werden dürfen, die vom Hersteller / Lieferanten zugelassen sind.

Mantelverbindung

Die verschiedenen Hersteller von vorisolierten Alupex bieten eine Vielzahl von Mantellösungen an. Es wird immer empfohlen, sich an den betreffenden Hersteller zu wenden, um die beste Lösung für den Anschluss der Mantel für die ausgewählten Alupex-Rohre zu finden und sicherzustellen, dass die korrekten Installationsverfahren befolgt werden.

Typen von Muffen

- PEHD + PEX Muffen, die beide mit der Verwendung von Mastix abgedichtet (Bitumen) werden.
- PEHD Muffen die mit Elektroschmelzschweißung abgedichtet werden.



Alle drei oben genannten Lösungen für Mantelverbindungen haben gemeinsam, dass sie entweder mit einer flüssigen 2-Komponenten-PUR-Schaumlösung (aus Kanister oder 2-Komponenten-Schaumtüte) isoliert sind. Oder es werden Isolierhalbschalen (PUR) mit weichem Kern eingesetzt, die Zusammen mit einer wärmeschrumpfenden Folie mit Mastix abgedichtet werden.



- Sandwichabzweiger und -Bögen aus Glasfaser, abgedichtet mit Klebeband (Mastix auf PIB-Basis).
- Halbschalen mit Clip-System und mit Dichtringen abgedichtet.



Alle oben genannten Lösungen für Mantelverbindungen haben gemeinsam, dass sie entweder mit einer flüssigen 2-Komponenten-PUR-Schaumlösung (aus Kanister oder 2-Komponenten-Schaumtüte) isoliert sind.

Bei genaueren Fragen zu den genauen Daten der verfügbaren vorisolierten Alupex-Rohre, den Vorsichtsmaßnahmen bei der Installation, oder der allgemeinen Handhabung, wird immer empfohlen Kontakt mit dem betreffenden Hersteller aufzunehmen.

Autoren des Kapitels

Jürgen Schütze, BRUGG Rohrsysteme GmbH

Mario Meißner, LOGSTOR GmbH

Jakob Sørensen, isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH

21 Mitgliedsunternehmen des BFW



3S Antriebe GmbH

Schichauweg 52

12307 Berlin, DE

www.3s-antriebe.de



4 pipes GmbH

Sigmundstrasse 182

90431 Nürnberg, DE

www.4pipes.de



BASF Polyurethanes GmbH

Elastogranstr. 60

49448 Lemfoerde, DE

www.polyurethanes.basf.eu



Böhmer GmbH

Gedulderweg 95

45549 Sprockhövel, DE

www.boehmer.de



BRUGG Rohrsystem AG

Brugg Rohrsystem AG

Industriestrasse 3

5314 Kleindöttingen, CH

www.bruggpipes.com



BRUGG Rohrsysteme GmbH

BRUGG Rohrsysteme GmbH

Adolf Oesterheld-Str. 31

31515 Wunstorf

www.bruggpipes.com

BRUGG
Pipes

BRUGG German Pipe GmbH

BRUGG German Pipe GmbH

Darrweg 43
99734 Nordhausen

www.bruggpipes.com

BROEN

VALVE TECHNOLOGIES

BROEN A/S

Skovvej 30
5610 Assens, DK

www.broen.com

 **Covalence**[®]
Heat Shrinkable Technology
SEALFORLIFE

Covalence / Seal For Live

Industries BVBA
Nijverheidsstraat 13
2260 Westerlo, B

www.sealforlife.com

HPW GmbH 

**HPW Industrievertretungs-
gesellschaft mbH**

Siemensstraße 27 a
67454 Haßloch/Pfalz, DE

www.hpw-fernwaerme.de

ifw DEUBEN
Ing. - Gesellschaft für Wärmetechnik mbH

**IFW Ing.-Gesellschaft für
Wärmetechnik mbH**

Karl Liebknecht Str. 19
06682 Teuchern/OT Deuben, DE

www.ifwdeuben.de

ISOBRUGG

Isobrugg Stahlmantelrohr GmbH

Zum Hämeler Wald 21
31275 Lehrte-Arpke, DE

www.isobrugg.de



Isoplus Fernwärmetechnik GmbH

Schachtstraße 28
99706 Sondershausen, DE

www.isoplus.de



**isoplus Fernwärmetechnik
Vertriebsgesellschaft mbH**

Aisinger Straße 12
83026 Rosenheim, DE

www.isoplus.de



Klinger Fluid Control GmbH

Richard Klinger Str. 37
65510 Idstein, DE

www.klinger-kfc.de



KMR Service GmbH

Gewerbepark 3
17039 Trollenhagen, DE

www.kmr-fernwaerme.de



Lancier Monitoring GmbH

Gustav-Stresemann-Weg 11
48155 Münster, DE

www.lancier-monitoring.de



LOGSTOR Deutschland GmbH

Große Elbstr. 145C
22767 Hamburg, DE

www.logstor.com/de



PSI Products GmbH

Ulrichstrasse 25
72116 Mössingen, DE

www.psi-products.de



RAV Armaturen GmbH

Am Walzwerk 5
45525 Hattingen, DE

www.rav-valve.com



STURM Isotech GmbH & Co. KG

Benzstraße 21b
38446 Wolfsburg, DE

www.sturm-isotech.de

22 Quellenverzeichnis

22.1 Normen und Regelwerke

Gültige Normen und Regelwerke zum Zeitpunkt der Drucklegung

[1] AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

- AGFW - Regelwerk FW 401

Zertifizierung von Rohrleitungsbauunternehmen

- AGFW - Arbeitsblatt FW 601

Zertifizierung von Rohrleitungsbauunternehmen

- AGFW - Arbeitsblatt FW 603

Muffenmontage an Kunststoffmantelrohren (KMR) und flexiblen Rohrsystemen,
Prüfung von Muffenmonteuren

- AGFW - Arbeitsblatt FW 605

Zertifizierung von Muffenmontageunternehmen

[2] Gesetze und Vorschriften

- BGV A 1, BGV A 3, BGV C, BGV D - Unfallverhütungsvorschriften
- BG RCI - Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

[3] DIN Normen

- DIN 18195 - Bauwerksabdichtungen
- DIN 18196 - Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- DIN 18300 - Erdarbeiten
- DIN 30672 - Organische Umhüllungen für den Korrosionsschutz von in Böden und Wässern verlegten Rohrleitungen für Dauerbetriebstemperaturen bis 50 °C ohne kathodischen Korrosionsschutzbänder und schrumpfende Materialien
- DIN 4124 - Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

[4] DVS Richtlinien

- DVS - Richtlinie 2207-1 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD
- DVS - Richtlinie 2207-5 Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen - Schweißen von PE-Mantelrohren - Rohre und Rohrleitungsteile
- DVS - Richtlinie 2212-4 Prüfung von Kunststoffschweißern - Schweißen von PE-Mantelrohren - Rohre und Rohrleitungsteile

[5] Europäische Normen

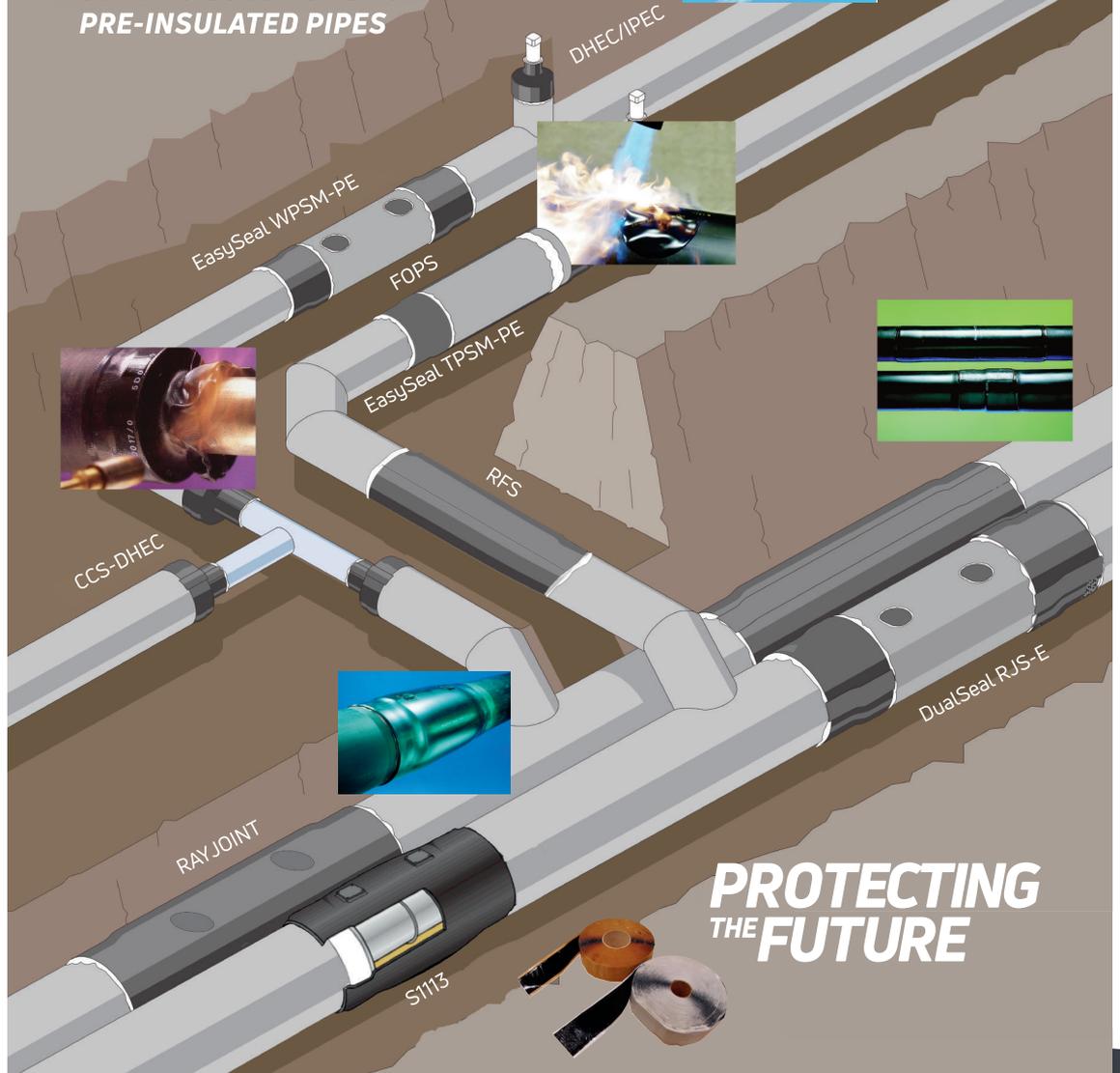
- DIN EN 253 - Fernwärmerohre – Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze-Verbundrohrsystem
- DIN EN 448 - Fernwärmerohre - Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze-Verbundformstücke
- DIN EN 489 - Fernwärmerohre – Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze – Rohrverbindungen
- DIN EN 12068 Kathodischer Korrosionsschutz – Organische Umhüllungen für den Korrosionsschutz von in Böden und Wässern verlegten Stahlrohrleitungen im Zusammenwirken mit kathodischem Korrosionsschutz – Bänder und schrumpfende Materialien
- DIN EN 13941 Auslegung und Installation von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für die Fernwärme

[6] VdS 2869 - Umgang mit Flüssiggasflaschen

[7] TRGS 430 - Technische Regeln für Gefahrstoffe

ABDICHTLÖSUNGEN FÜR VORGEDÄMMTE ROHRE

SEALING SOLUTIONS FOR
PRE-INSULATED PIPES



PROTECTING
THE FUTURE

 **Covalence**[®]
Heat Shrinkable Technology

 **SEALFORLIFE**
Industries



sealforlife.com

Bei uns sind Ihre Fernwärmeleitungen in guten Händen



Angefangen bei der baubegleitenden Planung bis hin zur sachkundigen Netzüberwachung – wir sind Spezialisten rund um den Fernwärmeleitungs-
bau und unterstützen Energieversorger, Netzbetreiber, Rohrleitungsbauer und Ingenieurbüros.

Zertifiziert

nach AGFW-Arbeitsblatt FW 605



✦ **Beratung und Planung** sowie Umsetzung von Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Planung und Erweiterung von Nah- und Fernwärmenetzen



✦ **Netzüberwachung** für Nah- und Fernwärmeleitungen

✦ **Fehler- und Leckagenortung** unter Einsatz neuester Prüf- und Messtechniken



✦ **Reparaturen** schadhafter Fernwärmeleitungen

✦ **Qualitätssicherung** durch baubegleitende Qualitätskontrollen und Hilfestellung bei technischen Abnahmen

✦ **Nachdämmarbeiten und Muffenmontage** an vorisolierten KMR-Systemen aller gängigen Hersteller und an HDPE-Montageformteilen (bis Dimension DIA 1200)

✦ **Lieferung** von KMR-Sonderformteilen (vorge-dämmte Erdeinbauarmaturen, Hülsrohre, etc.) sowie Leckwarnsystemkomponenten.

STURM Isotech GmbH & Co. KG
Benzstraße 21b
38446 Wolfsburg
info@sturm-isotech.de
www.sturm-isotech.de
Telefon +49 (0) 5361 893773-0



www.  4pipes.de



**Sicher dicht!
Mauerdurchführungen
4 pipes**



4 pipes GmbH
Sigmundstraße 182 • 90431 Nürnberg
Telefon: +49 (0)911 81006-0 • Telefax: +49 (0)911 81006-111
E-mail: info@4pipes.de • www.4pipes.de

ISOBRUGG

Stahlmantelrohr



Copyright Foto: NV Vattenfall Amsterdam, Rooie Peper vof

**Amsterdam (NL) –
Stahlmantelrohrleitung für
Fernwärmeversorgung,
Verlegung im Horizontal
Directional Drilling –
HDD-Verfahren zwischen
„Olympisch Stadion“ und
Riekerhaven**

- Fernheizwasser: 130°C, 26 bar(a), DN 500/ 80 mm/
DN 800, Erweiterung DN 900
- Länge des HDD-Abschnittes: 2 x 1.080 m mit thermischer
Vorspannung des Innenrohres gegen das Mantelrohr
- Landleitungen: Stahlmantelrohrbögen DN 500/ 80 mm/
DN 900 mit Radius 5.080 mm/14 Segmenten und Radius
2.540 mm/7 Segmenten

Bauherr: NV Vattenfall Amsterdam
Planung: Amsterdam Engineering
Verlegung: Denys Engineers en Contractors B.V.
Partner: Weijers Waalwijk B.V.

**ISOBRUGG Stahlmantelrohr GmbH · Zum Hämeler Wald 21 · 31275 Lehrte
Telefon 0049 (0)51 75-9210-0 · E-Mail info@isobrugg.de · www.isobrugg.de**



PIONEERS IN INFRASTRUCTURE

ROHRSYSTEME FÜR DIE ZUKUNFT

Die Lösung Ihrer Probleme ...

... sind die effizienten Rohrsysteme von BRUGG für den Einsatz in Fernwärmenetzen. Sie sind flexibel, selbstkompensierend und selbstentlüftend.

Ob FLEXWELL-Fernheizkabel®, das flexible Stahlmantelrohr, ob die CASAFLEX®-Hausanschlussleitung oder CALPEX®, das Kunststoffrohr mit den hervorragenden Dämmwerten: Wir haben für jeden Einsatz die richtige Rohrleitung.

Seit über 50 Jahren sind wir führend in Kompetenz und Qualität bei der Herstellung flexibler Fernwärmerohre. Rufen Sie uns an, wir beraten Sie gerne!

BRUGG Rohrsysteme GmbH
Adolf-Oesterheld-Straße 31 · 31515 Wunstorf · Germany
T +49 5031 170-0 · info.brg@brugg.com · brugg.de

BRUGG
Pipes

**UNSERE
PRODUKTE
AGIEREN
MEIST**

UNDER COVER



BÖHMER Kugelhähne helfen Kunden auf der ganzen Welt, ihre Fernwärmenetze über viele Jahre hinweg störungsfrei zu betreiben. Dabei bleiben sie Dank ihrer hohen Sicherheit und Wartungsfreiheit meist unbemerkt – jedoch immer sehr geachtet.

**UND WIR SORGEN DAFÜR,
DASS ES LANGE SO BLEIBT!**



BÖHMER KUGELHÄHNE
UNSERE ERFAHRUNG – IHRE SICHERHEIT

BRUGG

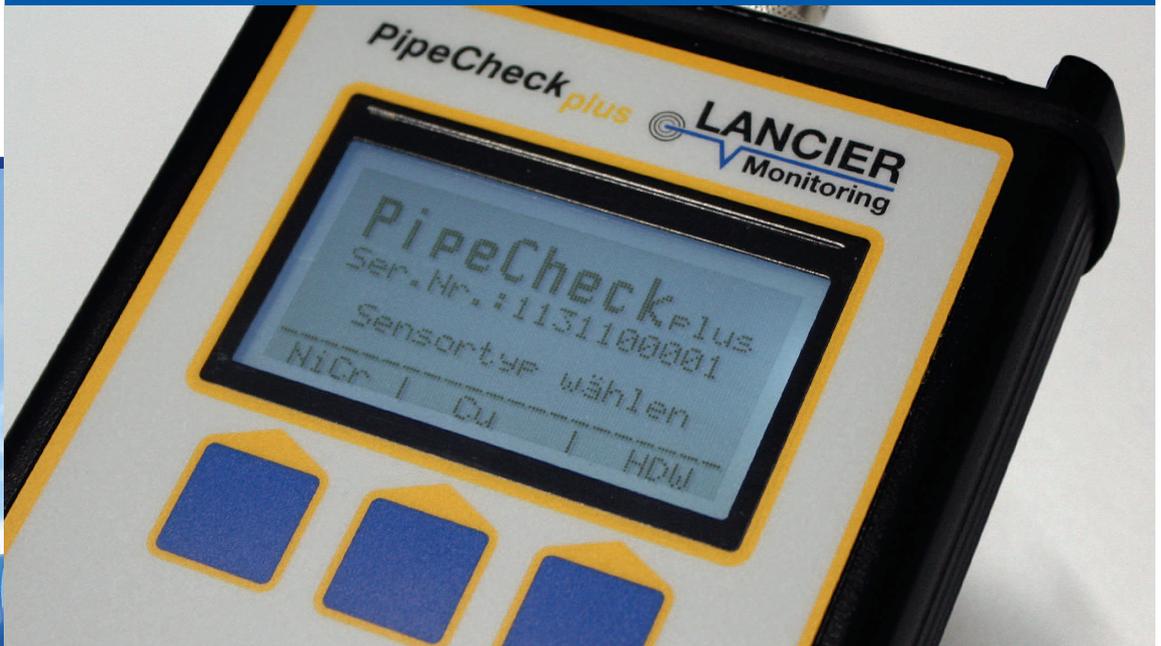
Pipes

PIONEERS IN INFRASTRUCTURE



BRUGG German Pipe GmbH · Darrweg 43 · 99734 Nordhausen · Germany
+49 (0)36 31 462 67 0 · germanpipe@brugg.com · bruggpipes.com

Damit Fernwärme
dort ankommt, wo sie soll!



Fernwärmerohr-Überwachung von LANCER Monitoring

**Erkennen und Orten von Leckagen bevor
kostenintensive Schäden auftreten.**

Vertrauen Sie auf mobile und stationäre
Überwachungslösungen vom Spezialisten
mit über 50 Jahren Erfahrung.



LANCIER Monitoring GmbH

Gustav-Stresemann-Weg 11 • 48155 Münster

Tel. +49 (0) 251 674 999-0

• info@lancier-monitoring.de

• www.lancier-monitoring.de

isoplus[®]

Energie die ankommt.



www.isoplus.de



**Der NACHHALTIGKEIT verpflichtet.
QUALITÄTSPRODUKTE für die Energiewende.**

isoplus Fernwärmetechnik Vertriebsgesellschaft mbH • Aisinger Straße 12 • D-83026 Rosenheim
Telefon: +49 8031 / 6 50 - 0 • Fax: +49 8031 / 6 50 - 110 • Email: info@isoplus.de

The image shows a large, silver industrial pipe lying on a gravel path that stretches into the distance. The pipe has two red end caps. The background features a green field, a fence, and a blue sky. The overall scene is a rural landscape.

LOGSTOR

www.logstor.com

Die effektivste Lösung verdient die richtige Installation ●

LOGSTOR Deutschland GmbH
Große Elbstraße 145c
D-22767 Hamburg

Tel. +49 (0) 40 5409046 00
Fax +49 (0) 40 5409046 60
info@logstor.de









