

DIN EN 13941-2



ICS 23.040.10; 91.140.10

Entwurf

Einsprüche bis 2016-10-05
Vorgesehen mit
E DIN EN 13941-1:2016-09
als Ersatz für
DIN EN 13941:2010-12

**Fernwärmerohre –
Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und
Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte
Heizwasser-Fernwärmenetze –
Teil 2: Installation;
Deutsche und Englische Fassung prEN 13941-2:2016**

District heating pipes –
Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly
buried hot water networks –
Part 2: Installation;
German and English version prEN 13941-2:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-08-05 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nhrs@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 192 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13941-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme und Fernkälte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS (Dänemark) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 041-01-12 AA „Werkmäßig gedämmte Mantelrohre für Fernwärme (SpA CEN/TC 107)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS) verantwortlich.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 13941-2 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13941:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Abschnitte, die sich auf die Installation beziehen wurden in die DIN EN 13941-2 verschoben.

CEN/TC 107

Datum: 2016-07

prEN 13941-2:2016

CEN/TC 107

Sekretariat: DS

Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heizwasser-Fernwärmenetze — Teil 2: Installation

Élément introductif — Élément central — Partie 2 : Élément complémentaire

District heating pipes — Design and installation of thermal insulated bonded single and twin pipe systems for directly buried hot water networks — Part 2: Installation

ICS:

Deskriptoren

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Symbole	11
4 Beschaffung	12
4.1 Hersteller der Rohrleitungskomponenten	12
4.2 Unternehmen, die Muffenverbindungen und PE-Schweißungen vornehmen	12
5 Allgemeine Anforderungen	13
6 Erforderliche Eingabeinformationen	14
6.1 Dokumente aus der Auslegungsphase	14
6.2 Dokumente der Hersteller	14
6.3 Dokumente aus der Gesetzgebung und Informationen zu bestehenden Konstruktionen und Untergrundsystemen	14
6.3.1 Allgemeines	14
6.3.2 Behördliche Anforderungen und Verordnungen	14
6.3.3 Dokumente zu bestehenden Untergrundsystemen	15
6.4 Schaltplan	15
7 Qualitätssicherung	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 Verlegung und Zulassung	17
8 Baustellenvorbereitung	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Baustellenzugang	18
8.3 Ausrüstung und Material	18
9 Grabenerstellung	18
9.1 Allgemeines	18
9.2 Grundwasserentnahme	19
9.3 Verlegung der Rohrleitungen, die anderen Konstruktionen und bestehende Leitungen kreuzen oder parallel zu diesen verlaufen	20
9.4 Aufgrabungen bei Überkreuzungen von oder parallel zu bestehenden Fernwärmeleitungen, Reduzierung der Bodenüberdeckung, usw.	20
10 Transport und Lagerung von werkmäßig gedämmten Rohrelementen und anderen Materialien	20
10.1 Allgemeines	20
10.2 Transport und Lieferung	21
10.2.1 Be- und Entladen	21
10.2.2 Prüfen der Lieferung	21
10.3 Lagerung	21
10.3.1 Allgemeines	21
10.3.2 Lagerung von geraden Rohren	22

10.3.3	Lagerung von werkmäßig gedämmten Rohrelementen	22
10.3.4	Lagerung von Mantelrohrverbindungen und anderen Materialien	22
11	Rohrverlegung.....	22
11.1	Allgemeines	22
11.2	Platzierung.....	23
11.3	Schweißen und Prüfung von Schweißnähten	23
11.3.1	Schweißen des Stahlrohres und Prüfung der Stahlschweißnähte	23
11.4	Entlüftung und Trockenlegung	34
11.5	Prüfung auf Dichtheit und Festigkeit	38
11.5.1	Allgemeines	38
11.5.2	Sichtprüfung mit Überdruck durch Luft	39
11.5.3	Sichtprüfung unterhalb des atmosphärischen Druckes durch Luft.....	39
11.5.4	Hydrostatische Prüfung	39
11.6	Verbindungsmuffen.....	44
11.6.1	Qualifizierung der Unternehmen und des Personals.....	44
11.6.2	Verbindungen	44
11.6.3	Vor Ort vorbereitete Komponenten	44
11.7	Überwachungssystem.....	47
11.8	Dehnpolster	49
11.9	Strom- und Telekommunikationskabel der Systeme	51
11.10	Anforderungen des horizontalen Richtbohrers (HDD)	51
11.11	Anforderungen für kritische Orte	51
11.11.1	Wanddurchführungen	51
11.11.2	Verbindungen mit anderen Rohrsystemen	52
11.11.3	Rohrverlegung in Schutzrohren.....	52
11.11.4	Schutz gegen externe Einflüsse für oberirdische Anlagen	53
12	Verfüllung.....	53
12.1	Allgemeines	53
12.2	Verfüllmaterial und Zusammensetzung	54
13	Inbetriebnahme	55
14	Betrieb	55
15	Dokumentation	55
15.1	Informationen zu Betrieb und Instandhaltung	55
15.1.1	Anwendungsbereich.....	55
15.1.2	Dokumentation – Ziele und Nutzen	55
15.1.3	Technische Dokumentation.....	56
15.1.4	Zeichnungen der technischen Dokumentation	60
15.1.5	Bereitstellungsdokumentation	65
15.2	Dokumentation im Anwendungsbereich der PED.....	65
Anhang A (informativ)	Entlüftung und Trockenlegung	66
A.1	Allgemeines	66
A.2	Entlüftungsvorrichtungen.....	66
A.3	Trockenlegungsvorrichtungen.....	67
A.4	Entlüftung neuer Rohrabschnitte.....	67
A.4.1	Entlüftung durch Hausanschlussleitung	67
A.4.2	Entlüftung durch Entlüftungsschränke	68
Anhang B (informativ)	Empfehlungen für das Horizontale Richtbohren.....	69
B.1	Allgemeines	69
B.2	Tiefe unterhalb von Straßen	69
B.3	Mindestzwischenabstände.....	70
B.4	Mäntel und vor Ort hergestellte Mantelrohrverbindungen	70
B.5	Zusammensetzung der Bohrspülung	70

B.6	Bohrspülungsdrücke	71
B.7	Maße und Stabilität des Bohrloches	71
B.8	Ballastierung	72
B.9	Verlegung von Rohrbündeln	72
B.10	Bestimmung der Position und Korrektur der Route	72
B.11	Erfassung und Steuerung der horizontalen Richtbohrung	73
B.12	Bohrtoleranzen	73
B.13	Verifizierung der Auslegung und Methodik für den Rückzug	74
B.14	Bereitstellungsinformationen	74
Anhang C (informativ) Qualifizierung der Monteure, die Verbindungen in werkmäßig gedämmten Verbundrohrnetzwerken herstellen		
C.1	Kenntnisse und Fertigkeiten	75
C.2	Hintergrund der Schulung und Prüfung	75
C.3	Themenbereiche der Schulung und Prüfung	76
C.3.1	Allgemeines	76
C.3.2	Polyethylenmäntel (PE)	76
C.3.3	Überwachung	77
C.3.4	PUR-Schaumstoffsystem	77
C.3.5	Verbindungsarten/Verbindungssysteme	78
C.3.6	Montage der Verbindungen	79
Anhang D (informativ) Qualitätssicherungsprogramm und Dokumentation		83
Anhang E (normativ) Inbetriebnahme		92
E.1	Inbetriebnahme	92
E.1.1	Allgemeines	92
E.1.2	Auffüllen mit Wasser für den Erstbetrieb	93
E.1.3	Überwachungssystem	93
Anhang F (informativ) Betrieb		94
Literaturhinweise		95

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13941-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohre für Fernwärme und Fernkälte“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

EN 13941, *Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von Einzel- und Doppelrohrsystemen aus werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für direkt erdverlegte Warmwassernetzwerke* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Auslegung*
- *Teil 2: Installation*

Dieses Dokument wird die EN 13941:2009+A1:2010 ersetzen.

Einleitung

Diese Norm wurde vom CEN/TC 107/WG 13 „Prefabricated district heating and district cooling pipe system“ vorbereitet.

Entsprechend dem Aufgabengebiet vom CEN/TC 107:

- hat die CEN/TC 107/WG 13 die Aufgabe, Auslegungs-, Berechnungs- und Verlegungsregeln für werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze mit Verbundrohrsystemen festzulegen, die mit EN 253, EN 448, EN 488 und EN 489 abgestimmt sind;
- legt die CEN/TC 107/WG 13 auch Regeln für Funktionsprüfungen von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohrsystemen für erdverlegte Fernwärmenetze fest;
- Die Grundregeln für Auslegung, Berechnung und Verlegung beruhen auf funktionellen Anforderungen;
- Das Ziel der Arbeit ist die Schaffung einer einheitlichen Grundlage für Auslegung, Bau und Betrieb von Fernwärmesystemen, um die Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit des Systems hinsichtlich Umgebung, Umwelt sowie Gesundheit der Bevölkerung sicherzustellen;
- Rohrverbindungen für die Rohrleitungen sind mit EN 489 abgestimmt.

Bei der Anwendung der Norm müssen die verschiedenen Abschnitte, aus denen sie besteht, als voneinander abhängig angesehen werden und können nicht losgelöst als allein stehende Regeln gelten.

Die Revision der EN 13941:2009+A1:2010 umfasst die Aufteilung des Dokuments in zwei separate Bände:

- EN 13941-1, *Auslegung und Installation von werkmäßig gedämmten Verbundrohrsystemen für die Fernwärme — Teil 1: Auslegung*;
- EN 13941-2, *Auslegung und Installation von werkmäßig gedämmten Verbundrohrsystemen für die Fernwärme — Teil 2: Installation*.

Dieser Band (Teil 2) besteht aus einem Hauptteil und sechs Anhängen.

Anhang E ist normativ. Anhänge A, B, C, D und F sind informativ.

Es ist zulässig, zu den in dieser Norm angegebenen Regeln alternative Auslegungsregeln anzuwenden, vorausgesetzt, es ist erwiesen, dass die Alternativregel mit den entsprechenden Grundsätzen übereinstimmt und hinsichtlich der Widerstandsfähigkeits-, Gebrauchstauglichkeits- und Dauerhaftigkeitseigenschaften des Systems mindestens gleichwertig ist.

Diese Norm umfasst eine Anzahl von Anforderungen, die die ordnungsgemäße Bauausführung von Verteilungsnetzen für die Fernwärme sicherstellen sollen.

Die Anforderungen und Regelungen in dieser Norm sollten bewertet und in Übereinstimmung mit den Zielen der Norm und unter angemessener Berücksichtigung der in dem betroffenen Fachgebiet stattfindenden Entwicklungen angewendet werden. Es wird daher angenommen, dass der Anwender der Norm über das erforderliche technische Wissen und ausreichende Kenntnisse der gesetzlichen und weiteren externen Regelungen verfügt, die für die praktische Anwendung der Norm von Bedeutung sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Auslegungs-, Berechnungs- und Verlegungsregeln für werkmäßig hergestellte, wärmegeämmte Einzel- und Doppelrohrverbundsysteme für direkt erdverlegte Netzwerke fest, die für den Dauerbetrieb mit Warmwasser bei unterschiedlichen Temperaturen bis 120 °C und gelegentlichen Spitztemperaturen bis 140 °C sowie bei maximalem Innendruck von 2,5 bar vorgesehen sind. Flexible Rohrsysteme nach EN 15632 liegen nicht im Anwendungsbereich dieser Norm.

Die Norm EN 13941, *Auslegung und Installation von Einzel- und Doppelrohrsystemen aus werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für direkt erdverlegte Warmwassernetzwerke* besteht aus zwei Teilen:

- a) EN 13941-1: Auslegung;
- b) EN 13941-2: Installation.

Die Anforderungen und Bestimmungen in diesem Teil: prEN 13941-2 bilden eine unzertrennliche Einheit mit jenen aus prEN 13941-1. Dieser Teil darf daher ausschließlich in Kombination mit prEN 13941-1 angewandt werden.

Die Grundsätze der Norm können auf wärmegeämmte Rohrleitungssysteme mit Drücken über 2,5 MPa angewendet werden, vorausgesetzt, die Auswirkungen der Drücke werden besonders beachtet.

Angrenzende Rohre, die zum Netz gehören aber nicht erdverlegt sind (z.B. Rohre in Kanälen, Armaturenschächten, oberirdische Straßenüberquerungen usw.), können entsprechend dieser Norm ausgelegt und verlegt werden.

Die Norm setzt die Verwendung von aufbereitetem Wasser voraus, das durch Enthärtung, Entsalzung, Entlüftung, Zusatz von Chemikalien oder auf andere Art und Weise so behandelt worden ist, dass innere Korrosion und Ablagerungen in den Leitungen effektiv vermieden werden.

Diese Norm gilt nicht für Geräte bzw. Anlagen, wie z. B.

- a) Pumpen,
- b) Wärmetauscher;
- c) Kessel, Speicher;
- d) Systeme hinter heimischen Regelstationen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 253+A2:2015, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen*

EN 448, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Verbundformstücke bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen*

EN 489, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüferzeugnissen*

EN 10253-2, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 2: Unlegierte und legierte ferritische Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

EN 13018, *Zerstörungsfreie Prüfung — Sichtprüfung — Allgemeine Grundlagen*

EN 13941-1, *Auslegung und Installation von Einzel- und Doppelrohrsystemen aus werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für direkt erdverlegte Warmwassernetzwerke — Teil 1: Auslegung*

EN 14419, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze — Überwachungssysteme*

EN 15698 (alle Teile), *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmanteldoppelrohre für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Teil 1:*

EN ISO 636, *Schweißzusätze — Stäbe, Drähte und Schweißgut zum Wolfram-Inertgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 636)*

EN ISO 2560, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 2560)*

EN ISO 3452-1, *Zerstörungsfreie Prüfung - Eindringprüfung - Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1)*

EN ISO 3834-1, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 1: Kriterien für die Auswahl der geeigneten Stufe der Qualitätsanforderungen (ISO 3834-1)*

EN ISO 3834-3, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen (ISO 3834-3)*

EN ISO 3834-4, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 4: Elementare Qualitätsanforderungen (ISO 3834-4)*

EN ISO 5579, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Film und Röntgen- oder Gammastrahlen — Grundlagen (ISO 5579)*

EN ISO 5817:2014, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817)*

EN ISO 9606-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1)*

EN ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel (ISO 9712)*

EN ISO 9934-1, *Zerstörungsfreie Prüfung - Magnetpulverprüfung - Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 9934-1)*

EN ISO 10675-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung - Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ISO 10675-1)*

EN ISO 11666, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen - Ultraschallprüfung - Zulässigkeitsgrenzen (ISO 11666)*

EN ISO 14171, *Schweißzusätze — Massivdrahtelektroden, Fülldrahtelektroden und Draht-Pulver-Kombinationen zum Unterpulverschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 14171)*

EN ISO 14174, *Schweißzusätze — Pulver zum Unterpulverschweißen und Elektroschlackeschweißen — Einteilung (ISO 14174)*

EN ISO 14175, *Schweißzusätze — Gase und Mischgase für das Lichtbogenschweißen und verwandte Prozesse (ISO 14175)*

EN ISO 14341, *Schweißzusätze — Drahtelektroden und Schweißgut zum Metall-Schutzgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 14341)*

EN ISO 14731:2006, *Schweißaufsicht — Aufgaben und Verantwortung (ISO 14731:2006)*

EN ISO 14732, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)*

EN ISO 15609-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1)*

EN ISO 15609-2, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 2: Gasschweißen (ISO 15609-2)*

EN ISO 15610, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund des Einsatzes von geprüften Schweißzusätzen (ISO 15610)*

EN ISO 15613, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613:2004)*

EN ISO 15614-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1)*

CEN ISO/TR 15608:2013, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2013)*

EN ISO 16810, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Allgemeine Grundsätze (ISO 16810:2012);*

EN ISO 17632, *Schweißzusätze — Fülldrahtelektroden zum Metall-Lichtbogenschweißen mit und ohne Schutzgas von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 17632)*

EN ISO 17636-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1)*

EN ISO 17636-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren (ISO 17636-2)*

EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637)*

EN ISO 17638, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung (ISO 17638)*

EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640)*

EN ISO 18275, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von hochfesten Stählen — Einteilung (ISO 18275)*

EN ISO 23277, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung von Schweißverbindungen - Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23277)*

EN ISO 23278, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen - Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23278)*

ISO 6761, *Steel tubes — Preparation of ends of tubes and fittings for welding*

3 Begriffe

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe und Definitionen nach EN 13941-1 sowie die folgenden Begriffe.

3.1.1

oberirdische Installation

Installations-, bzw. Verlegemethode bei welcher das Rohr nicht vom Boden umgeben ist

3.1.2

Herstellerdokumente

Dokumente, in denen der Hersteller Anweisungen zur Installation/Verlegung der Bestandteile des Systems, sowie Empfehlungen zur Handhabung, Lagerung auf der Baustelle, dem Schweißen, dem Fügen und der Verfüllung in Übereinstimmung mit den Abschnitten 9 10, 11, und 12 gibt

3.1.3

Schutzrohr

Rohr, welches dem Schutz der Rohrbaugruppe dient

3.1.4

Haupthöhennetz

System zur Festlegung der Höhe über dem Meeresspiegel

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Höhensysteme, bzw. -netze sind national festgelegt, beispielsweise ist das Haupthöhennetz in Deutschland DHHN92

3.1.5

Versorgungsnetzwerk

Gesamtheit aller Leitungen und Einrichtungen eines Versorgungsbetriebs

3.1.6

Netzwerkdokumentation

einheitliche Datenführung in geografischen Informationssystemen und eine graphische Darstellung der Versorgungsnetzwerke, einschließlich der notwendigen Datenerfassung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Netzwerkdokumentation kann auch per Hand geführt werden

3.1.7

Netzwerkinformationssystem

NIS

Informationssysteme für Bereitstellungszeichnungen und Bereitstellungsdaten

3.1.8

Betriebsstatus

Status, welcher angibt, ob eine Netzwerkkomponente in Betrieb, geschlossen, usw. ist

3.1.9

Funktionsunfähige Rohrleitungen

Rohrleitungen, die von den in Betrieb befindlichen Leitungen getrennt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die endgültige Schließung kann den Abbruch der Teile im Versorgungsnetzwerk umfassen. Bei einer eingeschränkten Schließung ist die Wiederinbetriebnahme durch Teile des Versorgungsnetzwerkes oder das gesamte Netzwerk geplant.

3.1.10

Rohrbuch

Sammlung von Daten, um eine Rückführbarkeit von Rohrelementen, Schweißungen und Schweißern zu ermöglichen

3.1.11

Rückzug

Phase in welcher die Rohrleitung in das Richtbohrloch hineingezogen wird

3.2 Symbole

Tabelle 1 — Liste der Symbole

Symbol	Bezeichnung	Einheit
A	Fläche	mm ²
a	Abstand zwischen Oberschicht der Straße und dem Bohrloch	
c	Bindigkeit des Bodens, Herstellungstoleranzen	kN/m ²
D	Mantelrohrdurchmesser	mm
d	Durchmesser des Mediumrohres	mm
E	Elastizitätsmodul	N/mm ²
F	Reibungskraft	kN
f	Auslegungsspannung, Reibungskraft je Flächeneinheit, Ausknicken	mm
G	Eigengewicht	kg/m
I	Trägheitsmoment	mm ⁴
h	Schweißnahtversatz	mm
i	Spannungserhöhungsfaktor	-
L	Reibungslänge	mm
l	Länge	mm
M	Biegemoment	kNm
N	Normalkraft, Anzahl der Vollastwechsel	N
n	Anzahl	-
p	Innendruck	N/mm ²
R_e	festgelegte obere Mindeststreckgrenze	N/mm ²
R_m	Zugfestigkeit	N/mm ²
R	Krümmungsradius	mm
r	Radius des Rohres	mm
T	Temperatur	°C
t	Wanddicke des Rohres	mm
W	Widerstandsmoment	mm ³
Z	Verlegetiefe (gemessen bis zur Mittellinie des Rohres)	m
α	Wärmeausdehnungskoeffizient	1/K
γ	spezifische Dichte, Teilsicherheitsbeiwert	-
δ	Reibungswinkel zwischen Rohr und Boden, Verschiebung durch Wärmeausdehnung	°
ε	Dehnung	-
θ	Winkel	°
λ	Koeffizient der Wärmeleitfähigkeit	W/(mK)
μ	Koeffizient der Reibung zwischen Rohr und Boden	-
ρ	Dichte	kg/m ³
σ	Normalspannung	N/mm ²
τ	Schubspannung	N/mm ²
ν	Poisson-Zahl	-
φ	Innerer Bodenreibungswinkel	°

Tabelle 2 — Indizes

<i>a</i> : Einwirkung	<i>min</i> : Minimum
<i>b</i> : Abzweigrohr (bei T-Verbindungen, en: branchpipe)	<i>n</i> : Nenn-, Anzahl (von Ermüdungszyklen)
<i>c</i> : Mantel	<i>o</i> : Außen-, Außenseite
<i>d</i> : Konstruktion	<i>r</i> : Hauptrohr (bei T-Stücken, en: runpipe)
<i>fat</i> : Ermüdung (en: fatigue)	<i>res</i> : resultierend
<i>i</i> : Innen-, Innenseite	<i>u</i> : Bruch
<i>j</i> : Referenz	<i>v</i> : vertikal
<i>m</i> : Durchschnitt, Membran, Werkstoff	
ANMERKUNG Anhänge A, B und C enthalten separate Symbolübersichten.	

4 Beschaffung

4.1 Hersteller der Rohrleitungskomponenten

Hinsichtlich des Qualitätssicherungsprogramms und der Dokumentation geeigneter Rohrleitungskomponenten, siehe Anhang D.

Der Hersteller kann auch über eine gültige EHP001 Zertifikation für normierte Komponenten nach EN 253, EN 448, EN 14419, EN 15698-1 und EN 15698-2. verfügen.

4.2 Unternehmen, die Muffenverbindungen und PE-Schweißungen vornehmen

Die Qualifizierung der Unternehmen muss Folgendes umfassen:

- a) funktionale Organisation;
- b) Ausführung der Arbeit durch qualifizierte Monteure und PE-Schweißer:
 - 1) der Monteur muss nach qualifiziert sein. Zusätzlich müssen diese nach Anhang C für das Schweißen von Stopfen zum Verschließen von Schaumlöchern qualifiziert sein;
 - 2) Monteure müssen wiederholt ihre Fachkenntnisse und Fertigkeiten in geeigneten Zeitabständen nachweisen (z. B. nach einem Jahr oder bis zu drei Jahren durch eine ordnungsgemäße und dokumentierte, zerstörungsfreie und zerstörende Prüfung von Arbeiten, die durch einen Qualitätsprüfer ausgeführt wird);

ANMERKUNG Die Ausbildung und Qualifizierung muss einheitlich auf nationaler Ebene organisiert und umgesetzt sein.

- c) PE-Schweißer sollten nach Anhang C qualifiziert sein;
- d) PE-Schweißer müssen wiederholt ihre Fachkenntnisse und Fertigkeiten in geeigneten Zeitabständen nachweisen (z. B. nach einem Jahr oder bis zu drei Jahren durch eine ordnungsgemäße und dokumentierte, zerstörungsfreie und zerstörende Prüfung von Arbeiten, die durch einen Qualitätsprüfer ausgeführt wird);

Die Ausbildung und Qualifizierung für das Warmgasziehschweißen und Warmgasextrusionsschweißen muss einheitlich auf nationaler Ebene organisiert und umgesetzt sein. Bei Verbindungsmuffensystemen über Heizwendelschweißverfahren, sollte die Ausbildung und Qualifizierung vom Anbieter der speziellen Schweißverfahren vorgesehen werden.

- e) Erfahrenes und qualifiziertes Managementpersonal als Vorarbeiter und Qualitätsprüfer:
- 1) der Vorarbeiter muss über ein gültiges Zertifikat als Monteur und PE-Schweißer verfügen;
 - 2) Die Qualitätsprüfer müssen über ein Ausbildungszertifikat hinsichtlich der Prüfung von Muffenverbindungen und PE-Schweißungen verfügen (z. B. Zertifikat über Fortbildungsseminare für schrumpfende Materialien, PE-Schweißen, Schäumen und Überwachungssysteme).
- f) Geeignete und gebrauchsfähige Werkzeuge, Einrichtungen und Maschinen.

Hinsichtlich des Qualitätssicherungsprogramms und der Dokumentation der Nutzungsdauer für Unternehmen, die Verbindungen herstellen und PE-Schweißungen an Mänteln vornehmen, siehe Tabellen D.6 und D.8.

5 Allgemeine Anforderungen

Jede Verlegung von Rohren muss auf der Grundlage einer Projektdokumentation durchgeführt werden, die ausreichend detailliert ist, um die Ausführung in der für das Projekt beabsichtigten Qualität sicherzustellen.

Die Verlegung eines Rohrsystems muss wie folgt durchgeführt werden:

- in Übereinstimmung mit dem Verlegeplan und den Anweisungen des Herstellers des Systems oder des Rohres und der Komponenten, wie jeweils zutreffend,
- in Übereinstimmung mit der Projektdokumentation, um die Sicherheit der Monteure, des weiteren Baustellenpersonals sowie aller Drittpersonen sicherzustellen,
- so, dass Verlegung und Betrieb keine anderen Strukturen oder Bauarbeiten, z. B. Straßen, beschädigen oder gefährden.

Im Umkehrzug muss das Rohrsystem so ausgelegt sein, dass diese Strukturen und Bauarbeiten nicht in der Lage sind, das Rohrsystem selbst zu beschädigen.

BEISPIEL 1 Fixiert in Wand.

BEISPIEL 2 Rohr liegt auf Wand.

In Übereinstimmung mit EN 13941-1:2016, 4.4, sind Projektklassen bestimmt worden, dem entspricht auch die erforderliche Projektdokumentation.

Für die Verlegung und Montage von Rohren und Rohrleitungsteilen dürfen nur Werkstoffe und Verfahren angewendet werden, die die festgelegten Anweisungen, Regelungen und Normen erfüllen.

Bei Rohrleitungsabschnitten, die nicht in Übereinstimmung mit dieser Norm eingebaut werden können, wie z. B. Abschnitte, die nicht werkmäßig gedämmt sind — z. B. Brückenüberquerungen, Wasserlaufdurchquerungen — sollten Schutzrohre von qualifiziertem Personal in Übereinstimmung mit den Konstruktionszeichnungen sowie entsprechenden weiteren Normen, Richtlinien und Regelungen installiert werden.

Werden während der Verlegearbeiten Änderungen vorgenommen, ist die Projektdokumentation entsprechend zu ändern. Die baulichen und statischen Folgen eventueller Änderungen müssen geprüft werden.

Die Risikobewertung des Rohrsystems wird in EN 13941-1 beschrieben.

Die Umweltschutzanforderungen nach Maßgabe der Justizbehörden sind einzuhalten. Diese Anforderungen können sich von Ort zu Ort unterscheiden und hängen von der zuständigen Behörde ab.

6 Erforderliche Eingabeinformationen

6.1 Dokumente aus der Auslegungsphase

Daten in Bezug auf die Rohrleitung (siehe prEN 13941-1).

Die Informationen müssen zumindest die neuesten Informationen über die Situation vor Ort, sowie die vertikale Überdeckung und Bemaßung aller verfügbaren und geplanten unterirdischen Systeme umfassen.

6.2 Dokumente der Hersteller

Die folgenden Dokumente sind auf Anfrage durch den Hersteller zur Verfügung zu stellen:

- die technischen Informationen, welche durch die Produktnormen der werkmäßig gedämmten Rohrelemente (z. B. EN 253, EN 448, EN 488, EN 489, EN 14419, EN 15698) hinsichtlich der Kennzeichnung der Produkte gefordert werden;

ANMERKUNG Für Informationen zu Stahlqualitäten, siehe auch prEN 13941-1:2016 Abschnitt 5.2.2.

- Die technischen Informationen zu Dehnpolstern, welche nach prEN 13941-1:2016 Abschnitt 5.6 erforderlich sind;
- Eine Verlegeanleitung.

In der Verlegeanleitung muss der Hersteller Anweisungen zur Verlegung der werkmäßig gedämmten Rohrelemente vorsehen. Ebenso sollten Empfehlungen zur Handhabung, Lagerung auf der Baustelle, dem Schweißen, dem Fügen und der Verfüllung in Übereinstimmung mit den Abschnitten 10, 11 und 12 enthalten sein.

- Instandhaltungsanweisungen für das System, insbesondere für die Armaturen und Überwachungssysteme.

6.3 Dokumente aus der Gesetzgebung und Informationen zu bestehenden Konstruktionen und Untergrundsystemen

6.3.1 Allgemeines

Örtliche Anforderungen hinsichtlich der Verortung von Rohrleitungen, Kanälen und verbundenen Anlagen müssen erfüllt werden. Örtliche Energieversorgungsunternehmen und Wasserversorgungsunternehmen können eigene Spezifikationen vorschreiben.

6.3.2 Behördliche Anforderungen und Verordnungen

Der Besitzer der Rohrleitungen oder sein Stellvertreter müssen die örtlichen Behörden rechtzeitig über den Beginn der Arbeiten in einem öffentlichen Bereich informieren. Wenn die Arbeiten auf einem Privatgrundstück auszuführen sind, dann muss der Besitzer dieses Grundstücks rechtzeitig informiert werden.

Vor dem Beginn der Arbeiten muss die geplante Ausführung der Arbeiten mit den örtlichen Behörden und allen interessierten Parteien besprochen und koordiniert werden.

Bei dieser Koordination kann es unter anderem um die folgenden Aspekte gehen:

- Verkehrsleitung und Verkehrsmanagementsysteme;
- Sicherheit der Öffentlichkeit und des arbeitenden Personals;

- Lagerung von Rohren, Elementen und anderen Materialien;
- Oberflächenaufbrüche;
- Beeinträchtigungen des Grundwassers;
- Umweltschutz;
- alte Blindgänger, Granaten und andere nicht explodierte Sprengsätze.

Bauzeiten und andere Planungselemente müssen im Rahmen einer ordentlichen Verlegung des Rohrsystems berücksichtigt werden. Den Anweisungen der Behörden ist Folge zu leisten.

ANMERKUNG Weitere Informationen sind im Abschnitt 7 enthalten.

6.3.3 Dokumente zu bestehenden Untergrundsystemen

Ein vollständiger Satz aller Detailpläne, wie Routenpläne, Schachtzeichnungen, Detailzeichnung und Herstellungszeichnungen, sowie statische Berechnungen müssen alle Informationen, die für die Baumaßnahme erforderlich sind, umfassen. Bei Arbeiten im Erdboden besteht immer die Gefahr, dass bestehende Untergrundsysteme beschädigt werden. Die wichtigsten dieser Untergrundsysteme sind:

- Fernwärmeleitungen;
- Gas- und Wasserleitungen;
- Stromkabel;
- Telekommunikationskabel;
- Abwasser- und Regenwasserleitungen;
- Untergrundbahnen;

und Andere.

6.4 Schaltplan

Um Abweichungen so präzise wie möglich festzustellen, ist eine technische Dokumentation nach EN 14419:2009, Anhang C, erforderlich.

Während der Verlegung ist ein Schaltplan für jeden Messabschnitt erforderlich, der aus folgenden Teilen besteht:

- einer Zeichnung mit Legende;
- einem Schaltplan, der alle Messelemente, alle verbundenen Abzweige und deren Bestimmungsorte umfasst;
- eine Zeichnung, welche die Lage der Anschlusspunkte, usw. zeigt.

7 Qualitätssicherung

7.1 Allgemeines

Zu den Grundsätzen der Qualitätssicherung, siehe prEN 13941-1.

Die Menge an dokumentierter Information muss in Relation zu der Art der Arbeit und der Projektklasse definiert werden.

Alle Komponenten und Werkstoffe, sowie alle ausgeführten Aktivitäten (z. B. Tiefbauarbeiten, Rohrverlegung, Montage von Verbindungen, Prüfung und Bewertung von Prüfergebnissen) müssen in einer verständlichen und geeigneten Weise dokumentiert werden.

Der Baufortschritt muss in Form von täglichen Berichten dokumentiert werden, welche die essentiellen Informationen der Arbeit vor Ort umfassen müssen. Abhängig von der Art des Projektes, können die folgenden Informationen notwendig sein:

Tabelle 3 — Dokumentation der Verlegung

	Erforderlich	Empfohlen
Datum und Ort	X	-
Informationen zum Wetter	-	X
Aufsichtspersonen vor Ort mitsamt Dauer des Aufenthalts	-	X
Informationen zum Personal und den eingesetzten Maschinen	-	X
Informationen zu beauftragten Unterauftragnehmern	X	-
Informationen zur Sicherheit auf der Baustelle	-	X
Art, Umfang und Dauer der Arbeiten	-	X
Anweisungen, die von der Bauaufsicht, dem Käufer oder seinem Stellvertreter erteilt werden	X	-
Besondere Zwischenfälle, z. B. Unfälle	X	-
Übergebene und erhaltene Dokumente	X	-
Unterbrechungen und Hindernisse	X	-
Namen der Personen, die für die Konstruktion vor Ort verantwortlich sind	X	-
Erforderliche Abnahmen, zum Beispiel von Stahlschweißungen, PE-Schweißungen, Muffenverbindungen, Überwachungssystemen, Vorheizungen und Dehnpolstern	X	-

Eine detaillierte Übersicht der technischen Dokumentation ist in Tabelle 12 enthalten.

Die täglichen Berichte sind chronologisch in einem allgemeinen Bericht am Ende der Konstruktionsarbeiten zusammenzufassen.

Bei besonderen oder problematischen Situationen ist die Erstellung fotografischer Beweise zu Unterstützungszwecken angeraten. Dies kann zum Beispiel die folgenden Situationen betreffen:

- schwierige Verlegungssituationen in der Nähe von Versorgungssystemen anderer Besitzer (z. B. Elektrizität, Wasser, Telekommunikation);
- Ausführung von Arbeiten (z. B. Zusammenbau von Schaumstoffpolstern).

7.2 Verlegung und Zulassung

Die Verweise auf die Tabellen mit den Einzelheiten zum Qualitätsprogramm und der Dokumentation sind in Tabelle 4 enthalten.

Tabelle 4 — Qualitätsprogramm und Dokumentation

Hinsichtlich des Qualitätsprogrammes und der Dokumentation zu/zum	siehe Tabelle:
Transport und Anlieferung von Materialien	D.1
Tiefbauarbeiten	D.2
Rohrverlegung	D.3
Stahlschweißen (Unternehmen, Personal und Schweißverfahren)	D.4
Stahlschweißen (Schweißen und Prüfen)	D.5
Herstellen von Verbindungen und PE-Schweißen an Gehäusen (Unternehmen und Personal)	D.6
Herstellen von Verbindungen mit Abdichtungsmaterialien, Überwachungssystemen und Schaumstoffpolstern	D.7
PE-Schweißungen	D.8

8 Baustellenvorbereitung

8.1 Allgemeines

Die Baustellenvorbereitung für Rohrleitungen und Anlagen von Fernwärmesystemen muss so erfolgen, dass die Sicherheit und der Schutz

- der Öffentlichkeit und des Personals,
- der Umwelt,
- der Betriebsanlagen,
- von privaten und öffentlichen Gebäuden sichergestellt ist.

Neben anderen Aspekten umfasst die Baustellenvorbereitung alle Produktions-, Transport-, Lagerungs- und Gesundheitseinrichtungen, Ausrüstung, Verkehrsbereiche und Arbeitsbereiche, die für eine begrenzte Zeit für den Bau erforderlich sind.

ANMERKUNG 1 Eine ordentliche Baustellenvorbereitung kann den ausfallfreien und sicheren Bauvorgang begünstigen.

Während der gesamten Bauphase müssen alle nationalen Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen erfüllt werden.

ANMERKUNG 2 Dies kann folgende Aspekte umfassen:

- sanitäre Einrichtungen;
- Sozialwohnungen;

- Sicherung;
- Lärm- und Staubschutz;
- Brandschutz;
- Rettungspläne;
- Ersthelfer;
- Erste-Hilfe-Kästen und Sanitätsräume, falls zutreffend;
- Fluchtwege.

Falls mehr als ein Auftragnehmer gleichzeitig an der Baustelle aktiv ist, dann ist ein Koordinator für Gesundheit und Sicherheit erforderlich.

Für detaillierte Informationen, siehe [10].

Vor der Ausführung der Arbeiten müssen alle relevanten Informationen über benachbarte Versorgungskreise durch den Auftragnehmer gesammelt werden. Versorgungs- und Mediumrohre, die für sanitäre und andere Einrichtungen notwendig sind, müssen durch den Auftragnehmer rechtzeitig geplant und verlegt werden, einschließlich der Einholung von Genehmigungen der örtlichen Behörden. Relevante Normen müssen eingehalten werden.

Die Baustellenvorbereitung umfasst auch die Planung und Vorbereitung des Grabenverbaus, der Sicherheit an der Baustelle und der Entwässerungssysteme (Trockenlegung).

8.2 Baustellenzugang

Um einen optimalen Baufortschritt sicherzustellen und die Belästigung der Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken, müssen adäquate Verkehrsrouten geplant und vorgesehen werden. Dies umfasst ausreichenden Platz für die Anlieferung und Lagerung von Ausrüstung und Material. Ein Verkehrsmanagementplan muss, falls anwendbar, vorgesehen werden.

8.3 Ausrüstung und Material

Jedwede auf der Baustelle und während des Bauvorhabens verwendete Ausrüstung muss von adäquater Qualität sein und nach nationalen, regionalen und örtlichen Normen und Vorschriften geprüft sein.

Das einzulagernde und auf der Baustelle einzusetzende Material muss gegen Witterungseinflüsse und Beschädigungen geschützt werden. Den Anweisungen des Herstellers ist Folge zu leisten.

Vormontagebereiche müssen, falls notwendig, vorgesehen werden und gegen schlechte Wetterbedingungen entsprechend geschützt werden.

9 Grabenerstellung

9.1 Allgemeines

Der Rohrgraben muss entsprechend den Festlegungen hinsichtlich Trasse und Grabentiefe ausgehoben werden.

Auf andere unterirdische Systeme ist besonders zu achten. Vor Ausführung der Aufgrabungsarbeiten, müssen alle notwendigen Informationen zur unterirdischen Infrastruktur durch den Auftragnehmer gesammelt werden. Die Informationen müssen vom jeweiligen Besitzer zur Verfügung gestellt werden. Daher ist auf die folgenden Punkte besonders zu achten:

- falls Unklarheiten bestehen, muss die exakte örtliche Situation der Untergrundsysteme durch manuelles Ausgraben festgestellt werden. Wenn keine Leitungen und Strukturen in der erwarteten Situation gefunden werden, muss der Besitzer informiert werden;
- Freigelegte Kabel, Rohrleitungen und Strukturen müssen gegen Schäden und mögliche Positionsänderungen geschützt werden. In Abhängigkeit der örtlichen Umstände kann eine technische Abnahme durch den Besitzer angeraten sein;
- Im Falle der Beschädigung von bestehenden Kabeln, Rohrleitungen und Einrichtungen bei der Aufgrabung, muss der Besitzer sofort informiert werden.

Die Breite der Aufgrabung wird unter anderem durch die Anforderung bestimmt, dass während der Verlegephase ausreichend Platz vorhanden sein muss, z. B. für Schweißgruben und die Montage von Verbindungen, Mäntel unter Baustellenbedingungen oder Kopflöcher, aber auch für die Möglichkeit der Verdichtung des Verfüllmaterials um das System herum.

Der Mindestarbeitsraum in zugänglichen Gräben muss 0,5 m zwischen dem Außenmantel und der Grabenwand, bzw. dem Verbau umfassen. Kopflöcher müssen den Mindestmaßen im Kapitel 11.3.1.2.3 entsprechen.

Falls notwendig muss, in Abhängigkeit der Form des Grabens und des Bodens, die Grabenwand durch Verbau verstärkt werden.

In Bereichen mit weichem Boden (organisches Material, usw.) muss besonders darauf geachtet werden, den Aushub des Rohrgrabens an ein möglicherweise erforderliches zusätzliches Fundament anzupassen.

Der Grund des Grabens muss so ausgestaltet sein, dass die vorgegebene Dicke der verdichteten Sandbettung über die gesamte Länge der Rohrleitung erhalten werden kann. Der Grund muss frei von Steinen und anderen Fremdoobjekten sein.

9.2 Grundwasserentnahme

Außer bei Verlegung von Rohren direkt im Wasser oder beim horizontalen Richtbohren (HDD) müssen alle Aufgrabungen, Verlegearbeiten und Verfüllungen in einem wasserfreien Graben erfolgen, falls notwendig durch die Entfernung des Wassers über Abflüsse. Falls eine Entfernung des Wassers notwendig ist, um einen trockenen Graben zu erhalten, muss ein Entwässerungsplan angefertigt werden.

Im Rahmen dieses Planes muss geprüft werden, wie die Entfernung umgesetzt werden kann, welche Wassermengen voraussichtlich herausgepumpt werden und um was für eine Wasserqualität es sich handelt.

Zudem muss der Plan die Zeit und die Dauer der Wasserentfernung, die Kapazität und die Anzahl der Pumpen, sowie die Einflüsse der Entwässerung auf die Umwelt umfassen. Dies muss in Übereinstimmung mit einem geologisch-hydrografischen und einer Anforderung durch die Behörden erfolgen.

Das entfernte Wasser muss durch ein Rohr an eine zugelassene Stelle gepumpt werden (offenes Gewässer oder rückführende Bewässerung von setzungsempfindlichen Objekten in der Nähe).

9.3 Verlegung der Rohrleitungen, die anderen Konstruktionen und bestehende Leitungen kreuzen oder parallel zu diesen verlaufen

Während der Verlegung um und in der Nähe von bestehenden Konstruktionen und Leitungen muss sichergestellt werden, dass bestehende Konstruktionen und Leitungen nicht beschädigt werden. Die Lage von bestehenden Konstruktionen und Leitungen muss gesichert werden.

Wenn Rohrleitungen in der Nähe von bestehenden Konstruktionen und Leitungen verlegt werden, ist es erforderlich, den Besitzer der bestehenden Konstruktionen und Rohrleitungen zu kontaktieren, um den Mindestabstand zu den bestehenden Konstruktionen und Leitungen zu klären.

Nationale, regionale und örtliche Vorschriften müssen eingehalten werden.

9.4 Aufgrabungen bei Überkreuzungen von oder parallel zu bestehenden Fernwärmeleitungen, Reduzierung der Bodenüberdeckung, usw.

Während der Aushubarbeiten muss um den Mantel und in dessen Nähe sichergestellt werden, dass das Rohrsystem nicht beschädigt wird.

Besondere Sicherheitsvorschriften und Schweißanweisungen müssen beim Einbau von Abzweigen an druckbeaufschlagten Rohrleitungen beachtet werden, z. B. beim Anbohren von Rohrleitungen nach deren Inbetriebnahme.

Der Mindestabstand zwischen Rohr und Mantel/außerhalb anderer paralleler Untergrundleitungen darf nicht geringer sein als 0,4 m und bei darf bei überkreuzten Leitungen nicht geringer als 0,2 m sein. Nationale, regionale und örtliche Vorschriften müssen beachtet werden.

In jedem Falle muss bei der Aufgrabung die Stabilität der bestehenden Fernwärmeleitungen sichergestellt werden.

In jedem Falle müssen zum Schutz der benachbarten Infrastruktur geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden ergriffen werden.

In bebauten städtischen Bereichen können Situationen auftreten, in denen nicht genug Platz zur Erfüllung dieser Anforderung vorhanden ist. In diesen Fällen muss in Kooperation mit allen involvierten Parteien eine adäquate Lösung gefunden werden.

Alle zukünftigen Aufgrabungsarbeiten in der Nähe der Fernwärmeleitungen müssen mit dem Betreiber der Fernwärmeleitung abgesprochen werden.

10 Transport und Lagerung von werkmäßig gedämmten Rohrelementen und anderen Materialien

10.1 Allgemeines

Der Höchstdruck auf den Außenmantel von Rohren und Elementen bei Transport, Heben und Lagerung wird in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5 — Höchstdruckwerte

Situation	Höchstdruck MPa
Transport	0,3
Heben	0,3
Lagerung	0,2

10.2 Transport und Lieferung

10.2.1 Be- und Entladen

Während des Be- und Entladens dürfen Rohre und Elemente nicht herunterfallen oder am Boden rollen und müssen vor Schäden geschützt werden.

Rohre dürfen nicht an nur einem einzigen Punkt gehoben werden; es dürfen keine Seile oder Ketten verwendet werden.

Hebebänder müssen mindestens 100 mm breit sein.

Rohre mit Durchmessern von DN 20 bis DN 40 müssen in Bündeln mit Traversen gehoben werden, um eine übermäßige Verformung zu verhindern.

Es ist untersagt, jegliche Arbeiten, die mit dem Transport, dem Heben, der Handhabung und dem Schneiden von Rohren zusammenhängen, bei Außentemperaturen unterhalb -15° C auszuführen.

10.2.2 Prüfen der Lieferung

Der Käufer oder Auftragnehmer muss bei Ankunft der gelieferten Materialien eine Inspektion vornehmen.

Diese Inspektion muss folgende Aspekte umfassen:

- Prüfen der Vollständigkeit der Lieferung — (Prüfen der Leistungsverzeichnisses);
- Prüfen auf Transportschäden;
- Prüfen der Qualität der ausgelieferten Rohre und Elemente (Sichtprüfung und Durchsicht der Dokumente);
- Prüfen der Messelemente des Überwachungssystems in den Rohrelementen in Übereinstimmung mit EN 14419;
- Prüfen der Zertifikate, falls erforderlich (z. B. aufgrund von Kundenanforderungen);
- Bei Lieferung von Stahlteilen müssen die Zertifikate 3.1 nach EN 10204 vorhanden sein, falls bestellt;
- Ergänzende Prüfberichte, zu Prüfungen die im Werk vorgenommen wurden (Röntgen- oder Farbeindringprüfungen an Schweißnähten, Wasserdruckprüfungen), müssen auch vorhanden sein, falls bestellt.

Ein Protokoll der Ergebnisse dieser Prüfungen und eine unterschriebene Bestätigung der Auslieferung muss hergestellt und bis zur Inbetriebnahme aufbewahrt werden (dann wird das Protokoll an den Kunden übertragen).

10.3 Lagerung

10.3.1 Allgemeines

Stahlrohre und -komponenten müssen gegen externe und interne Korrosion während der Lagerung geschützt werden.

Wenn Rohre und Elemente für längere Zeiträume eingelagert werden, werden Kunststoffhüllen zum Schutz gegen direkte Sonneneinstrahlungen empfohlen.

10.3.2 Lagerung von geraden Rohren

Rohre müssen so aufbewahrt und gelagert werden, dass diese gegen Schäden oder Zertrümmerung des Mantels geschützt sind. Rohre müssen auf einer flachen, steinfreien Oberfläche oder auf weichen Untergründen ausgelegt werden, sodass diese nicht übermäßig stark zusammengedrückt werden.

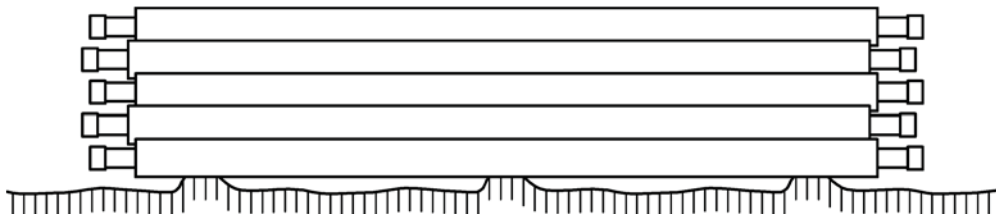


Bild 1 — Beispiel für die Lagerung von geraden Rohren

Aus Sicherheitsgründen dürfen Stapel eine Höhe von 2 m nicht übersteigen und die einzelnen Schichten müssen gegen das Wegrollen gesichert werden.

Zum Zwecke der Vermeidung einer internen Korrosion der Stahlmediumrohre, müssen die Stahlrohrenden während der Lagerung durch Kunststoff-Schutzkappen geschützt werden.

10.3.3 Lagerung von werkmäßig gedämmten Rohrelementen

Alle werkmäßig gedämmten Rohrelemente müssen so aufbewahrt und gelagert werden, dass diese gegen Schäden oder Zertrümmerung des Mantels und gegen interne Korrosion von Stahlrohren geschützt sind.

Zum Zwecke der Vermeidung einer Korrosion der Stahlmediumrohre, müssen die Stahlrohrenden während der Lagerung durch Kunststoff-Schutzkappen geschützt werden.

10.3.4 Lagerung von Mantelrohrverbindungen und anderen Materialien

Alle Muffenverbindungen müssen aufrecht in ihrer Originalverpackung, mit welcher diese ausgeliefert wurden, und so gelagert werden, dass diese gegen Schmutz und Wasser geschützt sind. Es ist besonders auf Schrumpf- und Schweißverbindungen zu achten, um diese vor direkten Sonneneinstrahlungen und Wärme zu schützen, die zu einer bleibenden Verformung der gelagerten Verbindungen führen können.

Schaumstoffkomponenten müssen in einem trockenen und abgedeckten Raum bei einer Temperatur zwischen 15 und 25 °C in ihrer Originalverpackung gelagert werden. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Herstellungsdatum und dem Verfallsdatum zu widmen. Wird diese Einsatzperiode verfehlt, darf der Schaumstoff nicht verwendet werden und ist zu entsorgen.

Die Dehnpolster müssen während der Lagerung auf der Baustelle gegen direkte Sonneneinstrahlungen geschützt werden.

Schrumpfelemente, beispielsweise Dichtschalen, Abschlüsse, Endkappen, usw. müssen in einem trockenen Ort, geschützt vor Sonneneinstrahlungen, Wärme und Dreck gelagert werden.

Die Elemente des Überwachungssystems müssen in ihrer Originalverpackung zum Schutz vor Feuchtigkeit und mechanischen Schäden gelagert werden.

11 Rohrverlegung

11.1 Allgemeines

Vor und während der Rohrverlegung muss die Grabensohle geebnet sein, und Lage, Höhe und Breite des Grabens müssen überprüft werden. Verunreinigungen, Steine usw. müssen entfernt werden.

Während dieses Verfahrens ist besonders an Dehnelemente, Abzweige und Armaturen, usw. zu denken, damit diese ausreichend Platz zur Bewegung innerhalb des Grabens haben.

Der Mindestarbeitsraum in zugänglichen Gräben muss 0,5 m zwischen dem Mantel und der Grabenwand, bzw. dem Verbau umfassen. Kopflöcher müssen den Mindestmaßen in 11.3.1.2.3 entsprechen.

Für die Handhabung von Rohren oder Rohrleitungsteilen müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, damit das Rohrsystem nicht beschädigt wird.

Wenn Rohre geschnitten werden müssen, ist der Schnitt gewöhnlich senkrecht zur Rohrachse durchzuführen. Werkmäßig gedämmte Formstücke dürfen ausschließlich entsprechend den Herstelleranweisungen gekürzt werden.

Alle Komponenten, wie Abzweige (einschließlich Anbohrungen), Bögen, Kompensatoren, Armaturen, Vorrichtungen zur Belüftung und Entleerung, sowie Reduzierstücke, Wanddurchbrüche, Fixpunkte, usw. müssen in Übereinstimmung mit den Anweisungen des Herstellers und der Auslegungsdokumentation montiert, bzw. vorgesehen werden.

Vor dem Verlegen, müssen Rohre und Komponenten äußerlich auf Schäden und an den Innenseiten auf Verunreinigungen untersucht werden und alle Verunreinigungen sind zu entfernen.

Während der Handhabung und Rohrverlegung müssen die Endkappen so lange wie möglich montiert bleiben; am Ende des Arbeitstages und nach Fertigstellung eines Rohrabschnittes müssen die Enden wieder mit Endkappen verschlossen werden.

11.2 Platzierung

Die Rohre und Elemente müssen auf einer Sandschicht oder einem ähnlichen Untergrund platziert werden. Der Einsatz von Holzschwellen im Graben ist nicht gestattet.

Weiche Materialien, wie Sandsäcke und Styrol können zur temporären Abstützung verwendet werden.

Bei geraden Rohrabschnitten muss der Mindestabstand zwischen den Mänteln der parallel verlegten Rohre der Tabelle 5 im Abschnitt 4.6 der EN 13941-1, den Verlegeplänen und den Anforderungen der örtlichen Behörden entsprechen.

In Dehnungsbereichen muss der Mindestabstand zwischen den Mänteln der parallel verlegten Rohre zusätzlichen Freiraum für Rohrbewegungen und Dehnpolster umfassen.

11.3 Schweißen und Prüfung von Schweißnähten

11.3.1 Schweißen des Stahlrohres und Prüfung der Stahlschweißnähte

11.3.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Mindestanforderungen an das Schweißen und die Prüfung von Stahlrohrverbindungen in Fernwärmesystemen mit Bezug auf die drei Projektklassen fest.

ANMERKUNG Zusätzliche Anforderungen können im Verlegeplan festgelegt werden, wenn einer der folgenden Punkte als kritisch erachtet wird:

- Belastung der Rohrleitungen und Systeme;
- Leitungsverlauf;
- Konstruktion oder Schweißtechniken;
- die Ausführung und Vorbereitung der Schweißnähte;
- Werkstoffe.

Die Stahlsorten für Schweißzwecke in EN 13941-1:2016, Tabelle 6, gehören zu Gruppe 1 nach ISO/TR 15608:2013. Andere Werkstoffgruppen können verwendet werden, die Anforderungen sind jedoch entsprechend zu ändern.

Formstücke und andere Stahlteile müssen aus Stahlsorten hergestellt werden, die kompatibel mit dem geraden Rohr sowie schweißgeeignet sind und der Gruppe 1 nach ISO/TR 15608:2013 oder EN 10253-2 entsprechen.

Der Auftragnehmer der Schweißarbeiten kann nach 11.3.1.2.1 ein Auftragnehmer, ein Schweißer, der Betreiber der Rohrleitung, der Eigentümer oder jede Organisation oder Person sein, die für die Schweißarbeiten eines Projektes oder die Herstellung verantwortlich ist.

Wenn die Schweißarbeiten der Herstellung von vorgefertigten Formstücken und Armaturen nach EN 448 und EN 488 dienen, dann ist der Auftragnehmer der Schweißarbeiten der Hersteller dieser Baugruppe.

11.3.1.2 Qualitätssystem für die verschiedenen Projektklassen

11.3.1.2.1 Allgemeines

Die Beziehung zwischen Projektklassen und Qualitätsanforderungen ist in Tabelle 3 (Beziehung zwischen Projektklassen und Qualität) dargestellt, wobei die Tabelle nur einen Überblick gibt und nähere Einzelheiten im Text enthalten sind.

ANMERKUNG Die Qualitätsanforderungen umfassen die folgenden Aspekte zum Aufbau der Systeme:

a) Organisation/Personal des Auftragnehmers:

- 1) Schweißer;
- 2) Aufsichtspersonal;
- 3) Prüfpersonal.

b) Schweißverfahren:

- 1) Spezifikation;
- 2) Schweißverfahren;
- 3) Werkstoff;
- 4) Schweißzusätze;
- 5) Ausführung der Arbeit.

c) Prüfebene:

- 1) Prozentsatz der zerstörungsfreien Prüfung;
- 2) zerstörende Prüfung oder andere Prüfungen.

Hinsichtlich des Qualitätssicherungsprogramms und der Dokumentation der Nutzungsdauer für Auftragnehmer der Schweißarbeiten, siehe Anhang D.

11.3.1.2.2 Auftragnehmer der Schweißarbeiten

Falls vom Betreiber der Rohrleitung erfordert, müssen Auftragnehmer ihre Befähigung nachweisen, die Arbeiten auszuführen. Es ist auf EN ISO 3834 zu verweisen.

Die von den Auftragnehmern zu erfüllenden Qualitätsanforderungen hängen von der Projektklasse des Bauprojekts ab. Die Qualitätsebene mit den entsprechenden Tätigkeitsfeldern für jede Klasse ist aus Tabelle 6, Abschnitt 1 ersichtlich. Jede Kategorie der Qualitätsebenen umfasst auch die Anforderungen der jeweils niedrigeren Kategorie(n).

Tabelle 6 — Beziehung zwischen Projektklassen und Qualität

Schweißanforderungen, Schweißprüfungen und Auftragnehmer	Projektklassen		
	A	B	C
Abschnitt 1, Qualität: EN ISO 3834-1 und EN ISO 3834-3, Standard-Anforderungen		RQ	RQ
EN ISO 3834-1 und EN ISO 3834-4, Elementar-Anforderungen	RQ		
Abschnitt 2, <u>Schweißaufsichtspersonal</u> : Nach EN ISO 14731:2006, Anhang A, ist folgendes Personal erforderlich:			
Schweißtechnologe oder Schweißfachingenieur			RQ
Schweißtechniker; Schweißfachmann mit mindestens 2 Jahren technischer Erfahrung.	RQ	RQ	
Abschnitt 3, Prüfpersonal und -organisationen: Untersuchende Organisation Die untersuchende Organisation muss akkreditiert sein um die Prüfung vorzunehmen. ANMERKUNG Organisationen, welche die Anforderungen nach ISO/IEC 17025 erfüllen, sind für die Ausübung der Prüfungen als sachkundig zu betrachten	RQ	RQ	RQ
Inspektoren Zerstörungsfreie Prüfungen müssen durch das Aufsichtspersonal nach Abschnitt 2 oder Personen, die für diese Prüfverfahren in Übereinstimmung mit ISO 9712, Stufe 2 zertifiziert sind, ausgeführt und bewertet werden.	RQ	RQ	RQ
Abschnitt 4, Schweißanweisung (WPS) und Bericht über die Anerkennung des Schweißverfahrens (WPAR) Das Schweißverfahren muss nach EN ISO 15609 spezifiziert werden Das Schweißverfahren muss in Übereinstimmung mit den folgenden Normen qualifiziert werden: EN ISO 15610 EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-1.	RQ	RQ	RQ
Abschnitt 5 Schweißer Schweißer für manuelles Schweißen müssen in Übereinstimmung mit EN ISO 9606-1 qualifiziert werden. Schweißer, die mechanisierte Schweißanlagen betreiben, müssen nach EN ISO 14732 qualifiziert sein.	RQ	RQ	RQ
ANMERKUNG RQ = Anforderung (en: requirement)			

11.3.1.2.3 Schweißer

Schweißer müssen ordnungsgemäß nach EN ISO 9606-1 zertifiziert sein.

Schweißer, die mechanisierte Schweißanlagen betreiben, müssen nach EN ISO 14732 qualifiziert sein.

Schweißer, die vor Ort an erdverlegten Rohrleitungen arbeiten müssen ihre Schweißerprüfung unter Baustellenbedingungen abgelegt haben. Diese Anforderungen werden als erfüllt angesehen, wenn die Prüfung in einem Gebiet abgelegt wurde, das einen Rohrgraben mit den folgenden Abmessungen simuliert:

- Mindestlänge: 1,5 m;
- Mindestabstand zwischen Mediumrohrwand und Grabensohle: 0,4 m;
- Mindestabstand zwischen Mediumrohrwand und Grabenwand: 0,5 m.

Die Schweißberechtigung muss eindeutig und mit Verweis auf diese Norm angeben, dass die Qualifizierungsprüfung unter den oben genannten Bedingungen erfolgt ist.

Auf Anfrage muss die Handfertigkeit des Schweißers durch die Herstellung einer Arbeitsprobe unter Praxisbedingungen vor Beginn der Arbeiten nachgewiesen werden.

11.3.1.2.4 Schweißaufsichtspersonal

Das Schweißaufsichtspersonal ist für alle Schweiß- und Prüfarbeiten verantwortlich. In Abhängigkeit von der Projektklasse müssen diese Personen eine Qualifikation nach EN ISO 14731 vorweisen können, siehe Tabelle 9, Abschnitt 2, dieser Norm.

Auftragnehmer der Schweißarbeiten muss verantwortliche und qualifizierte Schweißaufsichtspersonen benennen.

Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten des Schweißaufsichtspersonals müssen in Übereinstimmung mit EN ISO 14731 definiert werden.

Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten müssen für jede einzelne Aufsichtsperson definiert werden.

11.3.1.2.5 Prüfunternehmen und -personal

Personen, die eine zerstörungsfreie oder zerstörende Prüfung durchführen, müssen Mitarbeiter des Rohrleitungslieferanten, des Rohrleitungsbetreibers oder einer unabhängigen Prüfstelle sein. Alle Unternehmen, die derartiges Personal bereitstellen, müssen wie unten angegeben zertifiziert sein.

ANMERKUNG Unternehmen, welche die Anforderungen nach EN ISO/IEC 17025 erfüllen oder gemäß ISO 9712 arbeiten, sind höchstwahrscheinlich kompetent, diese Prüfung durchzuführen.

11.3.1.3 Qualifikation der Schweißverfahren und des Schweißprozesses

Das eingesetzte Schweißverfahren muss für das Schweißen von Rohren und Komponenten unter Praxisbedingungen geeignet sein.

Jede Art von Schweißprozess ist zugelassen, solange nachgewiesen werden kann, dass die Schweißverbindung mechanische und technische Merkmale aufweist, die mit dem Grundmaterial vergleichbar sind.

Schweißverfahren müssen nach EN ISO 15609-1 oder EN ISO 15609-2 spezifiziert werden.

Die Schweißanweisung (WPS) muss qualifiziert werden nach:

- EN ISO 15610 (aufgrund des Einsatzes von geprüften Schweißzusätzen);
- EN ISO 15613 (aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung);
- EN ISO 15614-1 (Prüfung der Schweißanweisung).

Die Anwendung der EN ISO 15610 ist nicht gestattet bei:

- Arbeiten an Rohren der Projektklasse C;
- Rohrleitungen, die unter Druck stehen oder mit Wasser gefüllt sind. Der Bericht über die Anerkennung des Schweißverfahrens (WPAR) muss an einem wasserbefüllten Prüfrohr ausgeführt werden.

Nur akkreditierte Organisationen dürfen Qualifikationen ausstellen.

ANMERKUNG Unternehmen, welche die Anforderungen nach EN ISO/IEC 17025 erfüllen, besitzen die Akkreditierung Qualifikationen auszustellen.

11.3.1.4 Schweißzusätze

Die Qualität der Schweißzusätze muss so gewählt sein, dass die mechanischen Eigenschaften der Schweißnähte mindestens denen des Grundmetalls entsprechen und zum Schweißverfahren und den Schweißbedingungen passen.

Schweißzusätze müssen in Übereinstimmung mit den folgenden Normen zertifiziert sein:

- EN ISO 2560 und EN ISO 18275 für das Metall-Schutzgasschweißen (Prozess-Nr. 111);
- EN ISO 14341 und EN ISO 636 für das Metall-Schutzgasschweißen (Prozess-Nr. 135, 141);
- EN ISO 17632 für das Lichtbogenschweißen mit Fülldrahtelektroden (Prozess-Nr. 114, 136);
- EN ISO 14175 für Schutzgase;
- EN ISO 14171 für das Unterpulverschweißen (Prozess-Nr. 12);
- EN ISO 14174 für Pulver für das Unterpulverschweißen (Prozess-Nr. 12).

ANMERKUNG Die Nummerierung der Prozesse in den Klammern stimmt mit EN ISO 4063 überein.

Eine Chargenprüfung der Füllmaterialien durch den Betreiber der Rohrleitung kann notwendig sein. In diesem Falle müssen die Zertifikate dem Typ 3.1 der EN 10204 entsprechen.

Schweißzusätze müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Herstellers geschützt und gelagert werden.

11.3.1.5 Anordnung und Lage der Schweißnaht

Alle Schweißarbeiten müssen der genehmigten Schweißanweisung entsprechen.

Der Arbeitsbereich muss einen ordentlichen Zugang zur Arbeitsfläche ermöglichen, um für eine sichere Arbeitsumgebung zu sorgen und eine zufriedenstellende Herstellung und Prüfung der Schweißverbindung zu sorgen. Der bereitgestellte Platz muss mindestens so groß sein wie in 11.3.1.2.3 angegeben, falls nicht anderweitig durch alle involvierten Parteien bestimmt.

Schweißnahtverbindungen, insbesondere Anschlüsse, müssen so angeordnet und ausgelegt werden, dass sie für die geplanten Schweiß- und Prüfverfahren geeignet sind. Die Lage der Anschlussschweißnähte ist besonders wichtig.

Bei der Wahl der Verbindungsstruktur müssen Schweißtechnik, Schweißposition und Zugänglichkeit der Schweißverbindung berücksichtigt werden.

Bewegungen aufgrund von Temperaturschwankungen im System während der Schweißarbeiten sollten beachtet werden.

11.3.1.6 Durchführung der Schweißarbeiten

11.3.1.6.1 Schweißkantenvorbereitung und unterschiedliche Wanddicke

Die Vorbereitung der Schweißkanten muss aus ISO 6761 erwählt werden. Bei Wanddicken über 3,2 mm muss der Fasenwinkel $30^{\circ+5}_0$ betragen.

Bei Verbindungen zwischen Abschnitten verschiedener Wanddicken ist das Bild 2 anzuwenden.

Für die unterschiedlichen Werte bei möglichem Schweißnahtversatz sowie Unterschieden in der Wanddicke gilt Tabelle 7.

Kleinere Maßabweichungen der Rohrenden werden durch Zentrierung der Rohre gleichmäßig über den gesamten Umfang verteilt.

Tabelle 7 — Anpassung bei Schweißnahtversatz und Unterschieden in der Wanddicke

	Anmerkung	Erforderliche Maßnahme
Schweißnahtversatz		
Schweißnahtversatz $h \leq 0,3 t$, max 1 mm	Bild 2, Einzelheit A	
Schweißnahtversatz $1 \text{ mm} < h \leq 10 \text{ mm}$		Anpassung von Rohrenden
Schweißnahtversatz $h > 10 \text{ mm}$	zusätzliches Formstück	zusätzliches, vorbereitetes Stahlformstück Mindestlänge nach 11.3.1.6.3
Anpassung		
Unterschiede in der Wanddicke $t' \leq 1,5 t_n$	Bild 2, Einzelheit B	Anpassung der dickeren Wand t' nach EN 1708-1
Unterschiede in der Wanddicke $t' > 1,5 t_n$	Bild 2, Einzelheit C	Anpassung von beiden Seiten nach EN 1708-1

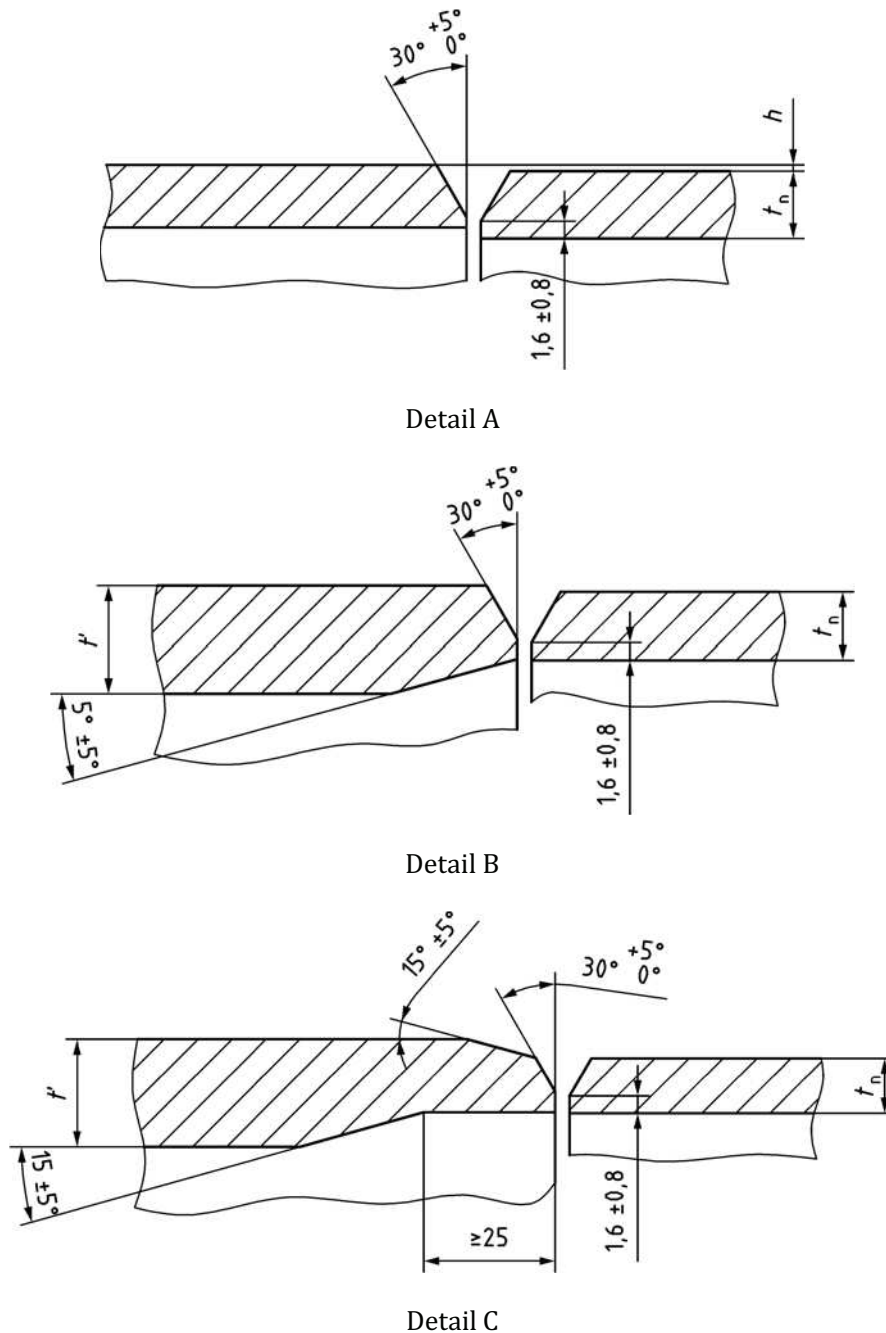


Bild 2 — Schweißnahtversatz, Unterschiede in der Wanddicke und Vorbereitung der Verbindungsenden

Die maximal erlaubte axiale Winkelabweichung der Rohre und Formstücke muss der Definition im Auslegungsplan entsprechen.

Vor dem Heftschiessen müssen die Rohrenden mittels Werkzeugen zentriert werden, wobei gleichzeitig auch ovale Auslenkungen korrigiert werden.

Während des Schweißens müssen die Rohre geführt werden, um die bestmögliche Übereinstimmung der Mittellinien und der inneren Oberflächen zu erreichen.

Umlaufende Schweißnähte an Rohrleitungen, die „vor Ort“ hergestellt werden, müssen in einem einzigen, ununterbrochenen Arbeitsgang ausgeführt werden. Um eine gleichmäßige Wärmeeinbringung in die Schweißzone zu ermöglichen, sollte bei Rohrmaßen von DN 500 und größer erwogen werden, die Schweißarbeiten durch mindestens zwei Schweißer ausführen zu lassen, die gleichzeitig an derselben Schweißnaht arbeiten. Dies kann vor allem bei höheren Stahlsorten als den in Tabelle 6 der prEN 13941-1 aufgeführten Sorten relevant sein.

11.3.1.6.2 Zuschneiden und Kennzeichnen

Zu kennzeichnende Rohre, Rohrleitungsteile und andere Bauteile müssen vor dem Zuschneiden neben der Schnittlinie neu gestempelt oder mit einer neuen Kennzeichnung versehen werden. Falls eine Prägung während des Fertigungsprozesses entfernt wird, muss ein Verfahren umgesetzt werden, welches die Rückverfolgbarkeit sicherstellt und durch einen unabhängigen Dritten oder den Kunden akzeptiert wird.

11.3.1.6.3 Schweißnahtabstände

Die Nahtabstände sind so zu wählen, dass die Wärmeeinflusszonen keine Überlappungen oder Wechselwirkungen beinhalten; der absolute Mindestabstand beträgt 50 mm.

Ein Abstand von mindestens 100 mm wird empfohlen.

11.3.1.6.4 Wechselwirkungen von Längs- oder Spiralnähten

Längsnähte oder Spiralnähte müssen um das 10-Fache der Wanddicke, mindestens jedoch 50 mm, gegeneinander versetzt angeordnet werden.

11.3.1.6.5 Schweißungen mit mehreren Durchgängen

Bei Schweißungen mit mehreren Durchgängen ist ein Mindestabstand von 30 mm zwischen den Anfangs- und Endpositionen der Durchgänge einzuhalten.

11.3.1.6.6 Schweißnahtausführung (Schweißprozess)

Der 50 mm von der Schweißnaht entfernte Bereich muss auf beiden Seiten der Verbindung staub-, schmutz-, fett- und wasserfrei gehalten werden. Der Schweißbereich muss gegen Wind und Regen geschützt sein.

Bei Temperaturen unter 5 °C und bei hoher Luftfeuchte müssen die Schweißnahtbereiche erwärmt werden, um Kondensation zu vermeiden.

Zündstellen auf der Rohroberfläche sind zu vermeiden. Bei Auftreten von Zündstellen sind diese durch Schleifen auszubessern.

Um mögliche schädliche Luftbewegungen im Rohr zu vermeiden, müssen beim Schweißen im Freien mindestens ein Ende des Rohres versiegelt werden.

11.3.1.6.7 Schweißnacharbeiten

Nach Fertigstellung der Schweißnaht müssen Schweißspritzer entfernt werden. Die Schweißoberfläche muss von Schlacke gereinigt werden.

Bei Lufttemperaturen unter 5 °C und auf Verlangen des Rohrleitungseigentümers sollte die Schweißnaht gegen übermäßig schnelles Abkühlen geschützt werden.

Ein beschleunigtes Abkühlen von Schweißnähten und Wärmeeinflusszonen muss der Schweißanweisung entsprechen und dokumentiert werden.

11.3.1.6.8 Ausbesserung von Schweißfehlern (Unregelmäßigkeiten)

Schweißnähte, die die festgelegten Anforderungen nicht erfüllen, müssen ausgebessert oder herausgeschnitten werden. Eine Reparatur von Schweißnähten ist nicht erlaubt:

- bei Rohren mit einem Durchmesser unter DN 80;
- bei einer Summe an Unregelmäßigkeiten, die 20 % der Länge der Schweißnaht übersteigt;
- wenn die Schweißnaht bereits eine Reparatur einer vorherigen Naht darstellt.

In diesen Fällen muss das Rohr mindestens 50 mm an beiden Seiten der Unregelmäßigkeit ausgeschnitten werden.

Die Ausbesserung muss in Übereinstimmung mit einem zugelassenen Reparaturschweißverfahren erfolgen.

Ist die Unregelmäßigkeit ein Riss, darf dieser erst ausgebessert werden, wenn der Grund für die Rissbildung eindeutig festgestellt wurde und nachgewiesen werden kann, dass er reparierbar ist.

11.3.1.7 Sonderverfahren

11.3.1.7.1 Allgemeines

Vor der Durchführung von Sonderverfahren müssen Typ und Umfang der Schweißverbindung festgelegt werden. Das anzuwendende Prüfverfahren ist von Typ und Zugänglichkeit der Schweißverbindungen abhängig.

11.3.1.7.2 Befestigung von Bauteilen

Bauteile müssen mit einer durchgehenden Naht befestigt werden.

11.3.1.7.3 Schweißen von druckbeaufschlagten Rohren

Schweißarbeiten an druckbeaufschlagten Rohrleitungen und Systemen dürfen nur nach sicheren und bewährten Verfahren ausgeführt werden, um die ordnungsgemäßen mechanischen Eigenschaften der Schweißnaht und die Sicherheit des Personals sicherzustellen. Die verwendete Schweißanweisung muss nach EN ISO 15613 oder EN ISO 15614-1 qualifiziert werden.

11.3.1.7.4 Kontrolle der Schweißnahtverbindung

Die Schweißnahtverbindungen müssen in Übereinstimmung mit den Personalanforderungen und Verfahrensweisen in Tabelle 8 und 9 geprüft werden. Die Inspektionsrate wird in der Tabelle 9 angegeben (Inspektions- und Prüfungsanforderungen).

Schweißnahtverbindungen sind in repräsentative Inspektionsabschnitte aufgeteilt.

Beispiele von Schweißnahtverbindungen, die verschiedenen Prüfabschnitten zugeordnet werden sollten, sind Schweißnähte mit Unterschieden bei Grundwerkstoff, Schweißvorgang, Schweißer oder mit unterschiedlichen Wetterbedingungen während der Schweißarbeit.

11.3.1.7.5 Zerstörungsfreie Schweißnahtprüfung

Die zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten an Rohrleitungen erfolgt durch Sicht- und Durchstrahlprüfungen. Alternativ dazu sollte bei Zustimmung des Eigentümers und in besonderen Fällen, in denen dieses Verfahren keine ausreichenden Angaben zur Schweißnahtqualität ergibt, die Durchstrahlungsprüfung durch eine Ultraschalluntersuchung ergänzt oder ersetzt werden.

Die Schweißnahtkontrolle muss in Übereinstimmung mit einer oder mehreren der Normen nach Tabelle 8 durchgeführt werden, es sei denn, in Abhängigkeit von Werkstoff, Auslegung und/oder Schweißtechnik wird ein anderes Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung erforderlich.

Tabelle 8 — Schweißnahtkontrolle durch zerstörungsfreie Prüfung

Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung	Allgemeines Prinzip	Untersuchung der Schweißnaht	Zulässigkeitskriterien
Sichtprüfung	EN 13018	EN ISO 17637	EN ISO 5817
Durchstrahlungsprüfung	EN ISO 5579	EN ISO 17636-1 und -2	EN ISO 10675-1
Ultraschalluntersuchung	EN ISO 16810	EN ISO 17640	EN ISO 11666
Farbeindringprüfung	EN ISO 3452-1	EN ISO 3452-1	EN ISO 23277
Magnetpulverprüfung	EN ISO 9934-1	EN ISO 17638	EN ISO 23278

Bei der Projektklasse C müssen 100 % der Schweißungen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Bei der Projektklasse A müssen 20 % aller Schweißung im Jahr, bei der Projektklasse B 80 % aller Schweißungen eines Projektes einer Sichtprüfung unterzogen werden. Alle Sichtprüfungen sind zu dokumentieren.

Tabelle 9 — Kontroll und Prüfanforderungen für die Qualität von auf der Baustelle hergestellten Schweißnähten

Qualitätsanforderung	Typ und Lage der Schweißnaht	Durchstrahlungs- oder Ultraschallprüfung ^{a, e}	Bewertungsgruppe, EN ISO 5817:2014
Projektklasse A ^f	Rundnähte:	5 %	Sichtprüfung: Bewertungsgruppe C Durchstrahlungsprüfung und andere ZfP: Bewertungsgruppe B
	Abzweigstücke, Kehlnähte:	b	
	Längsnähte:	b	
	Schweißungen, die nicht in die Dichtheitsprüfungen einbezogen werden:	20 %	
Projektklasse B ^f	Rundnähte:	10 %	Sichtprüfung: Bewertungsgruppe C Durchstrahlungsprüfung und andere ZfP: Bewertungsgruppe B Unregelmäßigkeiten Nummer 3.1: h ≤ 0,3 t, max. 1 mm d
	Abzweigstücke, Kehlnähte:	b	
	Längsnähte:	b	
	Sonderkonstruktionen:	c	
	Schweißungen, die nicht in die Dichtheitsprüfungen einbezogen werden:	50 %	
Projektklasse C ^f	Rundnähte:	20 %	Sichtprüfung: Bewertungsgruppe C Durchstrahlungsprüfung und andere ZfP: Bewertungsgruppe B Unregelmäßigkeiten Nummer 3.1: h ≤ 0,3 t, max. 1 mm d
	Abzweigstücke, Kehlnähte:	b	
	Längsnähte:	b	
	Sonderkonstruktionen:	c	
	Schweißungen, die nicht in die Dichtheitsprüfungen einbezogen werden:	100 %	

^a Der jeweilige Anteil beider Techniken muss vereinbart werden.

^b Repräsentative Stichprobe, beruhend auf der Gesamtanzahl der Schweißnähte, die vom Schweißer während eines Jahres fertig gestellt werden.

^c Das Ausmaß der zerstörungsfreien Prüfung muss unter Berücksichtigung interner und externer Belastungen sowie Zweck und Ort der Konstruktion festgelegt werden. Die ersten Inspektionen von Rohrleitungen, bei denen eine Ausbesserung zu besonderen Schwierigkeiten führt, z. B. Rohrleitungen unter Fließgewässern, Deichen und Bahngleisen, sollten auf 100 % erhöht werden.

^d Für die Projektklassen B und C sind die Anforderungen hinsichtlich Schweißnahtversatz nach EN 5817:2014, Unregelmäßigkeit Nr. 3,1 (Unregelmäßigkeit Nr. 5072 in der ISO 6520-1:2014 auf h ≤ 0,3 t und maximal 1 mm verschärft.

^e Der Umfang der Durchstrahlungsprüfung wird als prozentualer Anteil aller Baustellenschweißungen des Projektes angegeben.

^f Für Schweißnähte in Projektklassen A, B und C sind die Unregelmäßigkeiten 1,22 und 1,23 nach EN ISO 5817:2014 unzulässig

Die Erstprüfung und die Prüfanforderungen an Schweißnähte, die auf der Baustelle hergestellt werden, sind in Tabelle 9 angegeben. Wenn Unregelmäßigkeiten festgestellt werden, müssen zwei weitere Schweißnähte desselben Schweißers mit derselben Prüfmethode untersucht werden. Wenn hier wieder ein Fehler, bzw. eine Unregelmäßigkeit gefunden wird, müssen alle Schweißnähte dieses Schweißers geprüft werden.

11.3.1.8 Dokumentation

Die Schweißdokumentation bezieht sich auf Projektklassen. Tabelle 10 enthält eine Übersicht der erforderlichen Dokumente für die Projektklassen A, B und C

Tabelle 10 — Beziehung zwischen Dokumentation und Projektklassen

Dokumentation	Projektklassen	
	B und C	A
Rohr- oder Schweißbuch	RQ	O
Schweißanweisung (WPS)	RQ	RQ
Bericht über die Anerkennung des Schweißverfahrens (WPAR)	RQ	RQ
Qualifizierungspapiere des Schweißers	RQ	RQ
Werkstoffzertifikate	RQ	O
Zertifikate der Schweißzusätze	RQ	RQ
Reparaturverfahren	RQ	O
Ergebnisse der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)	RQ	RQ
Ergebnisse der Sichtprüfung des Mantels und der Muffenverbindungsbaugruppe	RQ	RQ
Radiografie der Schweißnähte	RQ	O
Bauzeichnungen	RQ	RQ
Aufgetretene Änderungen der Dokumentation des ursprünglichen Schweißplanes	RQ	O
RQ = Erforderlich (en: required) O = Optional		

11.4 Entlüftung und Trockenlegung

Einrichtungen zur Entlüftung und Trockenlegung können unterhalb der Bodenoberfläche in Armaturenschächten oder unterhalb von Straßenabdeckungen angebracht werden. In Abhängigkeit der Situation vor Ort können Entlüftungseinrichtungen auch oberirdisch montiert werden, siehe Anhang A.

Der Einsatz werkmäßig gedämmter Entlüftungs- und Trockenlegungsventile ist vorzuziehen.

Nur in Ausnahmefällen ist der Einsatz von Entlüftungs- und Trockenlegungsventilen bestehend aus einem Stahlventil, vor Ort gedämmt und abgedeckt mit einem Mantel und/oder Schrumpfmateriale, gestattet.

ANMERKUNG 1 Falls keine Trockenlegungseinrichtungen vorgesehen sind, kann zum Beispiel aus verfügbaren Anbohrtechniken eine Möglichkeit diesbezüglich geschaffen werden.

Werkmäßig gedämmte und vor Ort gedämmte Armaturen können entweder an ein werkmäßig gedämmtes T-Stück mit einem geraden Abzweig oder an ein Hauptmediumrohr geschweißt werden. Eine werkmäßig gedämmte Armatur, welche an ein werkmäßig gedämmtes T-Stück nach EN 448 geschweißt ist, muss vor Ort durch eine Mantelrohrverbindung nach EN 489 abgedeckt und gedämmt werden. Siehe Bild 6.

Eine werkmäßig gedämmte Armatur, welche an ein Hauptmediumrohr geschweißt ist, muss vor Ort durch eine vorgefertigte T-Stück-Konstruktion abgedeckt und gedämmt werden.

Die folgenden konstruktiven Anforderungen hinsichtlich Entlüftung- und Trockenlegung müssen berücksichtigt werden:

- die Länge des Entlüftungs- und Trockenlegungsrohres und/oder Spindelverlängerung muss in Anbetracht der Bodenüberdeckung angepasst werden.

Der Korrosionsschutz der gesamten Armaturenkonstruktion, einschließlich der Verbindungen, muss der Nutzungsdauer des Rohrsystems entsprechen.

Die Armaturenkonstruktion muss unterirdischen Bedingungen, wie Wärme, Kälte, (Eindringen von) Feuchtigkeit, Grundwasser und Salzwasser widerstehen.

Außerhalb der Isolierung muss die Konstruktion aus metallischen Werkstoffen gefertigt und entweder korrosionsbeständig oder permanent gegen Korrosion geschützt sein.

Zur Sicherheit des Betriebspersonals müssen die Bedienhebel der Armaturen so angebracht werden, dass diese nur nach oben öffnen können.

Die Hebel müssen mit einer Vorrichtung versehen werden, welche ein Schließen und Öffnen der Ventile mit Werkzeugen von der Oberfläche aus möglich macht. Ein durchsichtiger Positionsanzeiger muss den Schaltzustand des Ventils von oben erkennbar machen.

Eine permanente Kennzeichnung der Armaturen, die von oben lesbar ist (Vorlauf-/Rücklaufleitung, Entlüftung/Trockenlegung) muss verfügbar sein.

Die Angabe der Festigkeit der Ventilabspernung muss vor Betrieb möglich sein. Eine Sicherheits-Dekompressionsvorrichtung muss verfügbar sein.

ANMERKUNG2 Verschlüsse können beispielsweise beim Dekompressionsbohren an den Gewindeverbindungen vorgesehen werden.

Aus arbeitsergonomischen Gründen und zur Reduzierung der möglichen Gefährdung des Personals, sollte die Verbindung mit Gewinde ausgeführt werden. Hierzu kann ein Standrohr von oben abgeschraubt und eine Schlauchleitung dort montiert werden.

Die Betriebsachse der Armatur darf nicht tiefer als 400 mm unterhalb der Bodenoberfläche liegen.

Die folgenden Anforderungen gelten für Armaturenschächte oder Straßenkappen:

- Wasser, das in die Armaturenschächte oder unter die Straßenkappen eindringt muss in der Lage sein, zu versickern. Falls notwendig, müssen zusätzliche Maßnahmen, beispielsweise zur Entwässerung, vorgesehen werden.

Die Armaturenschächte und/oder Straßenkappen müssen genügend Freiraum für den Betrieb der Armaturen und die Verbindung der Betriebsmittel, z. B. Schlauchleitungen, bieten. Die Bilder 3 bis 5 zeigen Beispiele für die Konstruktion von werkmäßig gedämmten Entlüftungsventilen:

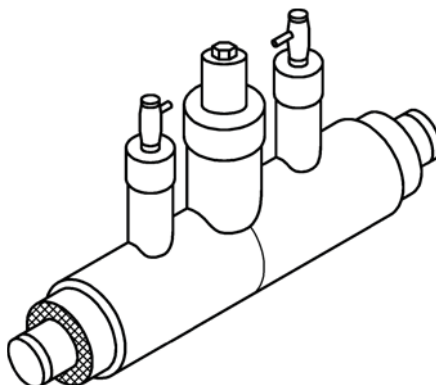


Bild 3 — Typische Detaildarstellung einer werkmäßig gedämmten Absperrarmatur mit Armatur für die Hauptleitung und zwei Armaturen für das Entwässern und Entlüften

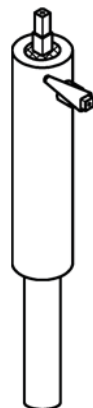


Bild 4 — Typische Detaildarstellung einer werkmäßig gedämmten Entlüftungs-/Entwässerungsarmatur, hergestellt aus korrosionsfreiem Stahl zur Anschraubung eines Standrohres von der Oberfläche

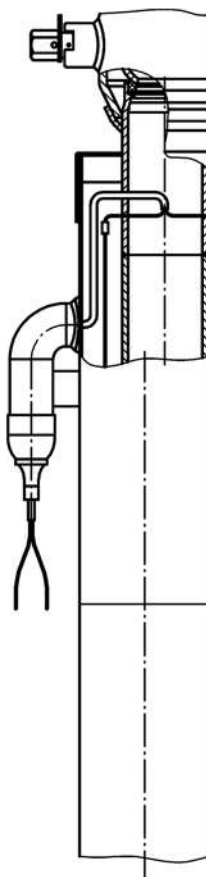


Bild 5 — Typische Detaildarstellung einer werkmäßig gedämmten Entwässerungsarmatur, hergestellt aus rostfreien Werkstoffen zur Anbindung von mobilen Rohrleitungen oder Schläuchen zur Entwässerung und Entlüftung

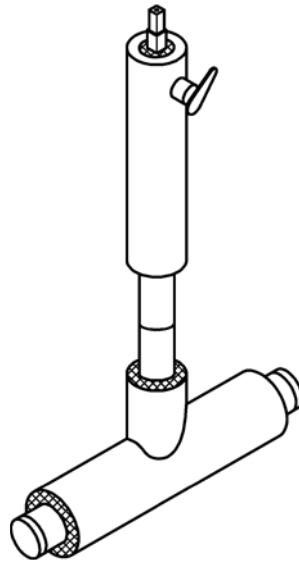


Bild 6 — Werkmäßig gedämmte Armatur angeschweißt an ein werkmäßig gedämmtes T-Stück

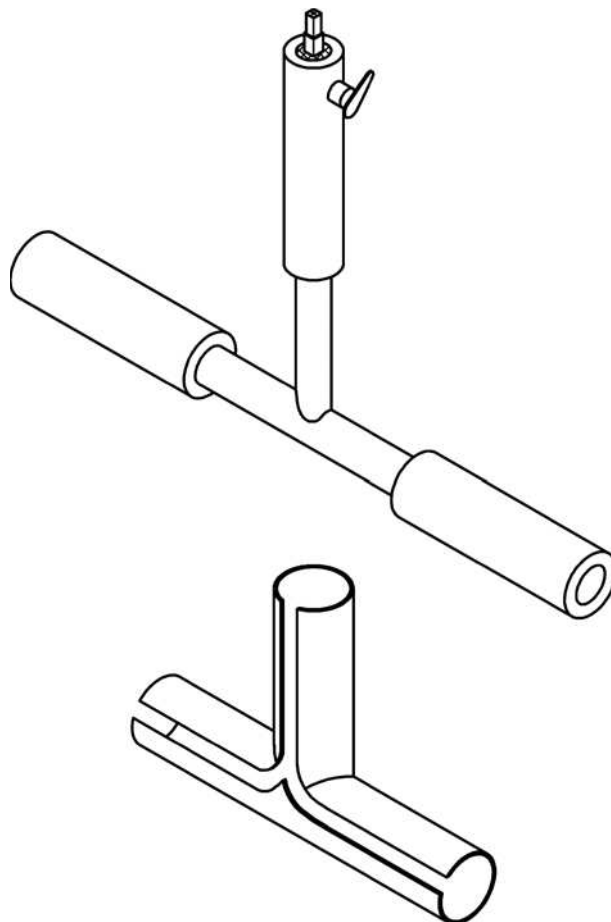


Bild 7 — Werkmäßig gedämmte Armatur angeschweißt an ein Hauptmediumrohr mit Isolierung vor Ort

11.5 Prüfung auf Dichtheit und Festigkeit

11.5.1 Allgemeines

Nach der Verlegung, aber vor der Inbetriebnahme, müssen die Rohrleitungen einer Druckprüfung unterzogen werden.

Die Druckprüfungen können wie folgt unterteilt werden:

- Prüfung der einzelnen vor Ort hergestellten Schweißnähte oder eines Rohrabschnitts auf Dichtheit;
- Prüfung der Festigkeit eines Rohrabschnitts auf Versagen bei Innendruck;
- Kombinierte Festigkeits- und Dichtheitsprüfung.

Werkmäßig gedämmte Verbundrohrsysteme müssen fest verbunden sein und die notwendige mechanische Festigkeit aufweisen.

Für zugelassene Prüfverfahren für die Dichtheit und mechanische Festigkeit, siehe Tabelle 11.

Tabelle 11 — Prüfverfahren für Dichtheit und mechanische Festigkeit

Prüfverfahren	Dichtheitsprüfung	Festigkeitsprüfung
Überdruck durch Luft	Sichtprüfung (siehe 11.5.2)	-
Unter atmosphärischem Druck durch Luft	Sichtprüfung (siehe 11.5.3)	-
Hydrostatische Prüfung	Kombinierte Mess- und Sichtprüfung (siehe 11.5.4)	

Druckprüfungen müssen mit Überdruck am Mediumrohr durchgeführt werden; diese Prüfungen müssen an möglichst langen Rohrabschnitten durchgeführt werden, an denen alle Arbeiten abgeschlossen sind.

Bei der Sichtprüfung der vor Ort ausgeführten Schweißnähte müssen diese vollständig sichtbar sein:

- Die Dichtheitsprüfung ist stets erforderlich;
- Wenn die Prüfverfahren nach 11.5.2 oder 11.5.3 in gut begründeten Fällen nicht umsetzbar sind, dann dürfen diese durch 100 % ZfP-Inspektionen der vor Ort hergestellten Schweißnähte ersetzt werden. Zu diesem Zwecke werden Schweißnähte in mindestens 2 Durchgängen ausgeführt und die Anfangs-/Endpositionen der Durchgänge gegeneinander versetzt;
- Die Festigkeitsprüfung ist außerhalb des Anwendungsbereichs der PED optional und kann entsprechend den Anforderungen der örtlichen Behörden oder entsprechend den Forderungen des Eigentümers festgelegt werden.

Für die Projektklasse C ist die Festigkeitsprüfung empfohlen.

- Die Festigkeitsprüfung ist im Anwendungsbereich der PED erforderlich.

ANMERKUNG Hinsichtlich des Anwendungsbereichs der PED, siehe EN 13941-1, Anhang G.

In Projektklasse A kann die Dichtheitsprüfung als Sichtprüfung (hydrostatische Prüfung) bei Betriebsdruck durchgeführt werden und die hydrostatische Prüfung darf entfallen.

Für jede Dichtheits- und jede Druckprüfung ist ein Prüfbericht zu erstellen.

11.5.2 Sichtprüfung mit Überdruck durch Luft

Der Rohrabschnitt für die Prüfung wird mit einer Entladungskammer versehen, um den Überdruck für die Prüfung mit Luft als Prüfmedium aufzubringen.

Dichtheitsprüfung mit Luft bei 0,2 bis < 0,5 bar Überdruck, wobei die Dichtheit der Schweißnaht mit einer geeigneten Anzeigeflüssigkeit geprüft wird.

Wenn Lecks in der Schweißnaht bestehen, bilden sich in kürzester Zeit Bläschen.

Wenn Bläschen sichtbar sind, dann ist die Schweißnaht nicht dicht und muss teilweise oder vollständig erneuert werden.

11.5.3 Sichtprüfung unterhalb des atmosphärischen Druckes durch Luft

Die Unterdruckflaschen und das Unterdrucksystem müssen nach den Anweisungen der Hersteller der Flaschen und Systeme eingesetzt werden.

Dichtheitsprüfung mit Luft bei 0,3 bis < 0,5 bar unterhalb des atmosphärischen Druckes, wobei die Dichtheit der Schweißnaht mit einer geeigneten Anzeigeflüssigkeit geprüft wird.

Wenn Lecks in der Schweißnaht bestehen, bilden sich in kürzester Zeit Bläschen.

Wenn Bläschen sichtbar sind, dann ist die Schweißnaht nicht dicht und muss teilweise oder vollständig erneuert werden.

Die Prüfdauer muss mindestens eine Minute pro Position der Unterdruckflaschen betragen.

11.5.4 Hydrostatische Prüfung

11.5.4.1 Allgemeines

Die Wasserdruckprüfung ist eine kombinierte Prüfung auf Beständigkeit gegen Innendruck und Dichtheit.

Wasserdruckprüfungen müssen mit Wasser ausgeführt werden, außer wenn nicht ausreichend Wasser von adäquater Qualität zur Verfügung gestellt werden kann, wenn eine Wasserentsorgung nicht möglich ist, wenn eine Prüfung nicht zweckmäßig ist oder wenn eine Verunreinigung des Wassers nicht akzeptabel ist. Pneumatische Prüfungen (falls notwendig) dürfen mithilfe von Luft ausgeführt werden.

ANMERKUNG Das Umlegen von kurzen Rohrleitungsabschnitten oder Verbindungsabschnitten, die bereits im Betrieb sind, sind Beispiele für Situationen, in denen eine Druckprüfung mit Wasser unter Umständen nicht zweckmäßig ist.

Die Prüfung muss bei Temperaturen über +4 °C erfolgen.

Wenn Wasser bei niedrigen Temperaturen eingesetzt wird, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um ein Einfrieren des Wassers zu verhindern.

Der Rohrabschnitt für die Prüfung wird mit einer Entladungskammer versehen, um den Überdruck für die Prüfung mit Wasser als Prüfmedium aufzubringen.

Die Anzahl der Prüfabschnitte sollte auf ein Mindestmaß beschränkt sein. Die Auswahl der Prüfabschnitte muss Folgendes berücksichtigen:

- Sicherheit des Personals und der Öffentlichkeit und Schutz der Umwelt und anderer Anlagen;
- die Bauabfolge;

- das Terrain und den Zugang;
- die Verfügbarkeit und Entsorgung von Prüfwasser.

Wenn das Prüfmedium bei der Prüfung einer Wärmeausdehnung ausgesetzt wird, müssen Vorkehrungen zur Entlastung des übermäßigen Druckes getroffen werden.

Einrichtungen, die nicht den Prüfdrücken ausgesetzt werden sollten, müssen von der Rohrleitung während der Prüfung getrennt werden.

Armaturen sollten während der Druckprüfung nicht als Endverschlüsse verwendet werden, sofern diese nicht für den Differenzdruck an der Armatur im Rahmen der Prüfung geeignet sind. Alle Einrichtungen oder Geräte, die als Endverschlüsse verwendet werden, müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen, um dem Prüfdruck zu widerstehen.

11.5.4.2 Sicherheit

Arbeiten an oder in der Nähe des Rohrleitungssystems, das gerade einer Prüfung unterzogen wird, sind ab dem Beginn der Druckerhöhung bis zur Druckentlastung am Ende der Prüfung untersagt, sofern dies nicht für die Prüfung notwendig ist.

Warnhinweise müssen platziert werden und die Route der Rohrleitung muss durch Personal patrouilliert werden, sofern dies notwendig ist, um einen Zugang auf die Rohrleitung während der Prüfung zu verhindern.

Im Falle einer pneumatischen Prüfung, müssen die Gefährdungen, die von der in der Rohrleitung aufgestauten Energie ausgehen, bei Auslegung der Sicherheitsanforderungen berücksichtigt werden.

Die Sicherheit der Öffentlichkeit, des Baustellenpersonals, der benachbarten Anlagen und der Schutz der Umwelt müssen bei der Druckentlastung des Prüfmediums sichergestellt werden. Wenn Luft oder Gas als Prüfmedium verwendet werden, so ist der Druck auf kontrollierte Art und Weise abzulassen.

11.5.4.3 Verfahrensweisen

11.5.4.3.1 Schriftlich festgehaltene Verfahren

Schriftlich festgehaltene Verfahren für die Festigkeits- und Dichtheitsprüfung müssen vor dem Beginn der Prüfung vorbereitet werden und müssen Folgendes umfassen:

- das Profil, welches den Rohrgrad und die Wanddicke angeben muss, die Länge des Prüfabschnitts mit dem spezifizierten Prüfdruck für jedes Ende des geprüften Rohrabschnitts;
- Sicherheitsvorkehrungen;
- Anforderungen hinsichtlich kontinuierlicher Überwachung; siehe 11.5.4.7 und 11.5.4.8;
- Quelle und Zusammensetzung des Prüfwassers und dessen Entsorgung;
- Anforderungen an Einrichtungen und Ausrüstung;
- Drücke und Zeitdauern;
- Bewertung von Prüfergebnissen;
- Suche nach Lecks.

11.5.4.3.2 Kommunikation

Eine Möglichkeit zur Kommunikation muss zwischen allen vom Personal besetzten Prüfpunkten während der Prüfung bestehen.

11.5.4.4 Wasser als Prüfmedium

11.5.4.4.1 Wasserqualität

Wasser für Prüfungen und zum Spülen muss sauber und frei von jeglichen suspendierten oder aufgelösten Substanzen sein, welche das Rohrmaterial beschädigen oder Ablagerungen innerhalb der Rohrleitung bilden können.

Üblicherweise wird Trinkwasser oder das Wasser des verfügbaren Fernwärmenetzwerks verwendet. Falls andere Wasserqualitäten und/oder Zusätze verwendet werden, dann muss auf die Entsorgung des Wassers und die Auswirkungen auf die Umwelt geachtet werden. Die Auswirkungen dieser Zusätze auf das Rohrsystem müssen berücksichtigt werden.

11.5.4.4.2 Füllgeschwindigkeit

Die Befüllung muss mit einer kontrollierten Geschwindigkeit geschehen. Alle Orte, in denen Luft eingeschlossen werden kann, müssen während der Befüllung entlüftet und abgedichtet werden, bevor die hydrostatische Prüfung beginnt.

11.5.4.4.3 Luftgehalt

Falls der Luftgehalt die Genauigkeit der hydrostatischen Prüfung beeinflussen kann, muss der Luftgehalt bestimmt und bei der Bewertung der Prüfergebnisse berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die Bewertung des Luftgehaltes kann durch Auftragen des Druckes gegenüber dem Volumen bei der anfänglichen Befüllung und Druckbeaufschlagung erfolgen, bis ein definitives, lineares Verhältnis offenkundig wird.

11.5.4.4.4 Temperaturstabilisierung

Bevor die Prüfung begonnen wird, muss so lange gewartet werden, bis das Wasser seine Temperatur an die Umgebungstemperatur angepasst hat, sodass keine Einflüsse aufgrund Kondensierung bei der Sichtprüfung zu erwarten sind.

11.5.4.4.5 Temperatúrauswirkungen und Korrelationen

Korrelationen, welche die Auswirkungen von Temperaturänderungen auf die Prüfdrücke zeigen, müssen entwickelt werden, um die möglichen Unterschiede zwischen den anfänglichen und endgültigen Prüfdrücken und Temperaturen bewerten zu können.

11.5.4.4.6 Druckniveaus und Prüfdauern

Die Dauer der Dichtheits- und/oder Festigkeitsprüfung muss in Anbetracht der Änderungen der Umgebungstemperatur und der Methoden zur Dichtheitsprüfung bestimmt werden.

Rohrleitungen müssen nach Stabilisierung der Temperaturen und der Druckstöße infolge der Druckbeaufschlagung für eine Mindestdauer von 1 h an einem beliebigen Punkt innerhalb des Systems mit einem Druck, der mindestens dem 1,3-fachen des Auslegungsdruckes entspricht, auf Festigkeit geprüft werden.

Falls zutreffend, muss der Prüfdruck für die Festigkeit mit dem folgenden Verhältnis multipliziert werden:

— σ_y bei Prüftemperatur geteilt durch σ_y bei Auslegungstemperatur.

Nach einer erfolgreichen Festigkeitsprüfung, muss die Rohrleitung für eine Minstdauer von 8 h an einem beliebigen Punkt innerhalb des Systems mit einem Druck, der mindestens dem 1,1-fachen des Auslegungsdruckes entspricht, auf Dichtheit geprüft werden.

Die Festigkeits- und Dichtheitsprüfung können durch eine Prüfung von mindestens 8 h mit einem Druck, der mindestens dem 1,3-fachen des oben für die Festigkeitsprüfung spezifizierten Auslegungsdruckes entspricht, kombiniert werden.

Die Anforderung einer Minstdauer für die Dichtheitsprüfung gilt nicht für Rohrleitungen oder Primärleitungen, die vollständig für eine Sichtprüfung zugänglich sind, unter der Voraussetzung, dass eine vollständige Sichtprüfung auf Lecks nach einer Haltezeit von 2 h auf dem erforderlichen Prüfdruck für die Dichtheitsprüfung auch erfolgt.

Wenn Lecks in den Schweißnähten vorhanden sind, dann treten Wassertröpfchen an der Außenseite der Schweißnähte innerhalb einiger Stunden hervor. Zur besseren Entdeckbarkeit dieser Wassertröpfchen durch Sichtprüfung können die Schweißnähte mit einem entsprechenden Detektormaterial, wie wasserempfindlichem Papier, umwickelt werden.

Wenn die Präsenz von Wasser sichtbar oder angedeutet ist, dann ist die Schweißnaht nicht dicht und muss entweder teilweise oder vollständig erneuert werden.

11.5.4.5 Zulässigkeitskriterien

Druckschwankungen während der Festigkeitsprüfung gelten als akzeptabel, wenn nachgewiesen werden kann, dass diese von anderen Faktoren verursacht werden als einem Leck.

Druckerhöhungen- oder Druckabnahmen während der Dichtheitsprüfung gelten als akzeptabel, wenn durch Berechnungen nachgewiesen werden kann, dass diese durch Schwankungen in der Umgebungstemperatur hervorgerufen werden.

Wenn die Dichtheit der vor Ort ausgeführten Schweißnähte per Sichtprüfung untersucht wird, dann dürfen keine Lecks an diesen Nähten bestehen.

Rohrleitungen, welche diese Anforderungen nicht erfüllen, müssen nach den Anforderungen dieser Europäischen Norm repariert und erneut geprüft werden.

11.5.4.6 Suche nach Lecks

Verfahrensweisen zur Entdeckung und Verortung von Lecks müssen als Teil des hydrostatischen Prüfungsverfahrens entwickelt werden.

11.5.4.7 Prüfeinrichtungen

Die Prüfeinrichtungen für die hydrostatische Prüfung muss Folgendes umfassen:

- Druckwaage oder anderes Gerät mit gleichwertiger Genauigkeit;
- Druckmessgeräte;
- Volumenmessgeräte;
- Temperaturmessgeräte; und
- Geräte zur Druck- und Temperaturlaufzeichnung.

Aktuelle Kalibrierzertifikate, welche die Aktualität der Kalibrierung des Instrumentes nachweisen, müssen vorhanden sein.

11.5.4.8 Prüfungsdokumentation und -aufzeichnungen

Die Prüfungsaufzeichnungen müssen für die gesamte Einsatzdauer des Rohrleitungssystems aufbewahrt werden und müssen Folgendes umfassen:

- eingesetztes Prüfverfahren;
- Druck- und Volumenänderungen in halbstündigen Intervallen für die gesamte Prüfungsdauer;
- unterirdische Temperatur und Lufttemperatur, falls notwendig, sowie Witterungsbedingungen in stündlichen Intervallen;
- Diagramme, welche den aufgenommenen Druck zeigen;
- Kalibrierungsdaten zu den Prüfinstrumenten;
- Name des Bedieners;
- Name der für die Ausführung der Prüfung verantwortlichen Person;
- Name des Prüfungsunternehmens, falls herangezogen;
- Datum und Uhrzeit der Prüfung;
- Mindest- und Höchstprüfdrücke am Prüfungsort;
- Prüfmedium;
- Prüfdauer;
- Abnahmesignatur für die Prüfung;
- Beschreibung der geprüften Anlage und der Prüfeinrichtung;
- Erklärung und Einteilung aller Diskontinuitäten hinsichtlich des Druckes, einschließlich Fallen des Prüfungsversagens, die in den Diagrammen zum Druck auftauchen;
- falls Höhenunterschiede in den geprüften Abschnitten 30 m übersteigen, ein Profil der Rohrleitungen, welches Höhenunterschiede und Prüforte über die Länge des Prüfabschnitts hinweg zeigt.

11.5.4.9 Entsorgung des Prüfwassers

Das Wasser muss so entsorgt werden, dass eine mögliche Schädigung der Öffentlichkeit und der Umwelt auf ein notwendiges Mindestmaß reduziert werden.

11.5.4.10 Schutz nach der Prüfung

Für die Prüfung eingesetzte Fluide dürfen nach der Prüfung nicht in der Rohrleitung oder Verrohrung verbleiben, sofern nicht Vorkehrungen zur Vermeidung der Korrosion getroffen wurden.

Wird Wasser als Prüfmedium in kalten Regionen eingesetzt, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um ein Einfrieren des Wassers zu verhindern.

Nach der Prüfung darf kein Wasser in der Rohrleitung verbleiben, sofern dieses nicht der Wasserqualität im eigentlichen Betrieb entspricht.

ANMERKUNG: Wenn Wasser im Rohrleitungsabschnitt verbleibt, dann ist es nicht möglich, diesen Abschnitt mit dem elektrothermischen Verfahren vorzuspannen.

11.6 Verbindungsmuffen

11.6.1 Qualifizierung der Unternehmen und des Personals

Die Unternehmen, die Muffenverbindungen herstellen und PE-Schweißungen an Mänteln vornehmen, müssen die Anforderungen nach 4.2 erfüllen.

Hinsichtlich des Qualitätssicherungsprogramms und der Dokumentation der Nutzungsdauer für Unternehmen und Personal, die Verbindungen herstellen und PE-Schweißungen an Mänteln vornehmen, siehe Tabelle D.7.

11.6.2 Verbindungen

Die Montage und Isolierung der Verbindungen muss in Übereinstimmung mit den Montageanweisungen des Lieferanten erfolgen. Die Werkstoffe, die Prüfung und die Installationsanleitung müssen den Anforderungen der EN 489 entsprechen.

Es wird empfohlen, im Oberflächentemperaturbereich von 15°C bis 45°C das Stahlrohr und den Mantel einzuschäumen. Niedrigere oder höhere Oberflächentemperaturen haben eine nachteilige Wirkung auf die Schaumeigenschaften.

Wenn eine Aufschäumung außerhalb des Temperaturbereichs nach EN 489 ausgeführt wird, müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, welche durch das Unternehmen, das die Verbindungen herstellt, schriftlich festgehalten werden müssen. Die Anforderungen nach EN 489 hinsichtlich der Schaumstoffqualität müssen erfüllt werden.

Alle Arten von Verbindungsmuffensystemen dürfen nur durch zertifizierte und daher ausgebildete und geprüfte Monteure und PE-Schweißer montiert werden. Die Monteure und PE-Schweißer müssen wiederholt ihre Fachkenntnis und Fertigkeiten in angemessenen Intervallen nachweisen.

Die gültige Qualifizierung des Personals muss an der Baustelle durch ein personalisiertes Zertifikat bestätigt werden.

Die Anforderungen sind von der angewendeten Verbindungsart abhängig.

Wenn die Anlage Systeme zur Überwachung von Undichtigkeiten enthält, müssen Drähte und weitere Rohrleitungsteile entsprechend den Herstelleranweisungen und EN 14419 in die Verbindungsmuffe eingebaut werden.

11.6.3 Vor Ort vorbereitete Komponenten

Vor Ort hergestellte Mäntel dürfen nur in Ausnahmefällen in Übereinstimmung mit 5.4 der EN 13941-1:2016 verwendet werden.

Vor Ort hergestellte Formstücke für Mäntel sind werksgelieferte Mantelteile in Form von Kniestücken, T-Stücken und/oder anderen Teilen, welche vor Ort zur Isolierung nicht-isolierter Bereiche des Mediumrohrs eingesetzt werden, falls notwendig.

Vor Ort hergestellte Verbindungen sind werksgelieferte Mantelrohrverbindungen mit standardabweichender Länge, die vor Ort eingesetzt werden, falls notwendig. Standardverbindungen, sowie Bogenverbindungen und T-Verbindungen sind speziell für die Bedingungen an der Baustelle ausgelegt. Diesen Standardlösungen ist in allen Fällen, wo dies möglich ist, der Vorzug zu geben. Falls eine Standardlösung nicht verwendet werden kann, ist dieser Anweisung Folge zu leisten.

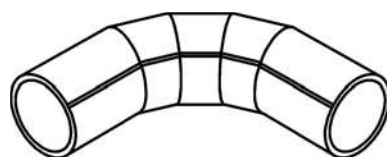
Der Einsatz vor Ort hergestellter Formstücke für Mäntel erfordert ausreichend Freiraum für die Montage der Formstücke.

Die Auslieferung der vor Ort hergestellten Formstücke für Mäntel muss der EN 253 (E) entsprechen.

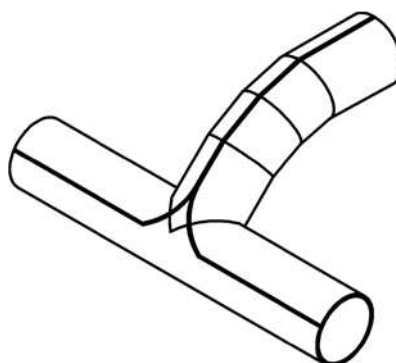
Vor Ort hergestellte Formstücke für Mäntel bestehen aus geschäumtem Material. Bei der Bestellung dieser Formstücke muss der Außendurchmesser des Mantels, auf den sie passen sollen, angegeben werden. Eine Skizze mit allen Messungen, welche den nicht-isolierten Teil zeigt, muss mit der Bestellung zusammen eingereicht werden. Die Skizze muss den Abweichungswinkel und den Biegeradius umfassen. Eine notwendige Überlappung ist zu berücksichtigen. In Übereinstimmung mit der Skizze werden Formstücke für Mäntel in unserem Werk aus stumpfgeschweißten Segmenten hergestellt und an die Baustelle geliefert.

Die Herstellung der vor Ort hergestellten Formstücke für Mäntel entspricht denselben Anforderungen, wie bei Formstücken nach EN 448.

Vor Ort vorbereitete Formstücke für Mäntel werden längs mit einer Stichsäge durchgeschnitten. Bei Mantelrohrverbindungen und Kniestücken ist ein Längsschnitt ausreichend. T-Formstücke müssen wie im Bild 8 gezeigt vorbereitet werden. Der Schnitt ist am oberen Teil anzusetzen. Vor dem Einschneiden muss die Innenoberfläche leicht angewärmt werden, um die Spannung im Material zu lösen. Dies verhindert eine Komprimierung des Materials. Es ist darauf zu achten, nicht zu viel Wärme zuzuführen, da das Material wärmeschrumpfend ist.



a)



b)

Bild 8 — Beispiele für Schnitte von PE-Formstücken und Kniestücken

Der nächste Schritt ist die Schweißvorbereitung der längslaufenden Schweißnähte (siehe Bild 9).

ANMERKUNG Weitere Informationen zum PE-Schweißen sind in [1] enthalten.

Maße in Millimeter

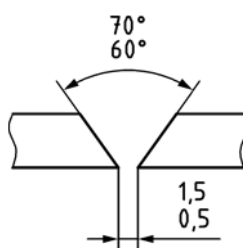


Bild 9 — Vorbereitung der PE-Extrusionsschweißung

Nach der Vorbereitung der längslaufenden Schweißnaht, wird das Formstück geöffnet und platziert wo es erforderlich ist (siehe Bild 10).

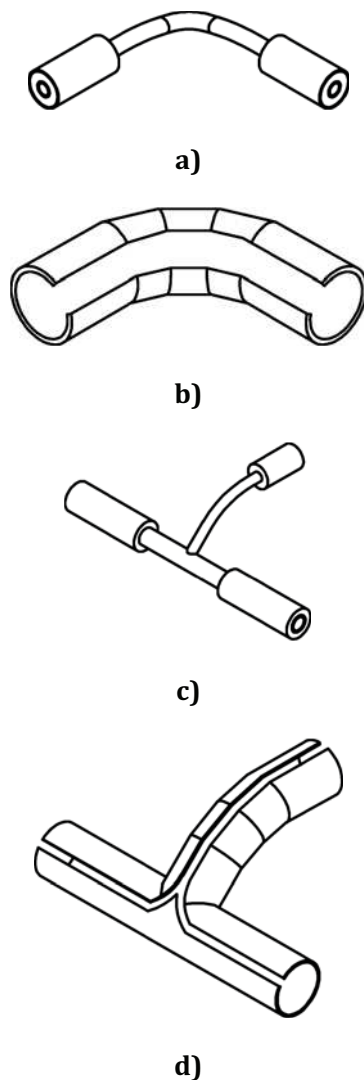


Bild 10 — Beispiele vor Ort hergestellter Mäntel

Das Formstück für den Mantel muss zentriert sein und die Schweißnaht wird punktgeschweißt. Nur eine stechende Schweißung ist gestattet. Ein Zwangslagenschweißen ist nicht gestattet.

ANMERKUNG Weitere Informationen zum PE-Schweißen sind in [3] und [4] enthalten.

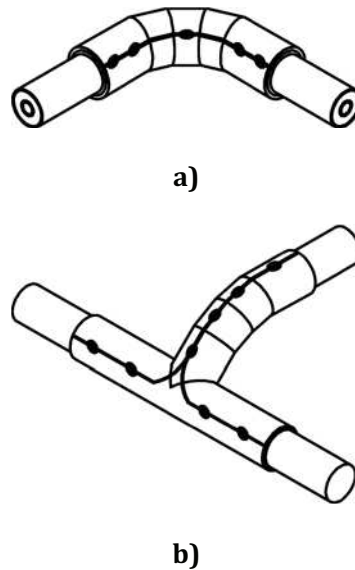


Bild 11 — Beispiel für das Punktschweißen

Die Formstücke überlappen mit dem Mantel und sollten im Allgemeinen per Überlappschweißen an den Mantel gefügt werden (Elektroschweißverbindung).

Wenn ein Überlappschweißen nicht möglich ist, wird eine Abdichtung mit Schrumpfschläuchen ausgeführt. Die Abdichtung muss der EN 489:2009 entsprechen. Ein Rundschweißen ist weder per Extruder noch mit heißer Luft gestattet.

Die PUR-Isolierung muss der EN 489:2009 entsprechen.

11.7 Überwachungssystem

Falls ein Überwachungssystem montiert wird, muss die EN 14419 erfüllt werden.

Zur Ermittlung von Abweichungen werden die folgenden Messverfahren herangezogen:

- Widerstandspunktverfahren;
- Impulsverzögerungsverfahren.

Werkmäßig gedämmte Verbundrohre müssen so verlegt werden, dass die Überwachungssysteme korrekt montiert werden können. Vor Beginn der Montage, muss ein Schaltplan nach EN 14419:2009, 7.3; vorbereitet werden.

Während der Montage muss sichergestellt werden, dass die gesamte Verkabelung nach diesem Schaltplan erfolgt. Abweichungen müssen kontinuierlich dokumentiert werden.

Messelemente, wie zum Beispiel Messdrähte oder Messfühler dürfen nicht innerhalb der Verbindung überkreuzt werden. Falls notwendig, müssen die Rohre entsprechend während der Montage gedreht werden. Messdrähte an freien Enden dürfen nicht beschädigt werden. Geeignete Werkzeuge, Montagegeräte und Prüfeinrichtungen, die spezifisch für das System ausgelegt sind, müssen verwendet werden.

Ausreichende Maßnahmen müssen umgesetzt werden, um Feuchtigkeit in der fertigen Mantelrohrverbindung zu vermeiden.

Wann immer möglich sollten Verbindungen in trockenem Wetter oder unter Montage- und Baustellenbedingungen, die entsprechend angepasst wurden, vorgenommen werden. Die Montageanweisungen nach EN 489:2009; 4.3; müssen befolgt werden.

Die Montage von Verbindungen darf nur durch zuverlässige und erfahrene Monteure ausgeführt werden, welche ihre Qualifikation durch ein entsprechendes und gültiges Prüfzertifikat nachweisen können.

Jegliche Schäden an den Kabeln/Drähten des Überwachungssystems müssen vermieden werden. Falls Kabel/Drähte beschädigt werden, müssen Reparaturen nach den Anweisungen des Lieferanten ausgeführt werden.

Wenn sich die Eigenschaften und Merkmale des Überwachungssystems ändern, muss ein Anschlusspunkt zur Durchführung separater Messungen hergestellt werden. Die Ortung von Störungen und Feuchtigkeit kann außerdem einen zusätzlichen Anschlusspunkt erfordern.

ANMERKUNG 1 Ein geeigneter Ort wäre in einem Schacht, in einem Hausanschluss, in einem Messpunkt, in einem Schrank, usw. Siehe auch EN 14419:2009; 7.2.2 und 3.18.

Eine Qualitätsprüfung in Übereinstimmung mit EN 14419:2009, 7.1; sollte nach Erhalt der Rohrelemente ausgeführt werden.

ANMERKUNG 2 Rohrelemente mit trockenem Schaumstoff weisen einen elektrischen Widerstand von mehr als 10 MΩ Kilometer Drahtlänge auf.

Während der Montage von Verbindungen und Messelementen, müssen Feuchtigkeit und/oder Kondenswasserbildung am Mediumrohr oder an der Innenseite der Verbindungsmuffe gründlich vermieden werden.

Feuchte Schaumhüllen müssen entfernt werden.

Die Messelemente müssen nach EN 14419:2009; 6.3; montiert werden.

Es ist sicherzustellen, dass eine einwandfreie elektrische und physische Verbindung der Messdrähte miteinander, sowie mit allen systemspezifischen Komponenten und Bezügen besteht.

Während der Montage des Systems, müssen die elektrischen Verbindungen an jeder Mantelrohrverbindung auf mechanische Festigkeit, Isolationswiderstand, Kontinuität und vertauschte Leiter geprüft und die Ergebnisse in Übereinstimmung mit den Montageanweisungen des Herstellers aufgezeichnet werden. Alle Abweichungen und Fehler müssen sofort repariert werden.

Das Führen der Drähte aus dem Außenmantel heraus muss in Übereinstimmung mit den Anweisungen und Spezifikationen des Herstellers des Überwachungssystems erfolgen. Wenn keine systemspezifischen Lösungen gegeben sind oder geplant wurden, dann müssen an Rohrenden in Gebäuden, beispielsweise, die Drähte so verbunden und montiert werden, dass das Überwachungs- und Fehlerortungssystem nicht funktional beeinträchtigt wird. Dies umfasst auch die Ableitung des Rohrpotentials aus dem Mediumrohr mittels eines geeigneten Stromkabels.

Wenn die Anschlusspunkte und/oder Überwachungseinrichtungen in Inspektionskammern oder anderen Strukturen installiert werden, dann sind diese gegen Feuchtigkeit zu schützen (Oberflächenwasser, Spritzwasser). Drähte, die aus den Gehäusen herausführen, sollten nur von unten verbunden werden. Verbindungen an der Seite sollten nur falls unbedingt notwendig hergestellt werden. Maßnahmen müssen unter Umständen ergriffen werden, um eine Kondenswasserbildung in den Buchsen durch die Feuchtigkeit in der Luft zu verhindern.