

DIN EN 489**DIN**

ICS 23.040.01

Einsprüche bis 2007-06-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 489:2003-05**Entwurf**

**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 enterrés d'eau chaude –
Assemblage joint pré-isolé pour tubes de service en acier, isolation thermique en
polyuréthane et tube de protection en polyéthylène

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nhrs@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRs) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Gesamtumfang 30 Seiten

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS (Dänemark) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist NA 041-01-12 AA „Werkmäßig gedämmte Mantelrohre für Fernwärme (SpA CEN/TC 107)“ im Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS).

Änderungen

Gegenüber DIN EN 489:2003-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderungen für Schweißverbindungen wurden hinzugefügt;
- b) Anforderungen für Rohrverbindungen mit vorgefertigter Dämmung wurden hinzugefügt;
- c) Anforderungen und Prüfverfahren für die Eigenschaften von PUR-Schaumstoff wurden aus EN 253 in die vorliegende Norm übertragen;
- d) Anforderungen für die Kennzeichnung von Verbindungen wurden hinzugefügt.

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

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

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

ICS:

Deskriptoren

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Anforderungen	8
4.1 Allgemeine Anforderungen.....	8
4.1.1 Allgemeine Anforderungen an die Rohrverbindung	8
4.1.2 Einbau der Rohrverbindung	8
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-Hartschaumstoff-Dämmung (PUR)	9
4.1.7 Muffenverbindung.....	9
4.2 Anforderungen an die Typprüfung	9
4.2.1 Wasserdichtheit	9
4.2.2 Erddruckprüfung.....	9
4.2.3 Eigenschaften der Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR)	9
4.2.4 Spannungsrissefestigkeit der Schweißverbindung	10
4.3 Einbauanweisungen	10
4.3.1 Allgemeines	10
4.3.2 Arbeitsbedingungen	10
4.3.3 Reinigung	10
4.3.4 Lecküberwachungssystem	11
4.3.5 Stahlschweißung	11
4.3.6 Muffe der Rohrverbindung.....	11
4.3.7 Dämmung der Rohrverbindung.....	11
5 Typprüfverfahren	12
5.1 Erddruck-Prüfung	12
5.1.1 Allgemeines.....	12
5.1.2 Sandkasten.....	12
5.1.3 Sand	12
5.1.4 Probekörper.....	12
5.1.5 Sandkasten-Prüfung.....	13
5.2 Wasserundurchlässigkeits-Prüfung	13
5.3 Prüfung der Spannungsrissefestigkeit von Schweißverbindungen	13
5.4 Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR).....	13
5.4.1 Allgemeines.....	13
5.4.2 Probekörper.....	14
5.4.3 Probenahme	14
5.4.4 Alterungsbeständigkeit.....	14
5.4.5 Zellstruktur	14
5.4.6 Dichte des Schaumstoffes	15
5.4.7 Wasseraufnahme bei erhöhter Temperatur	15
6 Kennzeichnung	15
6.1 Allgemeines.....	15
6.2 Außenmantel der Rohrverbindung	16
6.3 Verschlüsse.....	16

	Seite
6.4 Dämmsystem für die Rohrverbindung	16
Anhang A (normativ) Schmelzschweißen von Stahlmediumrohren auf der Baustelle	17
A.1 Werkstoff	17
A.2 Schweißverfahren	17
A.3 Schweißvorbereitungen und Ausrichtung	17
A.4 Qualifikation der Schweißer	17
A.5 Prüfung von Stahlschweißnähten	18
A.5.1 Allgemeines	18
A.5.2 Dichtheitsprüfung mit Luft/Gas	18
A.5.3 Dichtheitsprüfung mit Wasser	18
A.5.4 Radiographische Prüfung	18
A.5.5 Ultraschallprüfung	18
Anhang B (informativ) Allgemeine Richtlinien für die Prüfung der Rohrverbindung unter Baustellenbedingungen	19
Anhang C (informativ) Qualifikation von Monteuren, die Rohrverbindungen in werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme einbauen	21
C.1 Verwendungszweck und Anwendungsbereich	21
C.2 Ausbildungs- und Prüfungsvoraussetzungen	21
C.3 Ausbildungs- und Prüfungsfächer	22
C.3.1 Allgemeines	22
C.3.2 Ummantelung aus Polyethylen (PE)	22
C.3.3 Lecküberwachung	23
C.3.4 PUR-Schaumstoffsystem	23
C.3.5 Rohrverbindungsarten/Verbindungssysteme	24
C.3.6 Einbau von Rohrverbindungen	25

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 489:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ersetzt EN 489:2003.

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

Einleitung

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

- Anforderungen für Schweißverbindungen wurden hinzugefügt;
- Anforderungen für Rohrverbindungen mit vorgefertigter Dämmung wurden hinzugefügt;
- Anforderungen und Prüfverfahren für die Eigenschaften von PUR-Schaumstoff wurden aus EN 253 in die vorliegende Norm übertragen;
- Anforderungen für die Kennzeichnung von Verbindungen wurden hinzugefügt.

Diese Spezifikation ist Teil der Normenreihe für Verbundmantelrohrsysteme, bei denen eine Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff zum Verbund eines Stahlmediumrohres mit Polyethylen-Ummantelung verwendet wird.

Für Angaben 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, *Berechnung und Verlegung von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für Fernwärme*

EN 14419:2003, *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;
- Weiterentwicklung von Anhang C mit dem Ziel, daraus einen normativen Anhang zu machen;
- Weiterentwicklung von Anhang B hinsichtlich der Prüfung von Verbindungen auf der Baustelle mit dem Ziel, geeignete Verfahren für die Prüfung unter Baustellenbedingungen festzulegen;

— Anforderungen und Prüfverfahren hinsichtlich des Verschließens von Verschäumungsöffnungen.

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

1 Anwendungsbereich

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

Die Norm behandelt die Schmelzschweißverbindung von Stahlmediumrohren, die Muffenverbindung der Ummantelungsenden und die Wärmedämmung durch Vergießen mit Polyurethan-Hartschaumstoff oder eine vorgefertigte PUR-Schaumstoff-Wärmedämmung.

Diese Norm legt Verfahren für Typprüfungen von vollständigen Rohrverbindungen und PUR-Schaumstoff für Rohrverbindungen unter Laborbedingungen fest.

Auf Schweißverbindungen an unter Baustellenbedingungen gefertigten Mantelrohren/Verbund-Formstücken sind die Anforderungen dieser Norm ebenfalls anwendbar.

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

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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, *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, *Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 1: Allgemeinen Regeln für das Schmelzschweißen*

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

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

EN 1435, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen*

EN 1712, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen*

EN 1714, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen*

EN 13941, *Berechnung und Verlegung von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für Fernwärme*

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

ISO 4590:2002, *Rigid cellular plastics — Determination of the volume percentage of open cells and closed cells*

ISO 845 *Cellular plastics and rubber — Determination of apparent (bulk) density*

EN 25817:1992, *Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl — Richtlinie für die Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:1992)*

ISO 6520, *Welding and allied processes — Classification of geometric imperfections in metallic materials*

ISO 9692, *Metal-arc welding with covered electrode, gas-shielded metal-arc welding and gas welding — Joint preparations for steel*

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 in einer Rohrverbindung verbindet

3.3

Wärmedämmung einer Rohrverbindung

Wärmedämmung, die den Zwischenraum zwischen Stahlmediumrohr, Außenmantel der Rohrverbindung und den beiden verbundenen Rohrenden ausfüllt

3.4

durch Vergießen unter Baustellenbedingungen gefertigte Wärmedämmung einer Rohrverbindung

Wärmedämmung einer Rohrverbindung unter Baustellenbedingungen durch Vergießen des Zwischenraumes mit den flüssigen Bestandteilen des Polyurethan-Schaumstoffs

3.5

vorgefertigte Wärmedämmung einer Rohrverbindung

Wärmedämmung einer Rohrverbindung durch Anbringen vorgefertigter Elemente aus Polyurethan-Schaumstoff im Zwischenraum vor Einbau des Außenmantels der Rohrverbindung

3.6

Stahlschweißung

geschweißte Verbindung der Stahlmediumrohre

3.7

Polyethylenschweißung

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

3.8

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

3.9

Überwachungssystem

System von Messabschnitten und Messgeräten zur Überwachung von Rohrsystemen

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 muss sowohl jedes einzelne als auch die Kombination beider Systeme die in Abschnitt 5 beschriebenen Anforderungen an die Typprüfung erfüllen.

4.1.2 Einbau der Rohrverbindung

Jeder einzelne Schritt beim Einbau einer Rohrverbindung muss den Einbauanweisungen des Herstellers entsprechen, um sicherzustellen, dass die gefertigte Verbindung die gleiche Qualität aufweist wie die der Typprüfung unterzogene Verbindung.

4.1.3 Qualifikation des Schweißers und Monteurs

Personen, die für den Einbau von Rohrverbindungen an werkmäßig 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 Stahlmediumrohren müssen eine gültige Bescheinigung nach EN 287-1 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 Mediumrohr vergleichbare mechanische Eigenschaften haben.

4.1.6 Polyurethan-Hartschaumstoff-Dämmung (PUR)

Die Wärmedämmung muss entweder durch Vergießen mit PUR-Schaumstoff unter Baustellenbedingungen oder aus werkmäßig vorgefertigtem PUR-Schaumstoff hergestellt werden.

Die Verschäumung einer Rohrverbindung muss innerhalb eines abgeschlossenen Volumens erfolgen.

Die Wärmedämmung muss die Rohrverbindung vollständig ausfüllen.

Die Anforderungen an die Polyurethan-Hartschaumstoff-Dämmung (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.

Außenmäntel für Schweißverbindungen müssen EN 253:2003, 4.3.1 entsprechen.

Alle Verbindungen 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 aufgebracht. Die Dichtheit sollte unter Verwendung einer geeigneten Indikatorflüssigkeit oder einer Leckdetektierung überprüft werden. Die Indikatorflüssigkeit darf weder für den Ummantelungs- und Verbindungswerkstoff noch für die Umwelt schädlich sein.

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

4.2 Anforderungen an die Typprüfung

4.2.1 Wasserdichtheit

Nach der Wasserundurchlässigkeits-Prüfung nach 5.2 darf kein Wassereintritt festgestellt werden können.

Sowohl Schweißverbindungen als auch nicht geschweißte Verbindungen sind zu prüfen.

4.2.2 Erddruckprüfung

Nicht geschweißte Verbindungen müssen die Erddruck-Prüfung nach 5.1 bestehen, bevor sie der Wasserundurchlässigkeits-Prüfung nach 5.2 unterzogen werden.

4.2.3 Eigenschaften der Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR)

Der Werkstoff für die Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR) für Rohrverbindungen muss, wenn er wie ein Verbundrohrsystem geprüft wird, die Anforderungen nach EN 253 in Bezug auf Hohlräume und Blasen, Druckfestigkeit, Langzeit-Temperaturbeständigkeit und Wärmeleitfähigkeit zusätzlich zu 4.2.3.1, 4.2.3.2 und 4.2.3.3 (siehe unten) erfüllen.

Bei der Prüfung nach 5.4.4 darf die Wärmedämmung der Rohrverbindung weder in Längs- noch in Umfangsrichtung eine Schrumpfung von mehr als 2 mm aufweisen.

4.2.3.1 Zellstruktur

Die nach 5.4.5.1 bestimmte mittlere Größe der Zellen in Umfangsrichtung muss weniger als 0,5 mm betragen.

Der nach 5.4.5.2 bestimmte Anteil an geschlossenen Zellen muss mindestens 88 % betragen.

4.2.3.2 Dichte des Schaumstoffes

Die nach 5.4.6 gemessene Dichte des Schaumstoffes darf an keiner Stelle weniger als 60 kg/m³ betragen.

Probekörper mit einer Dichte von weniger als 60 kg/m³ sind unzulässig.

4.2.3.3 Wasseraufnahme bei erhöhter Temperatur

Bei der Prüfung nach 5.4.7 darf die Wasseraufnahme nach 90 min in kochendem Wasser nicht mehr als 10 % des Anfangsvolumens betragen.

4.2.4 Spannungsrissefestigkeit der Schweißverbindung

Bei der Prüfung nach 5.3 muss die Dauer bis zum Versagen mindestens 300 Stunden betragen.

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 Herstellerdokumentation 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 Reinigung

Geeignete Verfahren für Reinigung und Trocknen müssen festgelegt sein für:

- Oberflächen der Stahlrohre;
- 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

Werden Messelemente für ein Lecküberwachungssystem in der Rohrverbindung eingesetzt, müssen geeignete Verfahren für das Anschließen des Lecküberwachungssystems vor Beginn der Montage festgelegt werden. Diese Festlegung muss EN 14419 entsprechen und mindestens Verfahren für Folgendes enthalten:

- Überprüfung der Messelemente nach Eingang der Rohrleitungsteile;
- Montagearbeiten in Rohrverbindungen zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Rohrleitungssystems;
- Überprüfung der Montage des Lecküberwachungssystems während der Konstruktion;
- Prüfung nach Fertigstellung eines Messabschnitts.

4.3.5 Stahlschweißung

Geeignete Verfahren für das Stahlschweißen müssen beschrieben sein. Diese Beschreibung muss mindestens die Kapitel „Schweißverfahren“ und „Schweißvorbereitungen und Ausrichtung“ nach Anhang A enthalten.

4.3.6 Muffe der Rohrverbindung

Geeignete Verfahrensweisen für Handhabung und Einbau der Muffenverbindung müssen beschrieben sein.

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

4.3.7 Dämmung der Rohrverbindung

Es müssen geeignete Verfahrensweisen für das Verschäumen von Rohrverbindungen oder den Einbau vorgefertigter Verbindungsdämmung unter Baustellenbedingungen beschrieben sein.

Folgende Vorgehensweisen für das Verschäumen von Rohrverbindungen unter Baustellenbedingungen müssen mindestens beschrieben sein:

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

Die folgenden Vorgehensweisen für den Einbau vorgefertigter Verbindungsdämmung müssen mindestens beschrieben sein:

- Lagerverfahren, um Beschädigung des Dämmstoffes zu vermeiden und ihn trocken zu halten;
- Einbauverfahren, um Lufteinschlüsse zwischen Verbindungsdämmung und Rohrenden zu vermeiden.

5 Typprüfverfahren

5.1 Erddruck-Prüfung

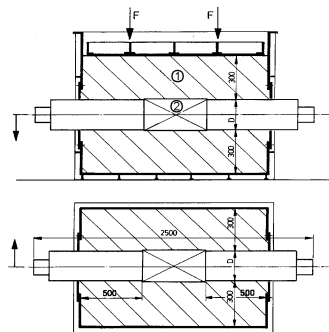
5.1.1 Allgemeines

Die Erddruck-Prüfung muss folgendermaßen ausgeführt werden:

5.1.2 Sandkasten

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

Maße in Millimeter



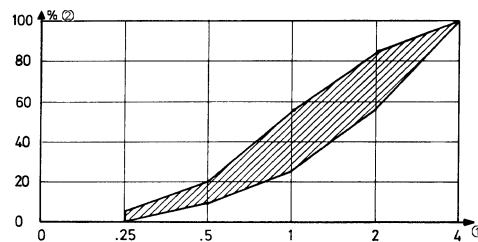
Legende

- 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 nach Bild 2 verwendet werden.



Legende

- 1 Korngröße, mm
- 2 Masseanteil, %

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 ± 2) °C, ist vor der Prüfung für 24 Stunden aufrechtzuhalten;
- simulierte Sandüberfüllung von 1 m (18 kN/m² 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.

5.2 Wasserundurchlässigkeits-Prüfung

Prüfrohrverbindungen müssen in einen Behälter mit 30 °C warmem Wasser getaucht werden und einem von außen wirkenden, 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.

5.3 Prüfung der Spannungsrissfestigkeit von Schweißverbindungen

Proben sind nach EN 253:2003, 5.2.9 zu prüfen.

Die Proben sind senkrecht zur Schweißnaht zu entnehmen.

Die Probe muss die gesamte Länge der Schweißnaht zuzüglich mindestens 20 mm parallele Länge zwischen den Verbindungsansätzen und der Außenseite der Schweißfläche an beiden Enden umfassen.

In die Proben dürfen keine Kerben geschnitten werden.

Proben von überlappenden Schweißnähten sind vor übermäßigen Biegekräften zu schützen. Maßnahmen dafür sind bei der Auslegung der Einspannvorrichtung vorzusehen.

Unterscheiden sich die Werkstoffdicken von Ummantelung und Verbindungsmuffe, ist die Zugbeanspruchung anhand der geringeren Dicke zu berechnen.

5.4 Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR)

5.4.1 Allgemeines

Die Typprüfungen für die Polyurethan-Hartschaumstoff-Wärmedämmung (PUR) für Rohrverbindungen müssen nach EN 253:2003, 5.3 mit den in 5.4.2 bis 5.4.7 angegebenen Zusätzen durchgeführt werden.

5.4.2 Probekörper

Die Probekörper müssen zwei Verbindungen mit einem Ummantelungsdurchmesser von mindestens 160 mm umfassen. Die Länge der Dämmung der Rohrverbindung muss mindestens das 2fache der freien Mindestlänge der Rohrenden nach EN 253:2003, 4.5.1 betragen.

Wenn die Muffen an einem Rohr hergestellt werden, muss der Mindestabstand zwischen den Muffen 400 mm betragen (siehe Bild 3).

Maße in Millimeter

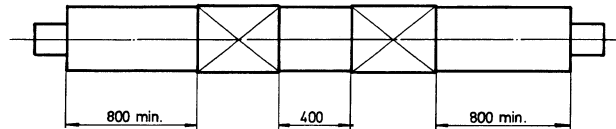


Bild 3 — Probekörper für die Prüfung der Alterungsbeständigkeit des Schaumstoffes im Muffenbereich

5.4.3 Probenahme

Die PUR-Probekörper dürfen dem Schaumstoff erst entnommen werden, nachdem die Probe mindestens 72 Stunden bei Raumtemperatur gelagert wurde.

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

5.4.4 Alterungsbeständigkeit

Zwei Muffen sind nach Bild 3 zu positionieren.

Der Rohr- und Verbindungsprobekörper muss der Alterung unterzogen werden, indem das Mediumrohr für eine Dauer von 3 600 Stunden einer Temperatur von $160\text{ °C} \pm 0,5\text{ K}$ bzw. alternativ dazu für eine Dauer von 1 450 Stunden einer Temperatur von $170\text{ °C} \pm 0,5\text{ K}$ ausgesetzt wird, während das Ummantelungsrohr Raumtemperatur ausgesetzt ist.

Vor der Prüfung sind die Enden des Schaumstoffes angemessen abzudichten, um das Eindringen von Luft zu verhindern. Die Temperatur des Mediumrohres ist während der Alterungsdauer durchgehend aufzuzeichnen und darf von der erforderlichen Temperatur um höchstens $0,5\text{ °C}$ abweichen.

Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur sind die Rohrverbindungen für die Überprüfung zu öffnen.

Jede erkennbare Schrumpfung der Wärmedämmung der Rohrverbindung in Umfangs- und Längsrichtung ist zu messen.

5.4.5 Zellstruktur

5.4.5.1 Zellgröße

Die Größe der Zellen ist über eine Länge von 10 mm in Umfangsrichtung zu bestimmen, wobei die Mitte der 10 mm mit dem Mittelpunkt der aufgetragenen Dämmung übereinstimmen muss.

Die Größe der Zellen muss dem Quotienten aus der Prüflänge sowie der in Umfangsrichtung der Prüflänge ermittelten Anzahl der Zellen entsprechen und als Mittelwert von Messungen an drei Probekörpern bestimmt werden.

5.4.5.2 Anteil geschlossener Zellen

Das Verhältnis zwischen offenen und geschlossenen Zellen ist nach ISO 4590:2002 (Verfahren 1) zu bestimmen.

Abweichend von dem in ISO 4590 beschriebenen Verfahren muss der Probekörper würfelförmig sein und eine Kantenlänge von 25 mm haben. Kann kein Würfel mit dieser Kantenlänge aus der Dämmung nach 5.1.1.5 entnommen werden, müssen die Abmessungen $25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times t$ betragen, wobei t die maximale Dicke in Umfangsrichtung ist.

5.4.6 Dichte des Schaumstoffes

Die Dichte ist nach ISO 845 zu bestimmen.

Probekörper sind aus der Mitte des Schaumstoffes in Dreierreihen nach 5.1.1.5 zu entnehmen. Jeder Probekörper muss die Abmessungen von $30 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} \times t$ haben, wobei t die maximale entnehmbare Dicke und nicht größer als 30 mm ist. Alternativ dazu können Probekörper zylindrisch sein, mit 30 mm Länge in Umfangsrichtung des Rohres und mit Durchmesser d , wobei d der maximal entnehmbare Durchmesser ist und nicht mehr als 30 mm beträgt.

5.4.7 Wasseraufnahme bei erhöhter Temperatur

Die Prüfung ist an einem Würfel mit einer Kantenlänge von 25 mm oder einem Zylinder mit einer Länge von 25 mm in Umfangsrichtung des Rohres und einem Durchmesser von 25 mm durchzuführen. Die Masse (m_0) des Probekörpers ist auf 0,01 g und das Volumen (V_0) auf 0,1 ml genau zu bestimmen. Der Probekörper muss für eine Dauer von 90 min in kochendes Wasser eingetaucht werden. Unmittelbar danach muss er in Wasser mit einer Temperatur von $(23 \pm 2) \text{ °C}$ für eine Dauer von 1 h eingetaucht werden. Das Oberflächenwasser ist vom Probekörper zu entfernen, indem jede seiner Oberflächen nacheinander für 3 s bis 5 s auf Zellstoff (z. B. Kleenex Nr. 7101 o. Ä.) gelegt wird. Die Masse (m_1) ist dann auf 0,01 g genau zu bestimmen.

Der prozentuale Anteil der Wasseraufnahme ist wie folgt zu berechnen:

$$\frac{m_1 - m_0}{V_0 \times \rho} \times 100\%$$

Dabei ist

m_0 die Masse des Probekörpers vor der Prüfung, in g;

m_1 die Masse des Probekörpers nach der Prüfung, in g;

ρ die Dichte des Wassers, in g/ml;

V_0 das Ausgangsvolumen des Probekörpers, in ml.

Das Prüfergebnis ist als Mittelwert aus den Messungen an drei Probekörpern zu ermitteln.

6 Kennzeichnung

6.1 Allgemeines

Der Außenmantel der Rohrverbindung ist in einem beliebigen geeigneten Verfahren zu kennzeichnen, das die Funktionsmerkmale der Rohrummantelung nicht beeinträchtigt und den Bedingungen bei Handhabung, Lagerung und Gebrauch widerstehen kann.

6.2 Außenmantel der Rohrverbindung

Auf dem Außenmantel der Rohrverbindung ist folgende Kennzeichnung anzubringen:

- Name des Herstellers;
- Produktbezeichnung – sofern vorhanden;
- Jahr und Woche der Herstellung. Sofern diese Angabe codiert erfolgt, muss der Schlüssel für den Code z. B. in der Einbauanleitung verfügbar sein;
- Name, Kennnummer oder Typ des Abdichtstoffes.

6.3 Verschlüsse

Die Kennzeichnung des Verschlusses für die Verschäumungsöffnung muss so beschaffen sein, dass sie nach dessen Einbau lesbar ist.

Die Verschlüsse sind mit dem Namen des Herstellers zu kennzeichnen.

6.4 Dämmsystem für die Rohrverbindung

Nach dem Einbau muss der Hersteller den Außenmantel mit folgenden Angaben kennzeichnen:

- Name und/oder Typen-Kennnummer des Dämmsystems für die Rohrverbindung;
- Typ des physikalischen Treibmittels im Polyurethan-Schaumstoff.

Anhang A (normativ)

Schmelzschweißen von Stahlmediumrohren auf der Baustelle

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

A.1 Werkstoff

Die mechanischen Eigenschaften der Schweißnaht müssen mit denen des Rohrwerkstoffes vergleichbar sein.

A.2 Schweißverfahren

Schweißverfahren müssen für das Verschweißen beim Bau von Rohrleitungen (Baustellenschweißung) geeignet sein. Die verschiedenen Teile der Rohrleitung (gerade Rohre und Formstücke) müssen mittels Stumpfschweißnaht verbunden sein.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, um die Polyurethan-Hartschaumstoff-Dämmung und – sofern vorhanden – die Bauteile des Lecküberwachungssystems 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 Ausrichtung

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 ist darauf zu achten, 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 besitzen.

A.5 Prüfung von Stahlschweißnähten

A.5.1 Allgemeines

Die Schweißnähte dürfen nur von qualifiziertem Personal geprüft werden.

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

Sichtbare Mängel sind nur dann zulässig, 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 durchgeführt werden.

A.5.3 Dichtheitsprüfung mit Wasser

Die Dichtheitsprüfung mit Wasser muss entsprechend EN 13941 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 statt radiographischer Prüfungen zulässig. Die Zulässigkeitskriterien müssen dementsprechend EN 1712 genügen.

Anhang B
(informativ)

**Allgemeine Richtlinien für die Prüfung der Rohrverbindung
unter Baustellenbedingungen**

Tabelle B.1 — Inspektionsprogramm für das Stahlschweißen

Nr.	Tätigkeit	Inspektionsmaßnahme	Verweisung
1	Beurteilung der Qualifikation der Schweißer	Einsichtnahme in die Bescheinigung des Schweißers	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 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	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	A.3
10	Schaffung von optimalen Arbeitsbedingungen	Sichtprüfung	A.3
11	Entfernen von Feuchtigkeit und Frost durch Vorheizen der Stahlrohrenden	Überprüfung der Abwesenheit von Feuchtigkeit und Frost	Projektspezifikation
12	Schweißen Wärmebehandlung bei Bedarf	Temperaturmessungen	A.2
13	Oberflächenprüfung nach dem Schweißen	Sichtprüfung auf Sauberkeit und Mängel	Anhang A, A.5
14	Prüfung der Schweißnähte	Dichtheitsprüfung mit Luft/Gas	A.5.2
15		Dichtheitsprüfung mit Wasser	A.5.3
16		Radiographische Prüfung	A.5.4
17		Ultraschallprüfung	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	Montage des Überwachungssystems	Sichtprüfung Überprüfung der Durchgängigkeit der Messelemente	4.3.4
5	Vorbereitung der Dämm- und Dichtwerkstoffe	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 die Einbaufirma	Überprüfen der Aufzeichnungen	Vorhandene Daten für unter Baustellenbedingungen verschäumte Verbindungen über Rohwerkstoff, Mischungsverhältnis, Mischverfahren und Temperaturen
8	Prüfung des PUR-Schaumstoffes	Probenahme	Projektspezifikation

Anhang C (informativ)

Qualifikation von Monteuren, die Rohrverbindungen in werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme einbauen

C.1 Verwendungszweck und Anwendungsbereich

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

- das zu verwendende Material;
- das betreffende Verbindungssystem;
- das Dämmverfahren;
- den Einbau des Lecküberwachungssystems;
- Qualitätsmerkmale und Ausfallkriterien;
- Vorbereitungen für Einbau und Handhabung von Werkstoffen;
- Qualitätsprüfung und Dokumentation;
- Unfallschutzvorschriften, gültige 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, Dämmverfahren und der Montage 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 derartigen 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 werkmäßig 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 Konstruktionskennwerte 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 PE-Sorten:
 - Änderung der Werkstoffeigenschaften;
 - Hauptanwendungsbereiche.

C.3.2.3 Mechanische Eigenschaften von PE

- Widerstandsfähigkeit gegen Belastung:
 - Zug-, Biege-, Schlagfestigkeit;
 - Kurz- und Langzeitfestigkeit;

- Kriechverhalten.
- Temperaturabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften, 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 Schaumstoffe für Rohrverbindungen;
- Sicherheitsvorschriften.

C.3.4.2 Verfahren für die Dämmung unter Baustellenbedingungen

- manuelles Verschäumen:

- Verfahren mit offenem Mischgefäß:
 - Einweg-Mischgefäß;
 - genaues Mengen-/Mischungsverhältnis;
 - besondere persönliche Sicherheitsvorkehrungen.
- speziell an die Größe der Rohrverbindungen angepasste Schaumstoffpackung:
 - vorschriftmäßige Packungsgröße;
 - intensive Durchmischung.
- Verschäumungsmaschinen für die Baustelle:
 - Instandhaltung der Ausrüstung;
 - konstantes Volumenverhältnis der Mischung;
 - Überwachung der Temperatur/Viskosität;
 - Anlaufkontrollen.
- Einbau von vorgefertigten Dämmungen von Rohrverbindungen:
 - dichter Auftrag ohne Lufteinschlüsse;
 - Überprüfung der Trockenheit der vorgefertigten Dämmung.

C.3.5 Rohrverbindungsarten/Verbindungssysteme

- Systemkennwerte;
- Anforderungen an Einbau und Anwendung.

C.3.5.1 Schrumpfmuffenverbindung mit Mastix-/Klebdichtung

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

C.3.5.2 Schweißverbindungen/-systeme

- unlösbare Verbindung als charakteristisches Merkmal:
 - Form und Vorbereitung der Formteiflächen;

- 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 Formteilfläche;
- Abdichtungssystem;
- Rohrverbindungselemente;
- Einbauverfahren;
- kathodischer Schutz;
- Prüfkennwerte.

C.3.6 Einbau von Rohrverbindungen

- Überprüfen der Bedingungen auf der Baustelle:
 - Zustand der Rohrleitungen (Maße, Oberflächenzustand, Formteilflächen);

- Einbaubedingungen (Zugänglichkeit des Grabens, Lage der Rohrleitung);
- Lage von Lecküberwachungsdrähten für das Lecküberwachungssystem;
- 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 von Lecküberwachungssystemen mit allen Bauteilen

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

C.3.6.1.3 Messungen nach dem Dämmen

- 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 Formteilmflächen;
 - Umgebungsbedingungen, Schutzvorkehrungen;
 - Aufbringen des Abdichtmittels;
 - Verarbeitungsschritte;
 - Erwärmungs-/Schrumpfverfahren;
 - Wartezeit, Abkühlphase;
 - Prüfung und Bewertung, Qualitätskontrolle.

C.3.6.3 Geschweißte Rohrverbindungen

C.3.6.3.1 Formgebung der Formteilmfläche 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 Dämmung 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 auf der Baustelle

- Kennzeichnung, Überprüfen der Verbindungsart und der Maße, Umgebungsbedingungen;
- Entfernen von möglicherweise vorhandenem nassem Schaumstoff und Schaumstofffilm von den Rohrverbindungsflächen;
- Reinigen und Trocknen von Mediumrohr 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.3.6.4.3 Einbauarbeiten für vorgefertigte Dämmung von Rohrverbindungen

- Kennzeichnung, Überprüfung von Typ und Größe der Rohrverbindung, Umgebungsbedingungen;
- Entfernen von möglicherweise vorhandenem nassem Schaumstoff und Schaumstofffilm von den Rohrverbindungsflächen;
- Reinigen und Trocknen von Mediumrohr und Ummantelung;
- Maß- und Qualitätskontrolle der vorgefertigten Dämmummantelungen;
- Zuschnitt und Einbau der Dämmummantelungen mit genauer Passform und ohne Lufteinschlüsse;
- Konsequenzen von Fehlern bei obenstehenden Listenpunkten;
- abschließende Qualitätskontrolle.

C.3.6.5 Dokumentation

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