

Fernwärmerohre
Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte
Fernwärmenetze
Rohrverbindungen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen
Deutsche Fassung EN 489:2003

DIN
EN 489

ICS 23.040.60

Ersatz für
DIN EN 489:1994-12

District heating pipes —
Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot
water networks —
Joint assembly for steel service pipes, polyurethane thermal insulation and outer
casing of polyethylene;
German version EN 489:2003

Tuyaux de chauffage urbain —
Systèmes bloqués de tuyaux pré-isolés pour les réseaux d'eau chaude enterrés
directement —
Assemblage pré-isolé pour tube de service en acier, isolation thermique en
polyuréthane et tube de protection en polyéthylène;
Version allemande EN 489:2003

Die Europäische Norm EN 489:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme“ (Sekretariat: Dänemark) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) unter Mitwirkung des Normenausschusses Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erstellt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 489:1994-12 wurde folgende Änderung vorgenommen:

— Siehe Einleitung.

Frühere Ausgaben

DIN EN 489: 1994-12

Fortsetzung 23 Seiten EN

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Fernwärmerohre

Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze Rohrverbindungen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen

District heating pipes —
Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot
water networks —
Joint assembly for steel service pipes, polyurethane
thermal insulation and outer casing of polyethylene

Tuyaux de chauffage urbain —
Systèmes bloqués de tuyaux pré-isolés pour les réseaux
d'eau chaude enterrés directement —
Assemblage pré-isolé pour tube de service en acier,
isolation thermique en polyuréthane et tube de protection
en polyéthylène

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. November 2002 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, die Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe.....	7
4 Anforderungen	7
4.1 Allgemeine Anforderungen	7
4.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Rohrverbindung	7
4.1.2 Herstellung der Rohrverbindung.....	7
4.1.3 Qualifikation des Schweißers und Monteurs	8
4.1.4 Erwartete thermische Lebensdauer und Langzeit-Temperaturbeständigkeit	8
4.1.5 Schweißung des Stahlmediumrohres	8
4.1.6 Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung (PUR)	8
4.1.7 Muffenverbindung	8
4.2 Anforderungen an die Typprüfung.....	8
4.2.1 Erddruckprüfung.....	8
4.2.2 Eigenschaften der Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR)	8
4.3 Einbauanweisungen	9
4.3.1 Allgemeines	9
4.3.2 Arbeitsbedingungen	9
4.3.3 Säubern	9
4.3.4 Lecküberwachungssystem	9
4.3.5 Stahlschweißung.....	9
4.3.6 Muffe der Rohrverbindung	9
4.3.7 Schäumen	9
5 Typprüfverfahren.....	10
5.1 Erddruck-Prüfung	10
5.1.1 Allgemeines	10
5.1.2 Sandkasten	10
5.1.3 Sand.....	10
5.1.4 Probekörper	11
5.1.5 Sandkasten-Prüfung	11
5.1.6 Wasserundurchlässigkeits-Prüfung	11
5.2 Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR).....	11
5.2.1 Allgemeines	11
5.2.2 Probekörper	11
5.2.3 Probenahme.....	12
5.2.4 Alterungsbeständigkeit	12
Anhang A (normativ) Schmelzschweißen von Stahlmediumrohren auf der Baustelle	13
A.1 Werkstoff.....	13
A.2 Schweißverfahren	13
A.3 Schweißvorbereitungen und Aufstellung.....	13
A.4 Qualifikation der Schweißer.....	13
A.5 Prüfung von Stahlschweißungen	13
A.5.1 Allgemeines	13
A.5.2 Dichtheitsprüfung mit Luft/Gas	14
A.5.3 Wasserdruckprüfung	14
A.5.4 Radiographische Prüfung	14
A.5.5 Ultraschallprüfung	14
Anhang B (informativ) Allgemeine Richtlinien für die Prüfung der Rohrverbindung auf der Baustelle	15

Anhang C (informativ) Qualifikation von Monteuren, die Rohrverbindungen in werkmäßig gedämmte	
Verbundmantelrohrsysteme einbauen	17
C.1 Zweck und Anwendungsbereich	17
C.2 Ausbildungs- und Prüfungsvoraussetzungen	17
C.3 Ausbildungs- und Prüfungsfächer	17
C.3.1 Allgemeines	17
C.3.2 Ummantelung aus Polyethylen (PE)	18
C.3.3 Lecküberwachung	19
C.3.4 PUR-Schaumstoffsystem	19
C.3.5 Rohrverbindungsarten/Verbindungssysteme	19
C.3.6 Einbau von Rohrverbindungen	21

Vorwort

Dieses Dokument EN 489:2003 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2003 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 489:1994.

Anhang A ist normativ. Die Anhänge B und C sind informativ.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen : Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, die Schweiz, die Slowakei, Spanien, Ungarn, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Einleitung

Die erste Ausgabe von EN 489 wurde 1994 bestätigt. Die Hauptgebiete der Überarbeitung betreffen Folgendes:

- der Titel wurde geändert in „Fernwärmerohre“;
- der Begriff „underground“ im Titel wurde durch „directly buried“ ersetzt, der in beiden Fällen als „erdverlegt“ übersetzt wird;
- Definitionen für „Polyethylenschweißen“ und „doppelte Dichtung“ wurden aufgenommen;
- die Anforderungen an die Qualifikation der Arbeitskräfte wurden geändert und Anhang C wurde hinzugefügt;
- zusätzliche Anforderungen an die doppelte Abdichtung;
- der höchste Wassergehalt für den Sand im Sandkasten wurde mit 0,5 % (Masseanteil) festgelegt;
- der frühere Anhang C „Annahmen zur Erstellung von Funktionsanforderungen für Rohrverbindungen“ und alle Verweisungen darauf wurden gestrichen und durch einen Verweis auf prEN 13941:2002 ersetzt.

Diese Norm ist Teil der Normenreihe für Verbundmantelrohrsysteme, bei denen eine Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff zum Verbund des Stahl-Mediumrohres mit der Polyethylen-Ummantelung verwendet wird.

Für Informationen zur erwarteten Mindestlebensdauer bei unterschiedlichen Betriebstemperaturen unter Berücksichtigung der PUR-Schaumstoff-Haltbarkeit siehe EN 253:2003, Anhang B.

Die weiteren Normen des CEN/TC 107 sind:

EN 253:2003, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Verbundrohrsystem bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen.*

EN 448:2003, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Verbundformstücke bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen.*

EN 488:2003, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Vorgeämmte Absperrarmaturen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen.*

EN 13941:2003, *Auslegung und Installation von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für Fernwärme.*

ANMERKUNG Der folgende in Verbindung mit den oben erwähnten Normen stehende Entwurf ist in Entwicklung:

prEN 14419, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Überwachungssysteme.*

Zur Information für den Anwender dieser Norm hat das CEN/TC 107 entschieden mitzuteilen, dass zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Europäischen Norm das CEN/TC 107 bereits Untersuchungen und weitere Bearbeitung der folgenden Themen beschlossen hat:

- angemessene Kurz- und Langzeitprüfungen für alle Verbindungssysteme;
- Einarbeitung von Ergebnissen laufender Forschungsaktivitäten zur Einführung neuer Prüfungen und Anforderungen;
- Erstellung neuer normativer Verweisungen für PE-Schweißen;
- Weiterentwicklung von Anhang C mit dem Ziel, daraus einen normativen Anhang zu machen.

An den erwähnten Themen soll mit der Absicht gearbeitet werden, die Ergebnisse in die nächste Überarbeitung der Norm aufzunehmen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Anforderungen an Rohrverbindungen fest, die unter Baustellenbedingungen zwischen angrenzenden vorgefertigten, gedämmten Rohren und/oder Formstücken in Fernwärmenetzen hergestellt werden. Die in dieser Norm festgelegten allgemeinen Anforderungen gelten auch für unter Baustellenbedingungen gefertigte T-Stücke, Bogenstücke, Übergangsstücke, Endabschlüsse usw.

Die Norm behandelt die Schmelzschweißverbindung der Stahlmediumrohre, die Muffenverbindung der Ummantelungsenden und die Wärmedämmung durch Vergießen mit Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR-Schaumstoff).

Diese Norm legt Verfahren für Typprüfungen von vollständigen Rohrverbindungen und PUR-Schaumstoffen unter Laborbedingungen fest. Die Typprüfungen gelten nur für gerade, unverschweißte Rohrverbindungen.

Schweißverbindungen an unter Baustellenbedingungen gefertigten Mantelrohren/Verbund-Formstücken müssen die Anforderungen dieser Norm erfüllen.

Die Anforderungen dieser Norm zielen darauf ab, für Verbindungen eine technische Lebensdauer von mindestens 30 Jahren zu erlangen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 253:2003, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Verbundrohrsystem bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen.*

EN 287-1:1992, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle.*

EN 288-1:1992, *Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 1: Allgemeinen Regeln für das Schmelzschweißen.*

EN 444:1994, *Zerstörungsfreie Prüfung — Grundlagen der Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Röntgen- und Gammastrahlen.*

EN 583-1:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundsätze.*

EN 1435:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen.*

EN 1712:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen.*

EN 1714:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen.*

EN 13941:2002, *Auslegung und Installation von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für Fernwärme.*

EN 25817:1992, *Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl — Richtlinie für die Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten.*

EN 29692:1994, *Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen und Gasschweißen — Schweißnahtvorbereitung für Stahl.*

ISO 1106-3:1984, *Recommended practice for radiographic examination of fusion weld joints — Part 3: Fusion welded circumferential joints in steel pipes of up to 50 mm thickness.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 253:2003 angegebenen und die folgenden Begriffe.

3.1

Rohrverbindung

gesamter Aufbau der Verbindung zwischen den angrenzenden Rohren und/oder Formstücken

3.2

Außenmantel der Rohrverbindung

Teil, der die beiden Ummantelungsenden einer Rohrverbindung verbindet

3.3

Stahlschweißung

geschweißte Verbindung der Mediumrohre

3.4

Polyethylenschweißung

molekulare Verbindung von Polyethylen mit Polyethylen durch Hitze-, Druck- und Zeiteinwirkung

3.5

doppelte Abdichtung

zwei unabhängig voneinander auf derselben Rohrverbindung angebrachte Abdichtsysteme, die sich gegenseitig nicht nachteilig beeinflussen und dadurch während der Lebensdauer der Rohrverbindung unabhängig voneinander funktionieren

3.6

Überwachungssystem

System von Messabschnitten und Messgeräten zur Überwachung des Rohrsystems

4 Anforderungen

4.1 Allgemeine Anforderungen

ANMERKUNG Die Annahmen von EN 13941 wurden als Grundlage für diese Anforderungen genommen.

4.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Rohrverbindung

Die Rohrverbindung muss folgende Eigenschaften haben:

- wasserdicht;
- widerstandsfähig gegen axiale Kräfte, die durch axiale Bewegungen des Rohres in der Erde hervorgerufen werden;
- widerstandsfähig gegen radiale Kräfte und Biegemomente;
- widerstandsfähig gegen Temperatureinflüsse und Temperaturänderungen.

Bei doppelter Abdichtung müssen jedes einzelne Abdichtsystem sowie die Kombination beider Systeme die in Abschnitt 5 beschriebenen Anforderungen an die Typprüfung erfüllen.

4.1.2 Herstellung der Rohrverbindung

Jeder einzelne Schritt bei der Herstellung einer Rohrverbindung muss den Einbauanweisungen des Herstellers entsprechen, um sicherzustellen, dass die gefertigte Verbindung die gleiche Qualität aufweist wie die typgeprüfte.

4.1.3 Qualifikation des Schweißers und Monteurs

Personen, die für den Einbau von Rohrverbindungen an werksmäßig gedämmten Rohrleitungsnetzen eingesetzt werden, müssen einen gültigen Qualifikationsnachweis besitzen, in dem bestätigt wird, dass sie eine für das Rohrsystem und den Typ der Rohrverbindung geeignete Ausbildung erhalten haben.

Schweißer von Stahlrohren müssen eine gültige Bescheinigung nach EN 287-1:1992 besitzen.

Schweißer von Polyethylen(rohren) müssen einen gültigen Qualifikationsnachweis besitzen, in dem ihre Fähigkeit bestätigt wird, reproduzierbare Schweißungen in der festgelegten Qualität auszuführen.

Empfohlene Ausbildungsfächer sind in Anhang C angegeben.

4.1.4 Erwartete thermische Lebensdauer und Langzeit-Temperaturbeständigkeit

Die Anforderungen an die erwartete Lebensdauer und Langzeit-Temperaturbeständigkeit müssen EN 253:2003, 4.5.4, entsprechen.

4.1.5 Schweißung des Stahlmediumrohres

Die Schweißung des Stahlmediumrohres muss:

- bei Prüfung nach A.5 dicht sein;
- mit dem Hauptrohr vergleichbare mechanische Eigenschaften haben.

4.1.6 Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung (PUR)

Die Verschäumung einer Rohrverbindung muss innerhalb eines abgeschlossenen Volumens erfolgen.

Der PUR-Schaumstoff muss die Rohrverbindung vollständig ausfüllen.

Die Anforderungen an die Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung (PUR) müssen EN 253:2003, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4 und 4.4.5, entsprechen.

4.1.7 Muffenverbindung

Die Muffenverbindung muss gegenüber äußerem Wasserdruck dicht sein.

Alle Muffenverbindungen müssen einer Dichtheitsprüfung unterzogen werden. Ist dies nicht möglich, so muss in den Herstellerunterlagen ein typspezifisches Verfahren mit 100%iger Sichtprüfung in Kombination mit einem zerstörenden punktuellen Prüfverfahren angegeben sein.

ANMERKUNG Dichtheitsprüfungen von Verbindungen sollten mit Luft oder einem anderen geeigneten Gas durchgeführt werden. Der Prüfdruck von 20 kPa wird bei einer Temperatur von ≤ 40 °C für mindestens 2 min angelegt. Die Dichtheit sollte unter Verwendung einer geeigneten Indikatorflüssigkeit oder einer Leckdetektierung überprüft werden. Die Indikatorflüssigkeit darf weder schädlich für den Ummantelungs- oder Verbindungswerkstoff noch für die Umwelt sein.

In der Dokumentation des Herstellers müssen geeignete Handhabungs- und Einbauverfahren sowie typspezifische Prüfverfahren zum Nachweis der Dichtheit der eingebauten Muffenverbindung beschrieben sein.

4.2 Anforderungen an die Typprüfung

4.2.1 Erddruckprüfung

Nach der Erddruck-Prüfung nach 5.1 darf kein Wassereintrich festgestellt werden können.

4.2.2 Eigenschaften der Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR)

Die Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR) muss die Anforderungen nach EN 253:2003, 4.4, 4.5.4 und 4.5.5, erfüllen.

4.3 Einbauanweisungen

4.3.1 Allgemeines

Die Einbauanweisungen, die für die Qualität der ausgeführten Rohrverbindung und für das Erreichen der erwarteten Lebensdauer ausschlaggebend sind, müssen Bestandteil der Dokumentation des Herstellers sein und zusammen mit den Komponenten geliefert werden.

Die Einbauanweisungen müssen mindestens die in 4.3.2 bis 4.3.7 erwähnten Themen behandeln.

4.3.2 Arbeitsbedingungen

Es müssen geeignete Verfahren zur Schaffung optimaler Arbeitsbedingungen auf der Baustelle beschrieben sein.

4.3.3 Säubern

Geeignete Verfahren zum Säubern und Trocknen müssen festgelegt sein für:

- Oberflächen der Stahlmediumrohre;
- Oberflächen der Wärmedämmung;
- Oberflächen der Muffenverbindung;
- Oberflächen der Ummantelungen.

Die Anweisungen müssen folgenden Satz enthalten: „Von den Rohrenden muss jeglicher nasser Schaumstoff entfernt werden“.

4.3.4 Lecküberwachungssystem

Wird ein Lecküberwachungssystem eingesetzt, müssen geeignete Verfahren für das Anschließen des Lecküberwachungssystems beschrieben sein. Die Beschreibung muss mindestens enthalten:

- allgemeine Handhabungsanweisungen, um eine Beschädigung des Systems zu vermeiden;
- Verfahren für das Anbringen und Anschweißen angrenzender Rohre, um die Funktion des Lecküberwachungssystems sicherzustellen;
- Abläufe und Prüfverfahren für Funktionskontrollen des Lecküberwachungssystems während der Montage.

4.3.5 Stahlschweißung

Geeignete Verfahren für das Stahlschweißen müssen beschrieben sein. Diese Beschreibung muss mindestens die Kapitel „Schweißverfahren“ und „Vorbereitung der Schweißung und Ausrichten“ nach Anhang A enthalten.

4.3.6 Muffe der Rohrverbindung

Geeignete Verfahrensweisen für die Behandlung und Installation der Muffenverbindung müssen beschrieben sein.

Typspezifische Verfahren zur Prüfung der Dichtheit der eingebauten Rohrverbindungen müssen beschrieben sein.

4.3.7 Schäumen

Es müssen geeignete Verfahrensweisen für das Schäumen beschrieben sein. Folgende Vorgehensweisen müssen mindestens beschrieben sein:

- zu treffende Vorkehrungen, wenn die Oberflächentemperaturen außerhalb des Bereiches von 15 °C bis 45 °C sind;
- Temperatur, bei der PUR-Schaumstoffkomponenten gelagert werden sollen, wenn sie außerhalb des Bereiches zwischen 15 °C und 25 °C liegt;
- zu treffende Vorkehrungen, damit beim Schäumen die Luft aus dem Muffenbereich optimal entweichen kann und dass keine übermäßigen Schaumstoffverluste entstehen.

5 Typprüfverfahren

5.1 Erddruck-Prüfung

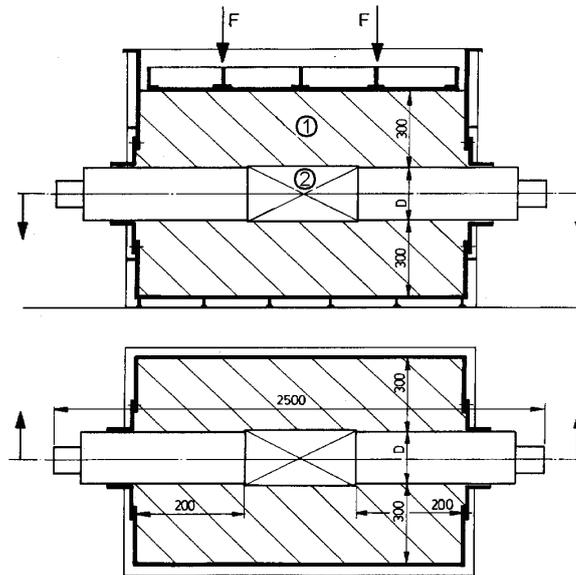
5.1.1 Allgemeines

Die Erddruck-Prüfung muss folgendermaßen ausgeführt werden:

5.1.2 Sandkasten

Es muss ein Kasten mit den auf Bild 1 angegebenen Mindestmaßen verwendet werden. Der Sandkasten muss mit einer biegesteifen Druckplatte versehen werden, die den gesamten Kasten bedeckt.

Maße in Millimeter



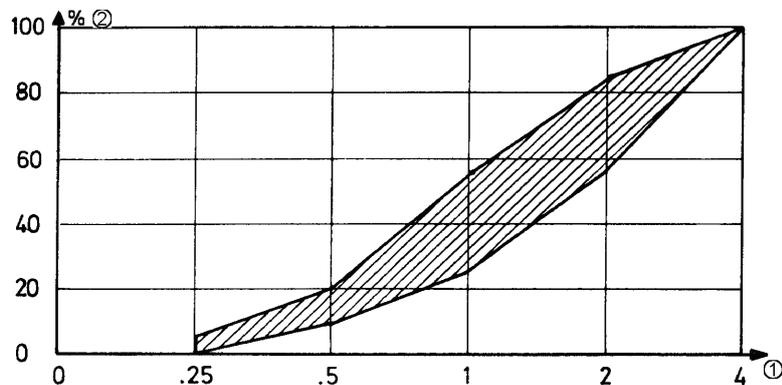
Legende

- 1 Sand
- 2 Rohrverbindung

Bild 1 — Mindestmaße des Sandkastens

5.1.3 Sand

Es muss natürlicher, luftgetrockneter Sand mit einem Wassergehalt von höchstens 0,5 % (Masseanteil) bei Raumtemperatur mit einer Korngrößenverteilung, wie auf Bild 2 dargestellt, verwendet werden.



Legende

- 1 Korngröße, in mm
- 2 Masseanteil, in %

Bild 2 — Standardsandqualität

5.1.4 Probekörper

Es sind drei Probekörper von mindestens 2,5 m Länge zu verwenden. Jeder Probekörper muss eine Verbindung enthalten, die durch Verschweißen von zwei vorgefertigten Rohrenden hergestellt wurde.

Zwei Probekörper müssen aus Rohren mit einem Ummantelungsdurchmesser von 160 mm und ein Probekörper muss aus Rohren mit einem Ummantelungsdurchmesser von 250 mm hergestellt werden. Die Prüfung kann auch für andere Ummantelungsdurchmesser angewendet werden.

5.1.5 Sandkasten-Prüfung

Folgende Prüfkennwerte sind anzuwenden:

- Temperatur des Mediumrohres von $(120 \pm 2) ^\circ\text{C}$, ist vor der Prüfung für 24 Stunden aufrechtzuhalten;
- simulierte Sandüberfüllung von 1 m (18 kN/m^2 wirksamer vertikaler Erddruck);
- Verschiebung um 75 mm;
- Vorschub 10 mm/min;
- Rückführungsgeschwindigkeit 50 mm/min;
- 100 Zyklen, wobei ein Zyklus als eine Vorwärts- und eine Rückwärtsbewegung ohne Unterbrechung definiert ist.

5.1.6 Wasserundurchlässigkeits-Prüfung

Im Anschluss an die Prüfung nach 5.1.5 muss jede Rohrverbindung in einen Behälter mit $30 ^\circ\text{C}$ warmem Wasser getaucht werden und äußerlich einem konstanten Druck von 30 kPa über einen Zeitraum von 24 Stunden ausgesetzt werden.

Um das Eindringen von Wasser leichter feststellen zu können, kann gefärbte Flüssigkeit verwendet werden.

5.2 Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR)

5.2.1 Allgemeines

Die Typprüfungen für die Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR) für Rohrverbindungen müssen nach EN 253:2003, 5.3, mit den in 5.2.2 bis 5.2.4 angegebenen Ausnahmen durchgeführt werden.

5.2.2 Probekörper

Die Probekörper müssen aus zwei Muffen mit einem Durchmesser von mindestens 160 mm bestehen.

Es sind nur PE-Muffen für die Probekörper zu verwenden.

Wenn die Muffen an einem Rohr hergestellt werden, muss die Mindestentfernung zwischen den Muffen 400 mm betragen (siehe Bild 3). Der Ausschnitt im Verbindungsbereich muss mindestens 600 mm betragen.

Maße in Millimeter

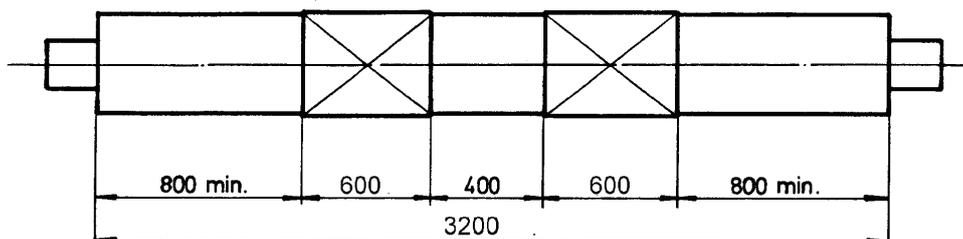


Bild 3 — Probestück für die Prüfung der Alterungsbeständigkeit des Schaumstoffes im Muffenbereich

5.2.3 Probenahme

Die Probekörper für Typprüfungen dürfen dem Polyurethan-Hartschaumstoff erst entnommen werden, nachdem die Probe mindestens 72 Stunden bei Raumtemperatur gelagert wurde.

Das Herausschneiden von Probekörpern aus dem Schaumstoff zur Bestimmung der Kernrohichte und der Wasseraufnahme muss nach EN 253:2003, 5.1.1.4 und 5.1.1.5 erfolgen.

5.2.4 Alterungsbeständigkeit

Zwei Muffen werden nach Bild 3 positioniert.

Die Prüfung muss nach EN 253:2003, 5.4.4 durchgeführt werden mit der Ausnahme, dass die Probekörper dem Schaumstoff im Muffenbereich zu entnehmen sind.

Anhang A (normativ)

Schmelzschiessen von Stahlmediumrohren auf der Baustelle

Dieser Anhang legt Anforderungen an und mögliche Prüfverfahren für Rohrverbindungen zwischen zwei angrenzenden Stahlmediumrohren fest, die durch Schmelzschiessen verbunden sind.

A.1 Werkstoff

Die Festigkeitseigenschaften der Schweißnaht müssen mit denen des Rohrmaterials vergleichbar sein.

A.2 Schweißverfahren

Schweißverfahren müssen für das Verschweißen beim Bau von Rohrleitungen (Baustellenschweißen) geeignet sein. Die verschiedenen Teile der Rohrleitung (gerade Rohre und Formstücke) müssen stumpfnahtgeschweißt sein.

Es sind Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um die Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung und — wo vorhanden — die Bauteile der Lecküberwachung nicht zu beschädigen.

Das Schweißverfahren muss den Anforderungen von EN 288-1:1992, Abschnitt 4, entsprechen und nach EN 288-1:1992, 5.1.1 anerkannt sein.

Das Anerkennungsverfahren muss zwischen den Vertragspartnern zum Zeitpunkt der Nachfrage oder Bestellung vereinbart werden.

A.3 Schweißvorbereitungen und Aufstellung

Es sind alle notwendigen Vorkehrungen zu treffen, um zu verhindern, dass Umgebungsbedingungen die Qualität der Schweißung vermindern (z. B. Platzmangel, Wind, Feuchtigkeit, Regen, Temperatur usw.).

Längs- oder spiralgeschweißte Rohre müssen vor dem Schweißen so gedreht werden, dass der Abstand zwischen den beiden aufeinander folgenden Längs- oder Spiralschweißungen mindestens das Zehnfache der Wanddicke des Mediumrohres beträgt. Der Mindestabstand muss 50 mm betragen. (Es muss dafür gesorgt werden, dass die Positionierung der Lecküberwachungsbauteile entsprechend den Einbauanweisungen erfolgt.)

Die zu verschweißenden Rohrenden müssen nach ISO 9692 vorbereitet werden.

Die zu verschweißenden Rohrenden müssen unter Verwendung geeigneter Mittel ausgerichtet und während des Schweißens in unveränderter Stellung gehalten werden.

A.4 Qualifikation der Schweißer

Die Schweißer müssen eine gültige Bescheinigung nach EN 287-1:1992 besitzen.

A.5 Prüfung von Stahlschweißungen

A.5.1 Allgemeines

Die Schweißungen dürfen nur von qualifiziertem Personal geprüft werden.

EN 489:2003 (D)

Der Schweißbereich muss sauber und frei von Anstrichstoff, Beschichtung und Dämmmaterial sein. Äußerlich erkennbare Mängel sind in ISO 6520:1982 klassifiziert.

Sichtbare Mängel dürfen nur akzeptiert werden, wenn die Schweißnaht mindestens die „Qualitätsstufe B“ nach EN 25817:1992 erfüllt.

Die Schweißnähte müssen über den gesamten Umfang nach einem oder mehreren der folgenden zerstörungsfreien Prüfverfahren geprüft werden.

A.5.2 Dichtheitsprüfung mit Luft/Gas

Die Dichtheitsprüfung mit Luft/Gas muss entsprechend EN 13941:2002 durchgeführt werden.

A.5.3 Wasserdruckprüfung

Die Dichtheitsprüfung mit Wasser muss entsprechend EN 13941:2002 durchgeführt werden.

A.5.4 Radiographische Prüfung

Die radiographische Prüfung mit Röntgen- oder γ -Strahlen (γ -Strahlen nur in Ausnahmefällen) muss nach EN 444 und EN 1435 durchgeführt werden.

Die Schweißnaht muss der „Qualitätsstufe B“ nach EN 25817:1992 genügen.

A.5.5 Ultraschallprüfung

Bei Wanddicken über 6 mm sind Ultraschalluntersuchungen nach EN 1714 und EN 583-1 anstelle von radiographischen Prüfungen zulässig. Die Zulässigkeitskriterien müssen dementsprechend EN 1712 genügen.

Anhang B (informativ)

Allgemeine Richtlinien für die Prüfung der Rohrverbindung auf der Baustelle

Tabelle B.1 — Inspektionsprogramm für das Stahlschweißen

Nr	Tätigkeit	Inspektionsmaßnahme	Anforderung
1	Beurteilung der Qualifikation der Schweißer	Einsichtnahme in die Bescheinigung des Schweißers	Anhang A, Abschnitt A.2
2	Prüfung der Stahlqualität, des Durchmessers, der Wanddicke, der Kennzeichnung usw.	Sichtprüfung Messungen	Bescheinigung des Stahlrohrherstellers Normen Projektspezifikationen
3	Überprüfung der Elektroden/Schweißdrahtsorte	Überprüfung der korrekten Elektroden/Schweißdrahtsorte	Projektspezifikationen
4	Lagerung der Elektroden/Schweißdrähte auf der Baustelle	Überprüfung der Lagerbedingungen	Herstellerangaben für Elektroden/Schweißdrähte
5	Entfernen von Grat, Ablagerungen, Anstrich, Rost, Schmutz usw. aus der Schweißzone	Sichtprüfung	Projektspezifikation Anhang A, Abschnitt A.2
6	Entfernen von Schmutz, Sand, Steinen usw. von der inneren Oberfläche des Stahlrohres		
7	Schneiden und Schleifen der Rohrenden	Sichtprüfung Messung des Schneidwinkels/Fügeprofils	Anhang A, Abschnitt A.3
8	Positionieren der Rohrverbindungskomponenten und Zusammenfügen mit dem Rohr	Überprüfen, ob die Rohrverbindungskomponenten vorhanden sind	Herstellerbeschreibung der Komponenten
9	Ausrichten Positionieren der Bauteile des Überwachungssystems	Sichtprüfung Messen von Abweichungen	Anhang A, Abschnitt A.3
10	Schaffung von optimalen Arbeitsbedingungen	Sichtprüfung	Anhang A, Abschnitt A.3
11	Entfernen von Feuchtigkeit und Frost durch Vorheizen der Stahlrohrenden	Überprüfung der Abwesenheit von Feuchtigkeit und Frost	Projektspezifikation
12	Schweißen Wärmebehandlung, falls erforderlich	Temperaturmessungen	Anhang A, Abschnitt A.2
13	Oberflächenprüfung nach dem Schweißen	Sichtprüfung auf Sauberkeit und Mängel	Anhang A, Abschnitt A.5
14	Prüfung der Schweißnähte	Dichtheitsprüfung mit Luft/Gas	Anhang A, A.5.2
15		Dichtheitsprüfung mit Wasser	Anhang A, A.5.3
16		Radiographische Prüfung	Anhang A, A.5.4
17		Ultraschallprüfung	Anhang A, A.5.5
18	Identifikation und Kennzeichnung der Schweißnähte	Sichtprüfung Prüfung der Aufzeichnungen	Projektspezifikation

Tabelle B.2 — Inspektionsprogramm für Dämmung und Abdichtung

Nr	Tätigkeit	Inspektionsmaßnahme	Anforderung
1	Vorbereitung	Überprüfung der Organisation, Werkstoffe, Disposition und Lagerung Überprüfung der Qualifikation und der Ausrüstung des Installateurs	Projektspezifikation
2	Schaffung von optimalen Arbeitsbedingungen	Sichtprüfung	4.3.2 Montageanweisung
3	Säubern des Verbindungsbereiches Entfernen von nassem Schaumstoff	Sichtprüfung	4.3.3
4	Verbinden des Überwachungssystems	Sichtprüfung Überprüfung des Stromkreises auf Tauglichkeit	4.3.4
5	Vorbereitung der Dämmungs- und Dichtungswerkstoffe	Überprüfen der Bedingung	Einbauanweisungen
6	Dämmung und Abdichtung	Überprüfen, ob die richtigen Verfahren angewandt werden	4.3.6 und 4.3.7
7	Erstellen der Aufzeichnungen durch den Schaumstoffhersteller	Überprüfen der Aufzeichnungen	Vorhandene Daten über das Rohmaterial, Mischungsverhältnis, Mischverfahren, Temperaturen und durchgeführte Prüfungen
8	Prüfung des PUR-Schaumstoffes	Probenahme	Projektspezifikation

Anhang C (informativ)

Qualifikation von Monteuren, die Rohrverbindungen in werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme einbauen

C.1 Zweck und Anwendungsbereich

Sowohl Monteure, die in werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme Rohrverbindungen einbauen, als auch die aufsichtsführenden Personen sollten in der Lage sein, theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrungen in Bezug auf folgende Gebiete nachzuweisen:

- das zu verwendende Material;
- das relevante Verbindungssystem;
- das Verschäumungssystem/-verfahren;
- den Einbau des Lecküberwachungssystems;
- Qualitäts- und Ausfallkriterien;
- Vorbereitungen für Einbau und Handhabung von Materialien;
- Qualitätsprüfung und Dokumentation;
- Unfallschutzvorschriften, wirksame Schutzmaßnahmen.

Dieser Anhang beschreibt sowohl die empfohlene Mindestgrundausbildung einschließlich der zugehörigen Prüfungen als auch die weiterführende Ausbildung von Fachkräften.

Die erforderlichen Ausbildungsprogramme dürfen von Herstellern, Lieferanten oder anderen fachkompetenten Einrichtungen, z. B. technischen Fachschulen erstellt werden. Die erhaltene Ausbildung und die erworbenen Fertigkeiten müssen durch Ausstellen eines Qualifikationsnachweises belegt werden.

C.2 Ausbildungs- und Prüfungsvoraussetzungen

Es wird empfohlen, dass Personen, die eine weiterführende Ausbildung in Bezug auf den Einbau von Rohrverbindungen erhalten sollen, über einschlägige praktische Erfahrungen beim Einbau werkmäßig gedämmter Verbundmantelrohrsysteme verfügen.

Die Ausbildungsprogramme sollten die nachfolgend aufgeführten Sachgebiete und Fächer umfassen und ausreichend Zeit für praktische Übungen mit Verbindungstechniken, Verschäumungsverfahren und den Einbau von Überwachungssystemen lassen. Der Einbau von Rohrverbindungen unter Baustellenbedingungen sollte Teil der Ausbildung sein.

C.3 Ausbildungs- und Prüfungsfächer

C.3.1 Allgemeines

Um eine allgemeine Beschädigung des werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohrsystems zu vermeiden, sollten Fachkräfte, die Einbauarbeiten an werkmäßig gedämmten Rohrleitungsnetzen und an Rohrverbindungen durchführen, Grundkenntnisse hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften des Mantelrohres sowie der sachgerechten Handhabung werkmäßig gedämmter Mantelrohrsysteme nachweisen können.

Die Folgen einer nicht fachgerechten Handhabung werksmäßig gedämmter Verbundmantelrohre für deren Lebensdauer sollten bei der Ausbildung detailliert behandelt werden und der Nachweis dieser Kenntnisse sollte im Qualifikationsnachweis angegeben sein.

Fachkräften, die mit Heißluft-Zug- und Extrusions-Schweißarbeiten betraut sind, sollten noch fundiertere und umfassendere Kenntnisse der Werkstoffeigenschaften vermittelt werden.

C.3.2 Ummantelung aus Polyethylen (PE)

C.3.2.1 Wichtige Konstruktionsmerkmale und Eigenschaften

- Werkstoffgruppe der Kunststoffe;
- thermoplastische Kunststoffe;
- Polyethylen (PE).

C.3.2.2 Technische Eigenschaften von PE

- Materialzustände;
 - Temperaturübergangsbereich;
 - Werkstoffzersetzung;
- Eigenschaften/Typkennwerte;
 - Dichte/Dichtegruppen;
 - Schmelzflussrate (MFR);
 - stabilisierende Systeme;
- vernetzte/teilvernetzte PE-Sorten;
 - Änderung des Werkstoffverhaltens;
 - Hauptanwendungsbereiche.

C.3.2.3 Mechanische Eigenschaften von PE

- Widerstandsfähigkeit gegen Belastung;
 - Zug-, Biege-, Schlagfestigkeit;
 - Kurz- und Langzeitfestigkeit;
 - Kriechverhalten;
- Temperaturabhängigkeit der Festigkeitseigenschaften, Kurz- und Langzeitverhalten;
- innere Spannungen in der Ummantelung (herstellungsbedingt);
 - in der Schweißverbindung (Kühlschrumpfspannungen);
 - Schrumpfrelexation durch Zeit- und Temperatureinfluss.

C.3.2.4 Bedingungen für Ummantelungselemente bei Belastung

- Wirkung erzwungener Druckbelastung;
- Gedächtniseffekt, Beulungsgrad bei Trennschnitten;
- durch Formgebung oder Querschnittsveränderung verursachter örtlicher Spannungsanstieg;
- durch unsachgemäße Handhabung und Behandlung fehlerhafter Schweißnähte verursachte Einkerbungen;
- punktförmig oder linear angreifende Kraft.

C.3.3 Lecküberwachung

- Funktionsweise der Überwachung;
 - Widerstandsvergleich;
 - Impulsreflexionsprinzip;
- Bauart des eingesetzten Lecküberwachungssystems;
- allgemeine Anforderungen an sachgerechten Einbau.

C.3.4 PUR-Schaumstoffsystem

C.3.4.1 PUR-Schaumstoff als Zweikomponentenwerkstoff

- Komponenten und Zusätze, Verschäumungsverfahren;
- Grenzwerte der Verschäumungstemperatur;
- physikalische und chemische Treibmittel;
- Mischung, Start- und Reaktionszeit, Aushärtungszeit;
- Anforderungen an Schäume für Rohrverbindungen;
- Sicherheitsvorschriften.

C.3.4.2 Verfahren für die Verschäumung auf der Baustelle

- manuelles Verschäumen;
 - Verfahren mit offenem Mischgefäß;
 - Einweg-Mischgefäß;
 - genaues Mengen-/Mischungsverhältnis;
 - besondere persönliche Sicherheitsvorkehrungen;
 - speziell an die Größe der Rohrverbindungen angepasste Schaumstoffpackung;
 - vorschriftsmäßige Packungsgröße;
 - intensive Durchmischung;
- Verschäumungsmaschinen für die Baustelle;
 - Instandhaltung der Ausrüstung;
 - konstantes Volumenverhältnis der Mischung;
 - Überwachung der Temperatur/Viskosität;
 - Anlaufkontrollen.

C.3.5 Rohrverbindungsarten/Verbindungssysteme

- Systemkennwerte;
- Anforderungen an Einbau und Anwendung.

C.3.5.1 Schrumpfmuffenverbindung mit Mastix-/Klebdichtung

- Form der Formteiffläche;
- Abdichtungssystem;
- Rohrverbindungselemente;
- Einbauverfahren, Schrumpfverfahren/Wärmebehandlung;
- Prüfkennwerte und Qualitätskontrolle;
- Schutzmaßnahmen.

C.3.5.2 Schweißverbindungen/Systeme

- unlösbare Verbindung als charakteristisches Merkmal;
 - Form und Vorbereitung der Formteifflächen;
 - Rohrverbindungselemente;
 - Einbauverfahren;
 - Schweißausrüstung/Verfahren;
 - Bedingungen auf der Baustelle – Einfluss/Gegenmaßnahmen;
 - Prüfkennwerte;
 - Schutzmaßnahmen;
- Verbindungssysteme und Schweißverfahren;
 - konstruktionstechnisch haltbarer Werkstoffverbund;
 - Muffe der Rohrverbindung mit Überlappung und Oberflächenschweißungen, mit und ohne Längsschweißnaht;
 - Schweißverfahren mit Heizdraht/Heizgitter;
 - Muffe der Rohrverbindung mit Überlappung und Kehlnahtschweißung mit und ohne Längsschweißnaht;
 - Extrusionsschweißverfahren;
 - Muffe der Rohrverbindung mit Stumpfschweißnähten und bündig ohne Überlappung, mit Längsschweißnaht;
 - Extrusionsschweißverfahren;
- bedingt haltbarer Werkstoffverbund;
 - Muffe der Rohrverbindung mit und ohne Längsschweißnaht mit mehrschichtigen, kombinierten Schrumpf-/Schweißmuffen.

C.3.5.3 Rohrverbindungen in Form eines außenwandbeschichteten Metallflansches mit mechanischer Klemme und konischer Dichtung/Schraubdichtung

- Form der Formteiffläche;
- Abdichtungssystem;
- Rohrverbindungselemente;
- Einbauverfahren;
- kathodischer Schutz;
- Prüfkennwerte.

C.3.6 Einbau von Rohrverbindungen

- Überprüfen der Bedingungen auf der Baustelle;
 - Zustand der Rohrleitungen (Maße, Oberflächenzustand, Formteifflächen);
 - Arbeitsbedingungen (Zugänglichkeit des Grabens, Lage der Rohrleitung);
 - Lage von Lecküberwachungsdrähten;
 - Umgebungsbedingungen;
 - Schutzvorkehrungen.

C.3.6.1 Einbau des Lecküberwachungssystems

- allgemeine Anforderungen an den korrekten Einbau.

C.3.6.1.1 Einbauvorbereitungen

- Schaltplan, Lage der Bauelemente;
- Einbauvorschriften des Herstellers;
- Funktionskontrolle der Drähte und Bauelemente vor dem Einbau;
- Ausschneiden des Schaumstoffs an den Rohrenden und Verbund-Formstücken;
- Säuberung der Rohrverbindungsmuffe und der Verbindungsfläche;
- Messung des Feuchtigkeitsgehaltes.

C.3.6.1.2 Einbau des Lecküberwachungssystems mit allen Komponenten

- Einbauvorschriften des Herstellers;
- Abschlussmessungen vor dem Verschäumen;
- Protokolle/Dokumentation.

C.3.6.1.3 Messungen nach dem Verschäumen

- tatsächlicher Wert des Widerstandes;
- Funktionsbeschreibung;
- Fehlersimulation;
- Protokolle/Dokumentation.

C.3.6.2 Abgedichtete Rohrverbindungen

- allgemeine Bedingungen für Abdichten/Kleben;
 - Klebverhalten;
 - Maßnahmen zur Vorbehandlung der Oberflächen;
 - Umgebungsbedingungen, Anforderungen und Schutzvorkehrungen;
 - zu beachtende Vorschriften des Systemherstellers;

- Herstellen der Rohrverbindungen;
 - nach dem Verschäumen einzuhaltende Wartezeit;
 - zu beachtende Anforderungen an Abdichtsysteme;
 - Vorbehandlung der Formteiflächen;
 - Umgebungsbedingungen, Schutzvorkehrungen;
 - Aufbringen des Abdichtmittels;
 - Verarbeitungsschritte;
 - Erwärmungs-/Schrumpfverfahren;
 - Wartezeit, Abkühlphase;
 - Prüfung und Beurteilung, Qualitätskontrolle.

C.3.6.3 Geschweißte Rohrverbindungen

C.3.6.3.1 Formgebung der Formteifläche und Schweißverfahren entsprechend der in C.3.4.2 beschriebenen Verbindungsarten

- grundlegende Schweißkennwerte, Besonderheiten bei der Ausführung;
- Rohrverbindungsschweißsysteme mit besonderen Schweißgeräten und -ausrüstungen;
- dauerhaftes Abdichten von Verschäumungs- und Belüftungsöffnungen.

C.3.6.3.2 Ausbildung und Prüfung

- Spezielle Kenntnisse auf folgenden Gebieten:
 - materielle Grundlage des Schweißens von Kunststoffen;
 - Besonderheiten der angewandten Schweißverfahren;
 - vorbereitende Maßnahmen und Anforderungen an deren Durchführung;
 - Folgen unsachgemäßen Einbaus;
 - Auswahl von Parametern;
 - Prüfkennwerte und Bewertungsgrundlagen;
 - Qualitätskontrolle.

Grundsätzliche Angaben zu den unterschiedlichen Schweißtechniken können den DVS-Merkblättern und -Richtlinien 2207, Teil 1, 3, 4 und 5 sowie DVS 2202, Teil 1 (Fehler an Schweißverbindungen aus thermoplastischen Kunststoffen; Merkmale, Beschreibung, Bewertung) entnommen werden.

C.3.6.4 Verschäumen von Rohrverbindungen

C.3.6.4.1 Besondere Einflussfaktoren unter den Bedingungen auf der Baustelle

- beim Arbeiten mit PUR-Schaumstoff zu beachtende Maßnahmen;
- Lagerungsbedingungen;
- Haltbarkeitsvermerke;
- Sicherheitsvorkehrungen.

C.3.6.4.2 Verschäumungsarbeiten

- Kennzeichnung, Überprüfen der Verbindungsart und der Maße, Umgebungsbedingungen;
- Entfernen von möglicherweise vorhandenem feuchtem Schaumstoff und Schaumstofffilm von den Rohrverbindungsflächen;
- Reinigen und Trocknen von Hauptrohr und Ummantelung;

- Überprüfen der an das Volumen der Rohrverbindung angepassten Schaumstoffqualität und der ausreichenden Durchmischung der Schaumstoffkomponenten;
- Arbeitstemperaturen nach Vorschrift des Systemherstellers;
- Einfüllen der durchmischten Schaumstoffflüssigkeiten, Abdichten der Belüftungsöffnungen;
- Folgen von Fehlern hinsichtlich der vorstehend aufgelisteten Sachverhalte;
- abschließende Qualitätskontrolle.

C.3.6.5 Dokumentation

- Isometrie (dreidimensionale Zeichnungen) der Rohrleitungen mit Angabe aller einzubauenden Komponenten und deren Lage;
- Angabe aller Prüfungen und Messungen, die in ein Abnahmeprotokoll aufzunehmen sind.