

DIN EN 253**DIN**

ICS 23.040.10

EntwurfEinsprüche bis 2007-10-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 253:2006-02 und
DIN EN 253/A2:2007-01

**Fernwärmerohre –
Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte
Fernwärmenetze –
Verbund-Rohrsystem bestehend aus Stahl-Mediumrohr,
Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen;
Deutsche Fassung prEN 253:2007**

District heating pipes –
Preinsulated bonded pipe systems for directly buried hot water networks –
Pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and outer casing of
polyethylene;
German version prEN 253:2007

Tuyaux de chauffage urbain –
Systèmes bloqués de tuyaux pré-isolés pour les réseaux d'eau chaude enterrés
directement –
Tube de service en acier, isolation thermique en polyuréthane et tube de protection en
polyéthylène;
Version allemande prEN 253:2007

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 51 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 253:2003 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) im Anwendungsbereich wird die Möglichkeit des Einbaus zusätzlicher Bauteile, wie z. B. von Messdrähten, Abstandhaltern und Diffusionsbarrieren, in das Verbund-Rohrsystem erwähnt;
- b) die Verweisungen auf andere Normen wurden an die aktuellen Versionen angeglichen;
- c) es wurden Definitionen für die Begriffe „künstliche Alterung“, „Diffusionsbarriere“, „Schweißkompatibilität“, „physikalisches Treibmittel“ und „Neuware“ aufgenommen;
- d) die Anforderungen an die Schmelzfließrate des Ummantelungsmaterials wurden geändert;

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

Tuyaux de chauffage urbain — Systèmes bloqués de tuyaux préisolés pour les réseaux d'eau chaude enterrés directement — Tube de service en acier, isolation thermique en polyuréthane et protection en polyéthylène

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

ICS:

Deskriptoren Wasserrohre, erdverlegte Rohre, Fernwärme, Stahlrohre, Wärmedämmung, Polyurethan, Polyethylen, Festlegungen, Prüfungen, Kennzeichnung

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Anforderungen	9
4.1 Allgemeines.....	9
4.2 Stahl-Mediumrohr	9
4.2.1 Spezifikation.....	9
4.2.2 Durchmesser	10
4.2.3 Wanddicke	10
4.2.4 Oberflächenbeschaffenheit	12
4.3 Ummantelung	12
4.3.1 Materialeigenschaften	12
4.3.2 Eigenschaften der Ummantelung.....	13
4.4 Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung (PUR).....	15
4.4.1 Zusammensetzung	15
4.4.2 Zellstruktur	15
4.4.3 Druckfestigkeit.....	15
4.5 Verbund-Rohrsystem	15
4.5.1 Allgemeines.....	15
4.5.2 Rohrenden	15
4.5.3 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung	16
4.5.4 Koaxialitätsabweichung.....	16
4.5.5 Erwartete thermische Lebensdauer und Langzeit-Temperaturbeständigkeit.....	17
4.5.6 Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand.....	17
4.5.7 Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand	17
4.5.8 Stoßfestigkeit	18
4.5.9 Langzeit-Kriechfestigkeit und -Kriechmodul	18
4.5.10 Oberflächenbeschaffenheit bei Lieferung.....	18
4.5.11 Messdrähte für Überwachungssysteme.....	18
5 Prüfverfahren	18
5.1 Allgemeines.....	18
5.1.1 Probekörper.....	18
5.2 Ummantelung.....	19
5.2.1 Erscheinungsbild und Oberflächenbeschaffenheit	19
5.2.2 Bruchdehnung	19
5.2.3 Rußverteilung, Homogenität.....	20
5.2.4 Prüfung der Spannungsrissbeständigkeit	20
5.3 Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR)	21
5.3.1 Zusammensetzung	21
5.3.2 Zellstruktur	21
5.3.3 Druckfestigkeit.....	21
5.4 Verbund-Rohrsystem	21
5.4.1 Axiale Scherfestigkeit	21
5.4.2 Tangentiale Scherfestigkeit.....	23
5.4.3 Scherfestigkeit des gealterten Verbund-Rohrsystems.....	24
5.4.4 Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand.....	25
5.4.5 Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand	25
5.4.6 Stoßfestigkeit	25
5.4.7 Langzeit-Kriechfestigkeit und -Kriechmodul bei 140 °C.....	25
6 Kennzeichnung	28
6.1 Allgemeines.....	28

	Seite	
6.2	Stahl-Mediumrohr.....	28
6.3	Ummantelung.....	28
6.4	Verbund-Rohrsystem.....	28
Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen den tatsächlichen Betriebsbedingungen im Dauerbetrieb und den Prüfbedingungen bei der beschleunigten Alterung.....		29
Anhang B (informativ) Berechnung der erwarteten thermischen Mindestlebensdauer bei verschiedenen Betriebstemperaturen unter Berücksichtigung der PUR-Schaumstoff-Haltbarkeit.....		31
Anhang C (normativ) Berechnete Dauerbetriebstemperatur (CCOT).....		32
C.1	Allgemeines.....	32
C.2	Symbole.....	32
C.3	Alterung und Bestimmungen der Scherfestigkeit.....	32
C.4	Berechnungen.....	33
C.4.1	Bestimmung der thermischen Lebensdauer bei verschiedenen Alterungstemperaturen.....	33
C.4.2	Angleichung an die Arrhenius-Beziehung.....	33
C.4.3	Berechnete Dauerbetriebstemperatur, CCOT.....	34
Anhang D (informativ) Richtlinien für die Prüfung.....		35
D.1	Typprüfung des Herstellers.....	35
D.2	Qualitätskontrolle des Herstellers.....	35
D.3	Außerbetriebliche Prüfungen.....	35
D.4	Verantwortlichkeit des Herstellers.....	35
Anhang E (normativ) Radiales Kriechverhalten von Polyurethanschaumstoff (PUR).....		38
Anhang F (normativ) Wärmeleitfähigkeit von werkmäßig gedämmten Rohren – Prüfverfahren.....		39
F.1	Anwendungsbereich.....	39
F.2	Anforderungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 5).....	39
F.2.1	Probekörper (EN ISO 8497:1996, 5.1).....	39
F.2.2	Betriebstemperatur (EN ISO 8497:1996, 5.2).....	39
F.2.3	Prüfgerätearten (EN ISO 8497:1996, 5.5).....	39
F.3	Prüfrohr (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 7).....	39
F.3.1	Prüfgerät mit Schutzzyklindern an den Enden des Prüfrohrs.....	39
F.3.2	Prüfgerät mit kalibrierten Rohrenden.....	40
F.3.3	Abmessungen (EN ISO 8497:1996, 7.2).....	40
F.3.4	Oberflächentemperatur des Heizrohrs.....	40
F.4	Probekörper (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 8).....	40
F.4.1	Vorbehandlung (EN ISO 8497:1996, 8.4).....	40
F.4.2	Bestimmung der Maße (EN ISO 8497:1996, 8.5).....	40
F.4.3	Messung der Oberflächentemperatur.....	40
F.5	Durchführung (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 9).....	40
F.5.1	Prüflänge (EN ISO 8497:1996, 9.1.1).....	40
F.5.2	Durchmesser (EN ISO 8497:1996, 8.5).....	41
F.5.3	Dicke der Ummantelung.....	41
F.5.4	Anforderungen an die Umgebung (EN ISO 8497:1996, 9.2).....	41
F.5.5	Oberflächentemperatur des Prüfrohrs (EN ISO 8497:1996, 9.3).....	41
F.5.6	Energieversorgung (EN ISO 8497:1996, 7.8).....	41
F.5.7	Axiale Wärmeverluste (EN ISO 8497:1996, 5.7).....	41
F.5.8	Prüfdauer und Stabilität (EN ISO 8497:1996, 9.5.3).....	41
F.6	Berechnungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 11).....	41
F.6.1	Wärmeleitfähigkeit (EN ISO 8497:1996, 3.5).....	41
F.7	Symbole und Einheiten (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 4).....	42
Anhang G (informativ) Nationale A-Abweichungen.....		44
G.1	Durch nationale Gesetzgebung in Schweden bedingte Abweichung bei Stahl-Mediumrohren.....	44
Anhang H (informativ) Wesentliche Änderungen zu den vorausgegangenen Ausgaben von EN 253.....		45
Literaturhinweise.....		49

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 253:2007) 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 wird EN 253:2003 ersetzen.

Die vorliegende vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (EN 253:2003), die technisch überarbeitet wurde. Die Hauptunterschiede zu den vorangegangenen Ausgaben sind im informativen Anhang H aufgeführt.

Die Anhänge A, B, D, E, G und H sind informativ.

Die Anhänge C und F sind normativ.

Dieses Dokument enthält Literaturhinweise.

Einleitung

Diese Spezifikation ist Teil der Normenreihe für Verbundmantelrohrsysteme, bei denen die Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff zum Verbund des Mediumrohrs und der Polyethylen-Ummantelung eingesetzt wird.

Die anderen Normen des CEN/TC 107 zu diesem Thema sind:

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

EN 488, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Vorgedämmte Absperrarmaturen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen;*

EN 489, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Rohrverbindungen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen;*

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

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

1 Anwendungsbereich

In dieser Europäischen Norm sind Anforderungen und Prüfverfahren für vorgefertigte, gerade wärmegeämmte Rohr-in-Rohr-Systeme für erdverlegte Fernwärmenetze festgelegt, die aus einem Stahl-Mediumrohr von DN 15 bis DN 1200 mit Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff und einer Um-mantelung aus Polyethylen bestehen. Das Verbund-Rohrsystem darf darüber hinaus folgende Bauteile um-fassen: Messdrähte, Abstandhalter und Diffusionssperrschichten.

Diese Norm gilt nur für wärmegeämmte Verbund-Rohrsysteme für den Dauerbetrieb mit Warmwasser bei unterschiedlichen Betriebstemperaturen von bis zu 120 °C und gelegentlich auftretenden Spitzentempera-turen von bis zu 140 °C.

Die Abschätzung der erwarteten thermischen Lebensdauer bei Dauerbetrieb mit unterschiedlichen Betriebs-temperaturen ist in Anhang B erläutert.

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 Änderungen oder Überarbeitungen eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 489, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fern-wärmenetze — Rohrverbindungen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen*

EN 728, *Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme — Rohre und Formstücke aus Polyolefinen — Bestimmung der Oxidations-Induktionszeit*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10216-2, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10217-1, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur*

EN 10217-2, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10217-5, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 5: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10220, *Nahtlose und geschweißte Stahlrohre — Allgemeine Tabellen für Maße und längenbezogene Masse*

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

EN 14419, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für erdverlegte Fern-wärmenetze — Überwachungssysteme*

EN ISO 1133, *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumen-fließrate (MVR) von Thermoplasten (ISO 1133:2005)*

EN ISO 2505, *Rohre aus Thermoplasten — Längsschrumpfung — Prüfverfahren und Kennwerte (ISO 2505:2005)*

EN ISO 3126, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme — Rohrleitungsteile aus Kunststoffen — Bestimmung der Maße (ISO 3126:2005)*

EN ISO 8497:1996, *Wärmeschutz — Bestimmung der Wärmetransporteigenschaften im stationären Zustand von Wärmedämmungen für Rohrleitungen (ISO 8497:1994)*

EN ISO 8501-1:2001, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen — Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit — Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrad von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen (ISO 8501-1:1988)*

EN ISO 9080, *Kunststoff-Rohrleitungs- und Schutzrohrsysteme — Bestimmung des Zeitstand-Innendruckverhaltens von thermoplastischen Rohrwerkstoffen durch Extrapolation (ISO 9080:2003)*

EN ISO 9692-1, *Schweißen und verwandte Prozesse — Empfehlungen zur Schweißnahtvorbereitung — Teil 1: Lichtbogenschweißen, Schutzgasschweißen, Gasschweißen, WIG-Schweißen und Strahlschweißen (ISO 9692-1:2003)*

EN ISO 12162, *Thermoplastische Werkstoffe für Rohre und Formstücke bei Anwendungen unter Druck — Klassifizierung und Werkstoffkennzeichnung — Gesamtbetriebs(berechnungs)koeffizient (ISO 12162:1995)*

ISO 844:2001, *Rigid cellular plastics — Determination of compression properties*

ISO 3127:1994, *Thermoplastics pipes — Determination of resistance to external blows — Round-the-clock-method*

ISO 6964, *Polyolefin pipes and fittings — Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis — Test method and basic specification*

ISO 11414, *Plastics pipes and fittings — Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion*

ISO 13953, *Polyethylene (PE) pipes and fittings — Determination of the tensile strength and failure mode of test specimens from a butt-fused joint*

ISO 16770, *Plastics — Determination of environmental stress cracking (ESC) of polyethylene — Full notch creep test (FNCT)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Alterung

wird bei einer bestimmten erhöhten Temperatur für eine bestimmte Dauer an einem Mediumrohr durchgeführt, während die Ummantelung der Raumtemperatur ausgesetzt ist

3.2

künstliche Alterung

wird bei einer bestimmten erhöhten Temperatur für eine bestimmte Dauer an einem Verbund-Rohrsystem durchgeführt

3.3

Charge

festgelegte Menge eines Rohmaterials, die von nur einem Hersteller unter einheitlichen Herstellungsbedingungen in einem einzigen Produktionsdurchlauf hergestellt wurde

- 3.4**
Verbundsystem
Mediumrohr, Dämmstoff und Ummantelung, die durch den Dämmstoff Verbund erhalten
- 3.5**
berechnete Dauerbetriebstemperatur
(en: **Calculated Continuous Operating Temperature, CCOT**)
Temperatur, für die die Temperaturbeständigkeit von 30 Jahren berechnet werden kann, vorausgesetzt, dass eine Arrhenius-Beziehung zwischen Temperatur und thermischer Lebensdauer besteht
- 3.6**
Ummantelung
äußere Schutzschicht aus Polyethylen, die den Dämmstoff und das Mediumrohr vor Grundwasser, Feuchtigkeit und mechanischer Beschädigung schützt
- 3.7**
Koaxialitätsabweichung
Abweichung zwischen der Mittelachse des Mediumrohrs und der Mittelachse der Ummantelung
- 3.8**
Dauerbetriebstemperatur
Temperatur, für die das Fernwärmenetz bei Dauerbetrieb ausgelegt ist
- 3.9**
Kriechen
langsam fortschreitende Verformung unter dem Einfluss von Belastungen
- 3.10**
Dichte
Masse des Körpers eines Werkstoffes, geteilt durch sein Volumen
- 3.11**
Diffusionsbarriere
Schicht in einem Verbundrohr aus einem anderen Werkstoff als PE, die zwischen der Wärmedämmung und der PE-Ummantelung eingebaut wird, um die Diffusion von Gasen durch die Ummantelung zu begrenzen
- 3.12**
Schaumstoffdichte
Rohdichte des Schaumstoffs der Dämmschicht an jeder Stelle
- 3.13**
Schweißbarkeit
Fähigkeit zweier PE-Materialien, miteinander zu verschmelzen, um eine Schweißnaht zu bilden, die die Anforderungen der vorliegenden Norm erfüllt
- 3.14**
Dämmstoff
Material, das den Wärmeverlust reduziert
- 3.15**
Los
vereinbarte Anzahl einheitlicher Komponenten, die geliefert wurde oder vom Hersteller zu liefern ist
- 3.16**
MDI-Index (Polymer-Methyldiphenyl-Diisocyanat-Index)
Quotient aus der Menge an verbrauchtem Isocyanat und der stöchiometrisch benötigten Menge, multipliziert mit 100
- 3.17**
Spitzentemperatur
höchste Temperatur, bei der ein System gelegentlich für kurze Zeit betrieben werden darf, siehe Anhang B

3.18

physikalisches Treibmittel

Zusatzstoff, der dem Gemisch aus Isocyanat und Polyol zugegeben wird und während der Polymerisation, ohne zu reagieren, verdampft

3.19

Verbund-Rohrsystem

zusammengesetztes Erzeugnis, das aus Mediumrohr, Dämmstoff und Ummantelung besteht

3.20

Polyurethan-Hartschaumstoff

PUR

Werkstoff, der durch die chemische Reaktion von Polyisocyanaten mit hydroxylhaltigen Verbindungen in Anwesenheit von Katalysatoren erzeugt wird und eine überwiegend geschlossene Zellstruktur aufweist

ANMERKUNG Das Aufschäumen kann durch ein physikalisches Treibmittel unterstützt werden.

3.21

Raumtemperatur

(23 ± 2) °C

3.22

Mediumrohr

Stahlrohr, in dem das Wasser transportiert wird

3.23

Scherfestigkeit

Fähigkeit des Verbund-Rohrsystems, einer Scherkraft zwischen Ummantelung und Mediumrohr zu widerstehen

3.24

thermische Lebensdauer

vergangene Zeitdauer, bis die tangentiale Scherfestigkeit bei 140 °C einen Wert unter 0,13 MPa annimmt, wenn das Rohr beständig der Alterungstemperatur ausgesetzt wird

ANMERKUNG Der in der Definition der thermischen Lebensdauer mit 0,13 MPa angesetzte Grenzwert der tangentialen Scherfestigkeit ist deutlich höher als die für den Betrieb erforderliche Scherfestigkeit. Als eine Folge davon kann angenommen werden, dass die Gebrauchstauglichkeit des Rohrnetzes den Wert der thermischen Lebensdauer übersteigt.

3.25

Neuware

Material in z. B. granulierter Form, der keinen anderen Verwendungs- oder Verarbeitungsprozessen ausgesetzt war als den für seine Herstellung erforderlichen Prozessen und dem keine nicht wieder aufbereitbaren oder nicht rezyklierbaren Materialien zugesetzt wurden

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Sofern nicht anders festgelegt, gelten die Anforderungen für jede einzelne Messung.

Für Informationen zu geeigneten Richtlinien zur Überprüfung von gefertigten werkmäßig gedämmten Rohren siehe Anhang D.

4.2 Stahl-Mediumrohr

4.2.1 Spezifikation

Die technischen Lieferbedingungen des Stahl-Mediumrohrs müssen Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1 — Spezifikation für Stahl-Mediumrohre

Rohrtyp	Maß	Europäische Norm	Werkstoff
Nahtlos	Alle	EN 10216-2	P235GH
ERW	≤323,9 mm	EN 10217-1 oder EN 10217-2	P235TR1 oder P235TR2 oder P235GH
ERW	>323,9 mm	EN 10217-2	P235GH
SAW	Alle	EN 10217-5	P235GH

Für die Berechnung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ bei der Auslegungstemperatur im Temperaturbereich bis 50 °C ist für P235TR1, P235TR2 und P235GH der Wert für $R_{p0,2}$ bei Raumtemperatur zu verwenden.

Für die Berechnung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ bei der Auslegungstemperatur im Temperaturbereich von 50 °C < T ≤ 140 °C muss für P235TR1, P235TR2 und P235GH die folgende Gleichung verwendet werden:

$$R_e = 227 - 0,28 (T - 50) \text{ N/mm}^2$$

Alle Stahlrohre und Komponenten, die zur Fertigung von Verbund-Rohrsystemen innerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm verwendet werden, müssen mindestens mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204 an den Hersteller geliefert werden. Das Abnahmeprüfzeugnis muss auf Anfrage an den Kunden weitergeleitet werden.

Der Hersteller muss eine Dokumentation der Abnahmeprüfzeugnisse führen.

Eine Rohrlänge darf keine Rundschweißnaht enthalten.

4.2.2 Durchmesser

Der Durchmesser muss Tabelle 2 entsprechen, die EN 10220 entnommen wurde.

Die Grenzabweichungen des äußeren Durchmessers D_s an den Enden des Stahl-Mediumrohrs müssen Tabelle 3 entsprechen.

ANMERKUNG Um Belastungen auf Grund von Temperaturunterschieden und Versetzungen zu vermeiden, sind die in Tabelle 3 angegebenen Grenzabweichungen für den D_s strenger als die Grenzabweichungen in EN 10216-2, EN 10217-1, EN 10217-2 oder EN 10217-5.

4.2.3 Wanddicke

Die Nennwanddicken, T , und die Massen müssen EN 10220 entsprechen, wobei die in Tabelle 2 angegebenen Mindestwerte nicht unterschritten werden dürfen.

Je nach Rohrnetzauslegung, vgl. EN 13941, sind andere Wanddicken zulässig, jedoch dürfen sie in keinem Fall kleiner als die in Tabelle 2 aufgeführten Mindest-Nennwanddicken sein.

Die Grenzabweichungen der tatsächlichen Wanddicke, T , des Stahl-Mediumrohrs müssen Tabelle 4 entsprechen.

ANMERKUNG Um Belastungen auf Grund von Temperaturunterschieden und Versetzungen zu vermeiden, sind die in Tabelle 4 angegebenen Grenzabweichungen für T strenger als die Grenzabweichungen in EN 10216-2, EN 10217-1, EN 10217-2 oder EN 10217-5.

Tabelle 2 — Maße des Stahl-Mediumrohrs

Nenn Durchmesser D_N	Außendurchmesser D_s in mm	Mindest-Nennwanddicke T in mm
15	21,3	2,0
20	26,9	2,0
25	33,7	2,3
32	42,4	2,6
40	48,3	2,6
50	60,3	2,9
65	76,1	2,0
80	88,9	3,2
100	114,3	3,6
125	139,7	3,6
150	168,3	4,0
200	219,1	4,5
250	273,0	5,0
300	323,9	5,6
350	355,6	5,6
400	406,4	6,3
450	457,0	6,3
500	508,0	6,3
600	610,0	7,1
700	711,0	8,0
800	813,0	8,8
900	914,0	10,0
1 000	1 016,0	11,0
1 200	1 219,0	12,5

Tabelle 3 — Grenzabweichungen des Außendurchmessers D_s an den Rohrenden

Geschweißtes Rohr		Nahtloses Rohr	
D_s mm	Grenzabweichung mm	D_s mm	Grenzabweichung mm
$D_s < 48,3$	$\pm 0,3$	$D_s < 114,3$	$\pm 0,4$
$48,3 < D_s \leq 168,3$	$\pm 0,005 D_s$	$114,3 < D_s \leq 219,1$	$\pm 0,005 D_s$
$168,3 < D_s \leq 323,9$	$\pm 1,0$	$219,1 < D_s \leq 711,0$	$\pm 0,006 D_s$
$323,9 < D_s \leq 1 219,0$	$\pm 1,6$		

Tabelle 4 — Grenzabweichungen der tatsächlichen Wanddicke

Geschweißtes Rohr		Nahtloses Rohr		
T mm	$\pm\Delta T$ mm	T mm	$+\Delta T$ mm	$-\Delta T$ mm
2,0	0,3	2,0	0,3	0,2
2,3	0,3	2,3	0,4	0,2
2,6	0,3	2,6	0,4	0,3
2,9	0,3	2,9	0,4	0,3
3,2	0,3	3,2	0,4	0,4
3,6	0,4	3,6	0,5	0,5
4,0	0,5	4,0	0,5	0,5
4,5	0,5	4,5	0,6	0,6
5,0	0,5	5,0	1,0	0,6
5,6	0,5	5,6	1,1	0,7
6,3	0,5	6,3	1,3	0,9
7,1	0,5	7,1	1,4	1,1
8,0	0,5	8,0	1,4	1,1
8,8	0,5	8,8	1,4	1,1
10,0	0,5	10,0	1,4	1,1
11,0	0,5	11,0	1,4	1,1
12,5	0,5	12,5	1,4	1,1

4.2.4 Oberflächenbeschaffenheit

Das folgende Verfahren muss angewendet werden, um die richtige Haftung zwischen dem Stahl-Mediumrohr und der PUR-Hartschaumstoffdämmung sicherzustellen:

Vor dem Verschäumen muss die äußere Rohroberfläche gereinigt werden, damit sie frei von Rost, Walzsinter, Ölen, Fetten, Staub, Anstrichstoffen, Feuchtigkeit und anderen Verunreinigungen ist.

Vor dem Reinigen muss die äußere Oberfläche des Rohrs den Rostgraden A, B oder C nach EN ISO 8501-1:2001 entsprechen; Lochfraß darf nicht vorhanden sein.

4.3 Ummantelung

4.3.1 Materialeigenschaften

4.3.1.1 Materialzusammensetzung

Die Ummantelung kann ein getrennt hergestelltes Rohr sein oder direkt auf die Wärmedämmung extrudiert werden.

Der Rohrwerkstoff muss schwarz gefärbtes PE sein, das nach EN ISO 9080 geprüft und in Übereinstimmung mit EN ISO 12162 mindestens als PE 80-Werkstoff klassifiziert wurde.

Der schwarz gefärbte PE-Werkstoff muss Neuware oder aufgearbeitetes Material sein, dem nur die Antioxydantien, UV-Stabilisatoren und Ruß zugegeben werden dürfen, die für die Herstellung und die Verwendung der Rohre nach dieser Norm erforderlich sind.

Bei der Prüfung nach ISO 6964 muss der Rußgehalt einem Massenanteil von $(2,5 \pm 0,5) \%$ entsprechen.

Der Ruß muss in dem Werkstoff fein dispergiert sein. Bei der Prüfung nach 5.2.3 müssen folgende Anforderungen eingehalten werden:

Rußklumpen, Blasen, Poren oder Fremdstoffe dürfen keinen größeren Durchmesser als $100 \mu\text{m}$ haben. Weiße oder schwarze Streifen oder Schlieren dürfen nicht auftreten.

4.3.1.2 Schmelzfließrate

Die Schmelzfließrate (en: Melt Mass Flow Rate, MFR), in $\text{g}/10 \text{ min}$, von schwarz gefärbten PE-Werkstoffen, die zur Herstellung von Ummantelungen verwendet werden, muss bei der Bestimmung nach EN ISO 1133 unter der Prüfbedingung T (5 kg, $190 \text{ }^\circ\text{C}$) im Bereich von $0,2 \text{ g}/10 \text{ min} \leq \text{MFR} \leq 1,4 \text{ g}/10 \text{ min}$ liegen.

Schwarz gefärbte PE-Werkstoffe nach 4.3.1.1, deren MFR um nicht mehr als $0,5 \text{ g}/10 \text{ min}$ voneinander abweichen, gelten als miteinander verschweißbar.

Ummantelungen aus PE-Werkstoffen, deren MFR außerhalb dieses Bereichs von $0,5 \text{ g}/10 \text{ min}$ liegen, können unter der Voraussetzung schmelzgeschweißt werden, dass der Rohrhersteller die Schweißkompatibilität durch Erstellung einer Schmelzschweißnaht nach den in von ISO 11414, Anhang A festgelegten Parametern nachgewiesen hat. Als Anforderung an die Schweißbarkeit gilt, dass die Prüfung nach ISO 13953 bei $23 \text{ }^\circ\text{C}$ einen Verformungsbruch ergibt.

4.3.1.3 Wärmebeständigkeit

Die Wärmebeständigkeit wird durch die Sauerstoff-Induktionszeit (en: Oxygen Induction Time, OIT) des schwarz gefärbten PE-Werkstoffes bestimmt und muss bei der Prüfung nach EN 728 bei $210 \text{ }^\circ\text{C}$ mindestens 20 Minuten betragen.

4.3.1.4 Verwendung von aufgearbeitetem Material

Es darf nur sauberes, nicht abgebautes, wieder aufgearbeitetes Material aus eigener Produktion des Rohrerstellers verwendet werden.

4.3.2 Eigenschaften der Ummantelung

4.3.2.1 Nenn-Außendurchmesser

Der Nenn-Außendurchmesser des Mantelrohrs sollte aus Tabelle 5 ausgewählt werden.

Der tatsächliche Außendurchmesser ist nach EN ISO 3126 zu messen.

4.3.2.2 Wanddicke

Die Wanddicke des Mantelrohrs muss Tabelle 5 entsprechen.

Die tatsächliche Wanddicke ist nach EN ISO 3126 zu messen.

Tabelle 5 — Mantelrohrmaße

Nenn-Außendurchmesser D_c mm	Mindest-Wanddicke e_{\min} mm
75	3,0
90	3,0
110	3,0
125	3,0
140	3,0
160	3,0
180	3,0
200	3,2
225	3,4
250	3,6
280	3,9
315	4,1
355	4,5
400	4,8
450	5,2
500	5,6
560	6,0
630	6,6
710	7,2
800	7,9
900	8,7
1 000	9,4
1 100	10,2
1 200	11,0
1 400	12,5

4.3.2.3 Erscheinungsbild, Oberflächenbeschaffenheit, Rohrenden

Die innere und äußere Oberfläche¹⁾ des Mantelrohrs müssen sauber sein und dürfen keine Unebenheiten oder sonstigen Beschädigungen aufweisen, die den bestimmungsgemäßen Einsatz beeinträchtigen könnten (siehe 5.2.1).

Die Rohrenden müssen sauber geschnitten und mit einer Grenzabweichung von 2,5° rechtwinklig zur Rohrachse sein.

1) Eine Oberflächenbehandlung zur Erhöhung der Scherfestigkeit zwischen dem PUR-Schaumstoff und dem Mantelrohr ist zulässig, vorausgesetzt, dass das so behandelte Rohr danach noch dieser Spezifikation entspricht.

4.3.2.4 Bruchdehnung

Die nach 5.2.2 bestimmte Bruchdehnung muss mindestens 350 % betragen.

Die Prüfung ist nur bei Ummantelungen durchzuführen, die ganz oder teilweise aus aufgearbeitetem Material bestehen.

4.3.2.5 Veränderungen nach Wärmebehandlung

Bei der Prüfung nach EN ISO 2505 darf keine Längenänderung um mehr als 3 % an irgendeiner Stelle des Rohrs auftreten. Bei der Begutachtung nach der Prüfung dürfen am Rohr keine Fehler, Brüche, Vertiefungen oder Blasen feststellbar sein.

4.3.2.6 Spannungsrissbeständigkeit

Bei der Prüfung nach 5.2.4 darf die Zeitspanne bis zum Versagen nicht kürzer als 300 h sein.

4.4 Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung (PUR)

4.4.1 Zusammensetzung

Die Auswahl der Rohmaterialien, deren Zusammensetzung und die Herstellungsbedingungen liegen in der Verantwortung des Herstellers des Verbund-Rohrsystems.

Der Hersteller muss Unterlagen aufbewahren, welche die verwendeten Rohmaterialien, die angewendeten Mischungsverhältnisse und die durchgeführten Prüfungen dokumentieren.

Aus den Unterlagen muss hervorgehen, dass der für die Verbundrohrherstellung verwendete Schaumstoff die gleiche Zusammensetzung hat wie die für die Alterungsprüfung nach 5.4.3 verwendete Schaumstoffprobe und dass er die Anforderungen nach 4.4 erfüllt.

4.4.2 Zellstruktur

Bei Prüfung an den fünf Querschnitten nach 5.3.2 darf die durchschnittliche Fläche der Poren und Blasen nicht größer als 5 % der Nenn-Querschnittsfläche des PUR-Hartschaumstoffs sein. Keine einzige Pore darf mehr als 1/3 der Nennstärke der Wärmedämmung zwischen dem Stahl-Mediumrohr und der Ummantelung offen lassen.

Falls ein Rohr die Anforderungen nicht erfüllt, ist eine neue Stichprobe von 3 Rohren zu prüfen. Falls eines dieser 3 Rohre die Kriterien nicht erfüllt, muss das gesamte Los verworfen werden.

4.4.3 Druckfestigkeit

Bei Prüfung nach 5.3.3 darf die Druckfestigkeit oder die Druckspannung bei 10 % relativer Verformung nach ISO 844 in radialer Richtung nicht unter 0,3 MPa liegen.

4.5 Verbund-Rohrsystem

4.5.1 Allgemeines

Alle Anforderungen gelten einschließlich der Diffusionssperrschicht, falls eine solche vorhanden ist.

4.5.2 Rohrenden

Beide Enden des Mediumrohrs müssen über eine Länge von mindestens 150 mm frei von Dämmmaterial sein. Die Toleranz des deklarierten Wertes muss ± 10 mm betragen. Die Mediumrohrenden müssen für die Schweißung nach EN ISO 9692-1 vorbereitet sein.

4.5.3 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung

Der Außendurchmesser der PE-Ummantelung muss an jedem Punkt zwischen den in Tabelle 6 angegebenen Mindestdurchmessern D_{\min} und größten Durchmessern D_{\max} liegen. Die Mindestwanddicke, e_{\min} , der PE-Ummantelung muss an jedem Punkt den Werten der Tabelle 6 entsprechen. Die für den Außendurchmesser und die Wanddicke gemessenen Werte sind auf das nächsthöhere Vielfache von 0,1 mm aufzurunden.

Tabelle 6 — Abmessungen der Ummantelung des Verbund-Rohrsystems

Nenn- Außendurchmesser D_c mm	Mindest- Außendurchmesser D_{\min} mm	Größter Außendurchmesser D_{\max} mm	Mindestwanddicke e_{\min} mm
75	75	79	3,0
90	90	95	3,0
110	110	116	3,0
125	125	132	3,0
140	140	147	3,0
160	160	168	3,0
180	180	189	3,0
200	200	206	3,2
225	225	232	3,4
250	250	258	3,6
280	280	289	3,9
315	315	325	4,1
355	355	366	4,5
400	400	412	4,8
450	450	464	5,2
500	500	515	5,6
560	560	577	6,0
630	630	649	6,6
710	710	732	7,2
800	800	824	7,9
900	900	927	8,7
1 000	1 000	1 030	9,4
1 100	1 100	1 133	10,2
1 200	1 200	1 236	11,0
1 400	1 400	1 442	12,5

4.5.4 Koaxialitätsabweichung

Der Abstand zwischen den Mittellinien des Mediumrohrs und der Ummantelung darf an keinem Punkt die in Tabelle 7 gegebenen Werte überschreiten.

Tabelle 7 — Koaxialitätstoleranz in Abhängigkeit vom Nennaußendurchmesser

Nennaußendurchmesser des PE-Rohrs mm	Koaxialitätstoleranz mm
75 bis 160	3,0
180 bis 400	5,0
450 bis 630	8,0
710 bis 800	10,0
900 bis 1 400	14,0

4.5.5 Erwartete thermische Lebensdauer und Langzeit-Temperaturbeständigkeit

4.5.5.1 Allgemeine Bemerkungen

Für übliche Anwendungsfälle sollte das Verbund-Rohrsystem bei einer Dauerbetriebstemperatur von 120 °C eine Lebensdauer von mindestens 30 Jahren, bei einer Dauerbetriebstemperatur von 115 °C eine Lebensdauer von mindestens 50 Jahren und bei Dauerbetriebstemperaturen unter 115 °C eine Lebensdauer von über 50 Jahren aufweisen.

Höhere Dauerbetriebstemperaturen können angegeben werden. In diesem Fall muss die berechnete Dauerbetriebstemperatur (CCOT) in Übereinstimmung mit Anhang C ermittelt werden.

4.5.5.2 Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit muss die in Tabelle 8 angegebenen Mindestanforderungen erfüllen, und zwar sowohl im nicht gealterten als auch im gealterten Zustand.

Die Scherfestigkeit im nicht gealterten Zustand muss entweder in axialer Richtung nach 5.4.1 oder in tangentialer Richtung nach 5.4.2 geprüft werden.

Die Scherfestigkeit im gealterten Zustand ist nach 5.4.3 zu prüfen.

Tabelle 8 — Scherfestigkeit

Prüftemperatur °C	Prüfung nach Abschnitt	τ_{ax} min. MPa	Prüfung nach Abschnitt	τ_{tan} min. MPa
23 ± 2	5.4.1.4	0,12	5.4.2	0,20
140 ± 2	5.4.1.5	0,08	—	—

4.5.6 Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand

Bei Prüfung nach 5.4.4 darf die Wärmeleitfähigkeit (λ_{50}) nicht höher als 0,029 W/(m × K) sein. Für die Typprüfung ist die Wärmeleitfähigkeit zusammen mit der Schaumstoffdichte, der Zellengröße und der Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung anzugeben.

4.5.7 Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand

Bei Alterung entsprechend 5.4.7 muss die Prüfung nach 5.4.5 durchgeführt werden. Für die Typprüfung ist die Wärmeleitfähigkeit zusammen mit der Schaumstoffdichte, der Zellengröße und der Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung anzugeben.

4.5.8 Stoßfestigkeit

Nach der Prüfung nach 5.4.6 darf die Ummantelung keine sichtbaren Risse aufweisen.

4.5.9 Langzeit-Kriechfestigkeit und -Kriechmodul

Bei der Bestimmung nach 5.4.7 darf die Langzeit-Kriechfestigkeit 15 % der Dicke des Hartschaumstoffs nicht überschreiten.

4.5.10 Oberflächenbeschaffenheit bei Lieferung

Die Stauchung an der Oberfläche eines Verbund-Rohrsystems darf bei der Messung an der Oberfläche im Ausgangszustand nicht mehr als 15 % der Dämmdicke betragen.

Durch Handhabung und Lagerung verursachte Kratzer in der Ummantelung dürfen 10 % der ursprünglichen Wanddicke der Ummantelung nicht überschreiten. Bei Ummantelungen mit einer Wanddicke von über 10 mm dürfen die Kratzer nicht tiefer als 1 mm sein.

4.5.11 Messdrähte für Überwachungssysteme

Falls Messdrähte vorhanden sind, müssen diese die Anforderungen von EN 14419 erfüllen.

5 Prüfverfahren

5.1 Allgemeines

Weichen die in den zitierten Normen festgelegten Prüfanforderungen von denen der vorliegenden Norm ab, so sind die Festlegungen dieser Norm verbindlich.

Alle Probekörper müssen für die Produktion repräsentativ sein.

Falls eine Diffusionssperrschicht vorhanden ist, muss diese in alle am Verbund-Rohrsystem durchgeführten Prüfungen einbezogen werden, es sei denn, es ist ausdrücklich festgelegt, dass die Prüfung ohne Diffusionssperre durchzuführen ist.

5.1.1 Probekörper

5.1.1.1 Probekörper dürfen der Ummantelung erst entnommen werden, nachdem diese mindestens 16 h lang bei Raumtemperatur gelagert wurde, oder sie dürfen vom PUR-Schaumstoff und Verbund-Rohrsystem erst entnommen werden, wenn diese mindestens 72 h lang bei Raumtemperatur gelagert wurden. Abweichungen von den genannten Zeiträumen, z. B. für Qualitätskontrollen, sind zulässig. In Streitfällen müssen jedoch die geforderten Zeitspannen eingehalten werden.

5.1.1.2 Probekörper, die zum Nachweis der Schaumstoffeigenschaften sowie zur Bestimmung der Eigenschaften des Verbund-Rohrsystems dienen, müssen Verbund-Rohrsystemen aus der regulären Produktion, entnommen werden, jedoch mit einem Abstand von mindestens 500 mm zum Schaumstoffende. Die Probekörper für den Nachweis der Schaumstoffeigenschaften sind an beiden Enden des Verbund-Rohrsystems zu entnehmen.

5.1.1.3 Probekörper können auch, z. B. für Qualitätskontrollen, näher am Schaumende entnommen werden. In Streitfällen sind jedoch die Werte von Probekörpern, die in einem Abstand von mindestens 500 mm vom Rohrende entnommen wurden, entscheidend.

5.1.1.4 Bei der Entnahme von Probekörpern aus dem Schaumstoff zur Bestimmung der Druckfestigkeit (4.4.3) darf der Schaumstoff, der nahe der Mediumrohr- sowie der Ummantelungsoberfläche liegt, nicht berücksichtigt werden; es ein Mindestabstand von jeweils 5 mm bzw. 3 mm einzuhalten. Alle Probekörper müssen die Maße 30 mm × 30 mm × t haben, wobei t der größten möglichen Dicke entspricht, aber nicht mehr als 30 mm betragen darf. Alternativ können auch zylindrische Probekörper mit einer Länge von 30 mm in axialer Richtung des Rohrs und mit dem Durchmesser d verwendet werden, wobei d der größtmögliche Durchmesser ist, der jedoch 30 mm nicht überschreiten darf.

5.1.1.5 Zur Bestimmung der Druckfestigkeit (4.4.3) müssen an den einzelnen Stellen mindestens drei Probekörper, gleichmäßig über den Umfang verteilt, entnommen werden.

5.1.1.6 Die Außenmaße der Probekörper sind mit einem Messgerät zu messen, dessen quadratischer oder runder Druckstempel eine Messfläche von 100 mm² besitzt, wobei eine Kraft zwischen 0,75 N und 1,0 N aufgebracht wird.

5.2 Ummantelung

5.2.1 Erscheinungsbild und Oberflächenbeschaffenheit

Die inneren und äußeren Oberflächen des Rohrs sind einer Sichtprüfung ohne Vergrößerungshilfen zu unterziehen (siehe 4.3.2.3).

5.2.2 Bruchdehnung

Die Prüfung ist nur bei Ummantelungen durchzuführen, die ganz oder teilweise aus aufgearbeitetem Material bestehen.

Die Probestäbe müssen entsprechend Bild 1, Typ A, gestanzt oder maschinell gefertigt werden. Falls eine Diffusionssperre vorhanden ist, muss der Probestab durch Schneiden oder maschinelle Bearbeitung von dieser befreit werden.

Die Probestäbe müssen in der Längsrichtung oder der Umfangsrichtung und gleichmäßig über den Rohrumfang verteilt am selben Querschnitt herausgeschnitten werden.

Die Anzahl der Probestäbe, die herausgeschnitten und geprüft werden, hängt vom Rohrdurchmesser ab und muss Tabelle 9 entsprechen.

Tabelle 9 — Anzahl der Probestäbe in Abhängigkeit vom Nenn-Außendurchmesser

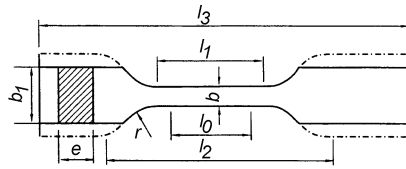
Nenn-Außendurchmesser des PE-Rohrs mm	Anzahl der Probestäbe
75 bis 250	5
280 bis 400	7
450 bis 630	10
710 bis 1 400	12

Mit einem Tinten- oder Wachsstift werden zwei Bezugslinien in gleichen Abständen von den Enden der kalibrierten Länge des Probestabes gezogen.

Die Prüftemperatur, auf die die Probestäbe vor der Prüfung mindestens 2 h lang zu konditionieren sind, muss (23 ± 2) °C betragen.

Mit Hilfe einer geeigneten Zugprüfmaschine sind die Probekörper mit einer Geschwindigkeit von (100 ± 10) mm/min bis zum Bruch zu dehnen.

Nach der Prüfung ist der Abstand zwischen den Bezugslinien zu messen und die Bruchdehnung zu berechnen, die in Prozent des ursprünglichen Abstandes zwischen den Bezugslinien auszudrücken ist.



Symbol	Messgröße	Maße in mm	
		Typ A	Typ B
l_0	Abstand zwischen den Bezugslinien	25 ± 1	50 ± 2
l_1	Kalibrierte Länge	33 ± 3	60 ± 2
l_3	Gesamtlänge	115	≥ 150
l_2	Anfänglicher Abstand	80 ± 2	115 ± 2
e	Wanddicke der Ummantelung	–	–
r	Radius	14 ± 1	60 ± 1
b	Kalibrierte Breite	$6 \pm 0,4$	$10 \pm 0,4$
b_1	Breite der Probekörperenden	>15	>20

Bild 1 — Probestäbe für die Zugprüfung

5.2.3 Rußverteilung, Homogenität

Die Rußverteilung muss an Mikrotom-Scheiben unter dem Mikroskop bestimmt werden.

Die Mikrotom-Scheiben müssen eine Dicke von etwa 25 μm und eine Größe von etwa 15 mm^2 haben.

In jeder Prüfung sind sechs, gleichmäßig über ein und denselben Querschnitt der Ummantelung verteilte Mikrotom-Scheiben zu schneiden. Die Untersuchung muss bei 100facher Vergrößerung erfolgen.

5.2.4 Prüfung der Spannungsrissbeständigkeit

Die Prüfung muss in Übereinstimmung mit ISO 16770 mit folgenden Ausnahmen durchgeführt werden.

Die Probekörper müssen aus der selben Querschnitt der Ummantelung herausgeschnitten werden. Sie sind in der Achsenrichtung des Rohrs auszuschneiden.

Die Proben dürfen hantelförmig nach 5.2.2, Bild 1, Typ B sein, sie können aber auch mit parallelen Seiten und einer Breite von 10 mm ausgeschnitten werden. Die Dicke muss der Ummantelungsdicke entsprechen. Die Proben dürfen entweder durch Fräsen, Schneiden oder Ausstanzen hergestellt werden.

Die Länge der Proben muss ausreichen, um das Vierfache der Wanddicke zwischen den Klemmen zu belassen.

In der Mitte der Probekörper muss eine senkrecht zur Achse liegende Kerbe an allen vier Seiten am selben Querschnitt hergestellt werden.

Auf Grund der Ummantelungsrundung darf die eingearbeitete Kerbe eine ungleichmäßige Tiefe um die Probe aufweisen, die Tiefe der Kerbe und ihre Position müssen jedoch so gewählt werden, dass kein Teil des Probenquerschnittes ungekerbt bleibt.

Die Anzahl der Proben muss vier betragen.

Die Prüfmedium muss Wasser mit einem Gehalt an Tensiden von 2 % sein.

Das Tensid muss Nonylphenolpolyglykoether sein und die gleiche Wirkung wie das Tensid mit dem Handelsnamen „Arkopal N 100“ haben.

Die Temperatur muss 80 °C betragen.

Die Prüflast muss einen Wert von 4,0 N/mm² haben.

5.3 Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR)

5.3.1 Zusammensetzung

Der MDI-Index ist auf der Grundlage der Produktionsunterlagen des Herstellers zu berechnen und zu dokumentieren.

5.3.2 Zellstruktur

Lunker und Blasen müssen an Querschnitten des Dämmmaterials bestimmt werden.

Mindestens 1,5 m vom Rohrende entfernt werden auf einer Gesamtlänge von 400 mm 5 Schnitte im Abstand von 100 mm durch die Ummantelung und die Dämmschicht vorgenommen.

Die vier 100-mm-Ringe aus Ummantelung und Dämmschicht sind nacheinander zu entfernen, und die fünf Querschnittsflächen sind auf Lunker und Blasen zu untersuchen.

Alle Löcher, die in beliebiger Richtung größer als 6 mm sind, müssen in 2 senkrecht zueinander liegenden Richtungen gemessen, und das Produkt aus den beiden Messungen ist als die Lochfläche zu definieren.

Löcher, die kleiner als 6 mm sind, werden vernachlässigt.

Die Summe der Flächen aller Löcher ist als prozentualer Anteil der untersuchten Gesamtfläche auszudrücken.

5.3.3 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit in radialer Richtung ist nach ISO 844 zu prüfen.

Die Größe des Probekörpers muss 30 mm × 30 mm × t betragen oder bei zylindrischer Probe einen Durchmesser von 30 mm und eine Länge t haben, wobei t , die größtmögliche Abmessung in radialer Richtung des Rohrs, höchstens 20 mm betragen darf.

5.4 Verbund-Rohrsystem

5.4.1 Axiale Scherfestigkeit

5.4.1.1 Probekörper

Der Probekörper muss aus einem Abschnitt des Verbund-Rohrsystems bestehen, dessen Länge der 2,5fachen Dämmdicke entspricht, mindestens jedoch 200 mm beträgt. Der Probekörper ist rechtwinklig zur Rohrachse herauszuschneiden und in Übereinstimmung mit 5.1.1.2 in der Mitte des Rohrs zu entnehmen.

5.4.1.2 Prüfverfahren

Die Belastung wird in axialer Richtung aufgebracht. Die Geschwindigkeit der Prüfmaschine muss 5 mm/min betragen. Die axiale Kraft ist aufzuzeichnen und die Scherfestigkeit zu berechnen. Diese Prüfung kann sowohl bei vertikaler als auch bei horizontaler Lage der Rohrachse durchgeführt werden (siehe Bild 2). Das Eigengewicht des Mediumrohrs muss berücksichtigt werden, wenn die Achse vertikal steht.

Als Prüfergebnis gilt der Durchschnittswert von 3 Messungen.

5.4.1.3 Berechnung der Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\tau_{ax} = \frac{F_{ax}}{L \times D_s \times \pi}$$

Dabei ist

τ_{ax} die axiale Scherfestigkeit, in MPa;

F_{ax} die axiale Kraft, in N;

L die Länge des Probekörpers, in mm;

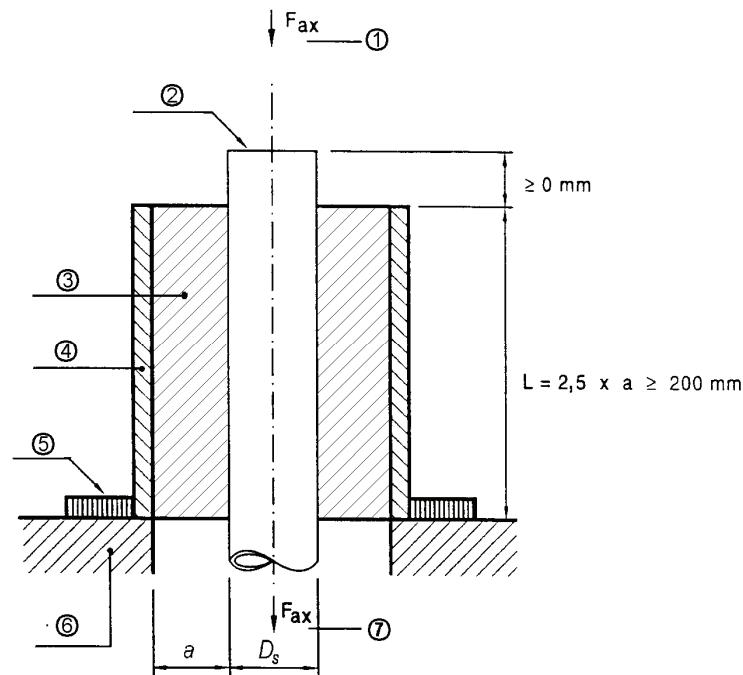
D_s der Außendurchmesser des Mediumrohrs, in mm.

5.4.1.4 Axiale Scherfestigkeit bei 23 °C

Die Prüfung ist nach 5.4.1.1 bis 5.4.1.3 durchzuführen, wobei der gesamte Prüfkörper auf Raumtemperatur gehalten wird.

5.4.1.5 Axiale Scherfestigkeit bei 140 °C

Die Prüfung ist nach 5.4.1.1 bis 5.4.1.3 durchzuführen, wobei das Mediumrohr auf einer Temperatur von (140 ± 2) °C gehalten wird. Diese Temperatur muss innerhalb von 30 min erreicht und 30 min lang beibehalten werden, bevor die Belastung aufgebracht wird.



Legende

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 Aufgebrachte Last | 5 Führungsring |
| 2 Mediumrohr | 6 Grundplatte der Prüfmaschine |
| 3 PUR-Schaumstoff-Wärmedämmung | 7 Alternativ aufgebrachte Last |
| 4 Ummantelung | |

Bild 2 — Versuchsaufbau für die axiale Scherprüfung

5.4.2 Tangentiale Scherfestigkeit

5.4.2.1 Probekörper

Der Probekörper muss aus einem Abschnitt des Verbund-Rohrsystems bestehen, dessen Länge dem 0,75 fachen des Durchmessers des Mediumrohrs entspricht, mindestens jedoch 100 mm beträgt.

5.4.2.2 Prüfverfahren

Die tangentielle Belastung ist mit zwei Hebeln, die symmetrisch durch eine Schelle an der Ummantelung befestigt sind, ohne merklichen radialen Druck aufzubringen. Die Kräfte müssen senkrecht auf die Hebel wirken. Die Schelle ist mit einer entsprechend dem Rohrdurchmesser ausreichenden Zahl von Bolzen zu versehen, die in hierfür in die Ummantelung gebohrte Löcher passen. Die Löcher dürfen nicht völlig durch die Ummantelung hindurchgehen. Das Mediumrohr muss durch eine geeignete Anordnung gehalten werden. Siehe Bild 3. Die Prüfung ist bei Raumtemperatur durchzuführen.

Eine tangentielle Kraft von:

$$\frac{F_{\tan}}{2}$$

ist Bild 3 entsprechend im Abstand von 1 000 mm von der Mittellinie des Mediumrohrs auf jeden Hebel aufzubringen. Die Geschwindigkeit der Prüfmaschine muss $v_L = 25$ mm/min betragen.

Als Prüfergebnis gilt der Durchschnittswert von 3 Messungen.

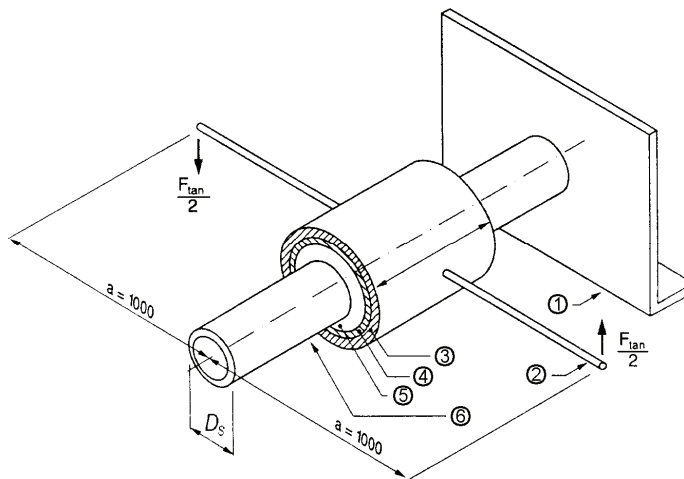
5.4.2.3 Berechnung der Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\tau_{\text{tan}} = \frac{F_{\text{tan}}}{\pi \times D_s \times L \times \frac{D_s}{2} \times \frac{1}{a}}$$

Dabei ist

- τ_{tan} die tangentielle Scherfestigkeit, in MPa;
- F_{tan} die tangentielle Kraft, in N;
- L die Länge des Probekörpers, in mm;
- D_s der Außendurchmesser des Mediumrohrs, in mm;
- a die Länge jedes Hebels, in mm.



Legende

- | | |
|-------------|----------------|
| 1 Halterung | 4 Ummantelung |
| 2 Hebel | 5 Wärmedämmung |
| 3 Schelle | 6 Mediumrohr |

Bild 3 — Versuchsaufbau für die tangentielle Scherprüfung

5.4.3 Scherfestigkeit des gealterten Verbund-Rohrsystems

5.4.3.1 Probekörper und Alterung

Der Probekörper muss ein Abschnitt des Verbund-Rohrsystems mit einer Länge von mindestens 3 m sein. Dieser Rohrprobekörper ist zu altern, indem das Mediumrohr für eine Dauer von 3 600 h auf einer Temperatur von 160 °C oder alternativ 1 450 h lang auf einer Temperatur von 170 °C gehalten wird, während die Ummantelung der Raumtemperatur ausgesetzt ist.

Vor der Alterung muss der Schaumstoff an den Enden mit geeigneten Mitteln abgedichtet werden, um das Eindringen von Luft zu verhindern. Die Temperatur des Mediumrohrs ist während der Alterungsphase kontinuierlich aufzuzeichnen und darf um nicht mehr als 0,5 °C von der geforderten Temperatur abweichen.

5.4.3.2 Prüfverfahren

Nach der Abkühlung auf Raumtemperatur sind die Probekörper nach 5.4.1 oder 5.4.2 auf ihre Scherfestigkeit zu prüfen, mit der Ausnahme, dass die Probekörper den Rohrproben nach der Alterung und mindestens 1 000 mm von den Rohrenden entfernt zu entnehmen sind, um Material, das durch die Einwirkung von Sauerstoff beeinträchtigt wurde, auszuschließen.

5.4.4 Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand

Die Wärmeleitfähigkeit (λ_{50}) ist nach EN ISO 8497 und Anhang F zu bestimmen.

Die Wärmeleitfähigkeit ist für eine Mediumrohrtemperatur von (80 ± 10) °C zu bestimmen. Zur Typprüfung ist die Wärmeleitfähigkeit an Rohrproben (5 ± 1) Wochen nach der Herstellung zu bestimmen. Die Dichte und die Zellengröße sind nach EN 489 zu messen. Die Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung muss nach dem Chalmers-Verfahren²⁾ für die Analyse der Gasphase in Polyurethan-Schaumstoffen gemessen werden.

5.4.5 Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand

Vor der Alterung des Verbund-Rohrsystems müssen die Enden des Schaumstoffs in geeigneter Weise abgedichtet werden, um Gasdiffusion zu vermeiden. Die Alterung des gesamten Verbund-Rohrsystems ist über eine Dauer von 150 Tagen bei einer Temperatur von (90 ± 1) °C durchzuführen. Die Prüfung ist an einem Stahlrohr DN 50 mit einer Ummantelung von 125 mm vorzunehmen. Die Dichte und die Zellengröße sind nach EN 489 zu messen. Die Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung muss nach dem Chalmers-Verfahren³⁾ für die Analyse der Gasphase in Polyurethan-Schaumstoffen gemessen werden. Das zuständige Labor muss mittels Analyse der Zusammensetzung des Gases in den Schaumstoffzellen der Wärmedämmung den Nachweis erbringen, dass die Abdichtung die Gasdiffusion wirksam verhindert.

5.4.6 Stoßfestigkeit

Ein Probekörper aus dem Verbundrohr mit einer Länge von mindestens dem 5fachen Außendurchmesser der Ummantelung ist nach ISO 3127 bei einer Temperatur von -20 °C zu prüfen. Das Gewichtsstück muss eine Masse von 3,0 kg und eine halbkugelige Schlagfläche mit einem Durchmesser von 25 mm haben und aus einer Höhe von 2 000 mm fallen gelassen werden.

Nachdem auf den Probekörper die abstandsgleichen Linien nach Tabelle 3 aus ISO 3127:1994 gezogen wurden, ist er vor der Prüfung mindestens 3 Stunden lang bei einer Temperatur von (-20 ± 1) °C zu kühlen. Die Prüfung muss innerhalb von 10 s nach der Entnahme des Probekörpers aus der Kältekammer beginnen und so schnell wie möglich durchgeführt werden.

5.4.7 Langzeit-Kriechfestigkeit und -Kriechmodul bei 140 °C

Die Probekörper müssen in Übereinstimmung mit 5.1.1.2 einem Abschnitt eines Verbund-Rohrsystems mit den Maßen 60,3 mm/125 mm in der Mitte des Rohrs entnommen werden.

Ein Probekörper besteht aus einem Prüfteil A und zwei Dämmteilen B, jeweils eins an jedem Ende. Der Prüfteil muss eine Länge von 100 mm haben. Die Dämmteile müssen aus 50 mm der Originaldämmung und der PE-Ummantelung bestehen und vom Prüfteil durch zwei Schnitte getrennt sein, die durch die PE-Ummantelung und die Dämmung bis zum Stahlrohr führen. Die Schnitte müssen senkrecht zur Längsachse des Mediumrohrs geführt werden. Siehe Bild 4.

2) Dieses Verfahren wurde von O. Ramnäs und M. Svanström im JOURNAL OF CELLULAR PLASTICS, Bd. 31, vom Juli 1995 unter der Überschrift "A method for analysing the gas phase in polyurethane foam" beschrieben.

3) Dieses Verfahren wurde von O. Ramnäs und M. Svanström im JOURNAL OF CELLULAR PLASTICS, Bd. 31, vom Juli 1995 unter der Überschrift "A method for analysing the gas phase in polyurethane foam" beschrieben.

Der Probekörper muss an beiden Enden direkt neben den Dämmteilen gestützt werden.

Die Dicke des Schaumstoffs muss bei Raumtemperatur und vor Beginn der Erwärmung des Rohrs gemessen werden.

Die Prüfung ist durchzuführen, während das Mediumrohr auf einer Temperatur von (140 ± 2) °C gehalten wird. Diese Temperatur muss eine Woche lang vor dem Aufbringen der Last aufrechterhalten werden.

Die Kraft $F_{\text{rad}} = (1,50 \pm 0,01)$ kN muss gleich bleibend und stoßfrei aufgebracht werden. Siehe Bild 4.

ANMERKUNG Für Informationen zur Berechnung der Kraft F_{rad} siehe Anhang E.

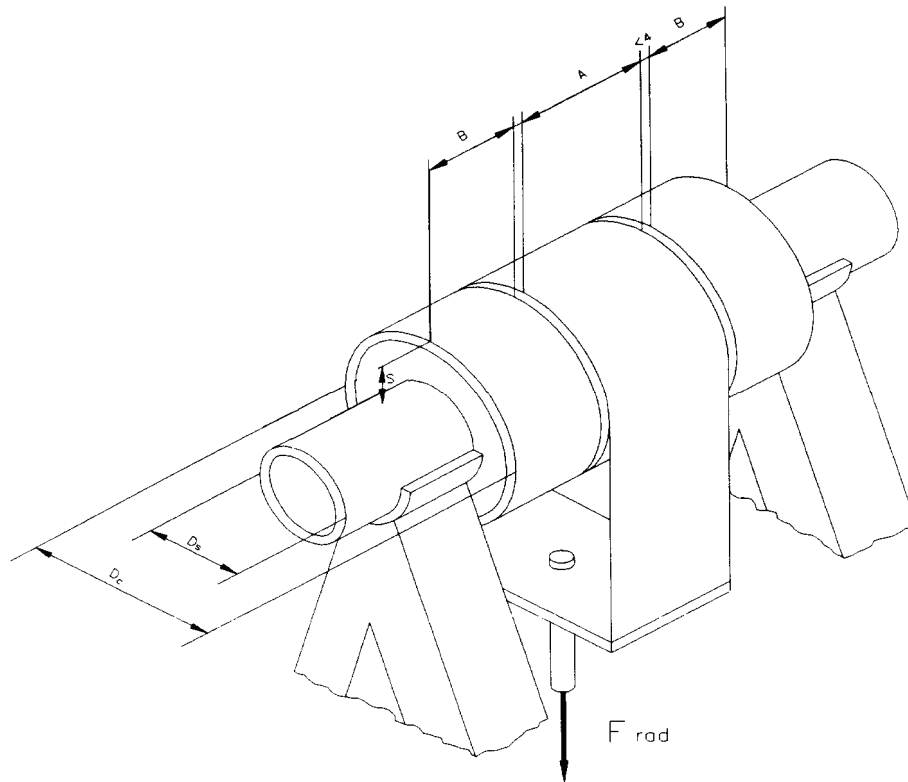
Der radiale Versatz, ΔS , des Dämmmaterials muss entlang der Kraftlinie in der Mitte des Probekörpers und unmittelbar auf der Spitze der PE-Ummantelung gemessen werden. Siehe Bild 5.

Der Null-Wert des radialen Versatzes, S , muss nach der einwöchigen Erwärmungsphase und unmittelbar vor dem Aufbringen der Kraft F_{rad} bestimmt werden.

Der Versatz ist 1 000 h und 10 000 h nach dem Aufbringen der Kraft und mindestens zweimal dazwischen zu messen. Die Prüfergebnisse müssen relativ als Prozentsatz der Schaumstoffdicke ausgedrückt und als Mittelwert von 3 Messungen an 3 Probekörpern aus dem gleichen Rohr bestimmt werden.

Die Langzeit-Kriechfestigkeit ist durch eine Gerade in einem doppel-logarithmischen Diagramm auf 30 Jahre zu extrapolieren.

Der Langzeit-Kriechmodul kann aus der Kriechfestigkeit berechnet werden.



Legende

- D_s Außendurchmesser des Mediumrohrs
- D_c Außendurchmesser der Ummantelung
- A Prüfteil = 100 mm
- B Dämmteil = 50 mm
- s Null-Wert des radialen Versatzes

Bild 4 — Probekörper und Lastanordnung

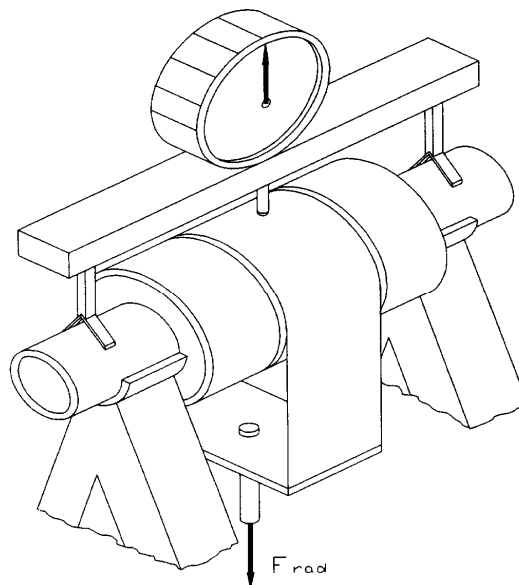


Bild 5 — Messanordnung für den radialen Versatz

6 Kennzeichnung

6.1 Allgemeines

Die Kennzeichnung der Rohre kann in jeglicher geeigneten Weise erfolgen, sofern sie nicht die Gebrauchseigenschaften der Rohrummantelung beeinträchtigt und allen Beanspruchungen durch Handhabung, Lagerung und Anwendung widersteht.

6.2 Stahl-Mediumrohr

Das Stahl-Mediumrohr muss den in den einschlägigen Normen EN 10216-2, EN 10217-1, EN 10217-2 oder EN 10217-5 angegebenen Anforderungen an die Kennzeichnung entsprechend gekennzeichnet werden.

6.3 Ummantelung

Auf dem Mantelrohr sind vom Hersteller folgende Angaben zu machen:

- Rohmaterial des PE als Handelsname oder Code;
- MFR-Tabellenwert, wie vom Rohstoffhersteller deklariert;
- Nenndurchmesser und Nennwanddicke des Mantelrohrs;
- Jahr und Woche der Herstellung;
- Herstellerzeichen.

6.4 Verbund-Rohrsystem

Der Hersteller des Verbund-Rohrsystems muss Folgendes auf der Ummantelung angeben:

- Nenndurchmesser und Nennwanddicke des Mediumrohrs;
- Stahlbezeichnung und Stahlqualität;
- Herstellerzeichen;
- Nummer dieser Europäischen Norm;
- Jahr und Woche des Verschäumens;
- Art des physikalischen Treibmittels, falls ein solches verwendet wird;
- Angaben zur Diffusionsbarriere, falls eine solche verwendet wird.

Anhang A (informativ)

Zusammenhang zwischen den tatsächlichen Betriebsbedingungen im Dauerbetrieb und den Prüfbedingungen bei der beschleunigten Alterung

Der Einfluss der Alterung des Schaumstoffes auf die Scherfestigkeit von Verbundmantelrohrsystemen wurde in einer Arbeitsgruppe des CEN/TC 107 untersucht. Die Daten in 4.5.5 und 5.4.3, die Aussagen zu den Anforderungen an die erwartete Mindestlebensdauer und Anforderungen an die Scherfestigkeit des Verbund-Rohrsystems nach beschleunigter Alterung enthalten, beruhen auf von dieser Arbeitsgruppe durchgeführten Untersuchungen, heutigem Wissensstand und Erfahrungen mit Verbundsystemen, die dieser Spezifikation entsprechen.

Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Arrhenius-Gleichung, die eine Beziehung zwischen dem Logarithmus der erwarteten Lebensdauer eines Verbund-Rohrsystems und dem Kehrwert der absoluten Dauerbetriebstemperatur herstellt, herangezogen werden kann, um aus den Daten der bei höheren Temperaturen als den üblichen Betriebstemperaturen durchgeführten Alterungsprüfung auf die zu erwartende Lebensdauer bei der tatsächlichen Betriebstemperatur zu extrapolieren. Die Extrapolation hängt stark von der Aktivierungsenergie des Alterungsprozesses ab, und in dieser Norm wird dafür ein Wert von 150 kJ/(mol × K) angesetzt. Obgleich dieser Wert auf einer Reihe von Untersuchungen basiert, sind zu seiner Bestätigung weitere Studien erforderlich.

Aus der in Bild A.1 dargestellten Arrhenius-Beziehung kann abgeleitet werden, dass eine Alterungsprüfung über 3 600 h bei 160 °C oder alternativ von 1 450 h bei 170 °C erforderlich ist, um den Daten der zu erwartenden Mindestlebensdauer nach 4.5.5.1 zu entsprechen.

Sind Fernwärmenetze für eine Mindestlebensdauer von 30 Jahren bei anderen Dauerbetriebstemperaturen als 120 °C auszulegen, so sollte die Prüftemperatur oder die Prüfzeit entsprechend geändert werden.

Auf Grundlage der Prüfdauer von 3 600 h kann die Prüftemperatur aus der folgenden Formel abgeleitet werden:

$$\vartheta' = \frac{1}{(\vartheta + 273)^{-1} - 2,38 \cdot 10^{-4}} - 273$$

Dabei ist

ϑ' die Prüftemperatur, in °C;

ϑ die Auslegungsbetriebstemperatur für den 30-jährigen Dauerbetrieb, in °C.

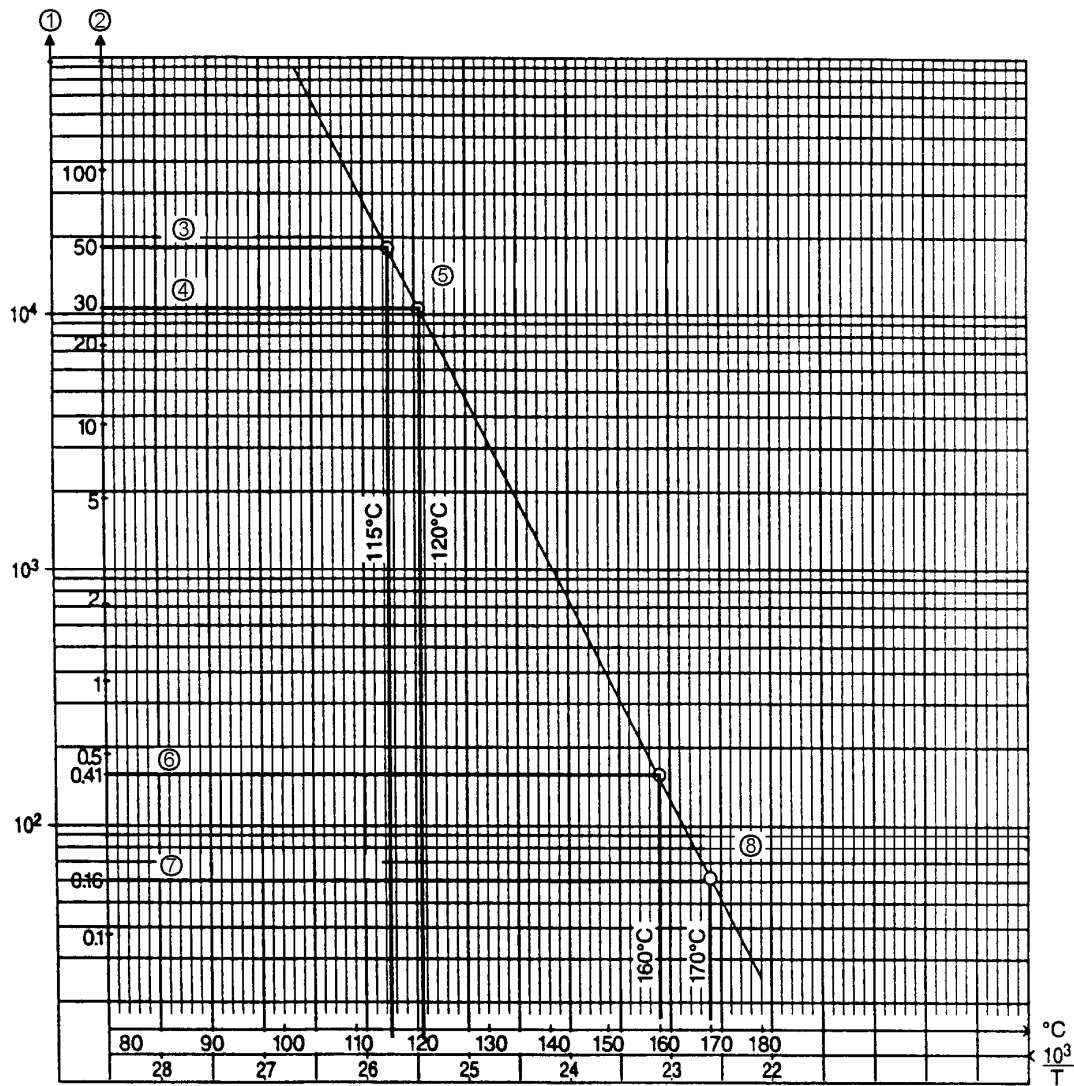
Auf der Grundlage einer Prüftemperatur von 160 °C kann die Prüfzeit aus der folgenden Formel abgeleitet werden:

$$T = e \left(54,097 - \frac{18\,041,86}{\vartheta + 273} \right)$$

Dabei ist

T die Prüfzeit, in h;

ϑ die Auslegungsbetriebstemperatur für 30-jährigen Dauerbetrieb, in °C.



⑨

Legende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | erwartete thermische Lebensdauer (L), Tage | 6 | 3 600 Stunden |
| 2 | erwartete thermische Lebensdauer (L), Jahre | 7 | 1 450 Stunden |
| 3 | 50 Jahre | 8 | Bedingungen der Alterungsprüfung (vgl. 5.4.3) |
| 4 | 30 Jahre | 9 | Dauerbetriebstemperatur (θ) |
| 5 | tatsächliche Betriebsbedingungen (vgl. 4.5.5.1) | | |

Bild A.1 — Zusammenhang zwischen zu erwartender thermischer Lebensdauer, L, bei Dauerbetriebstemperatur (θ) für die Mindestanforderungen nach 4.5.5.1 und Prüfzeiten und -temperaturen bei beschleunigter Alterung nach 5.4.3

Anhang B (informativ)

Berechnung der erwarteten thermischen Mindestlebensdauer bei verschiedenen Betriebstemperaturen unter Berücksichtigung der PUR-Schaumstoff-Haltbarkeit

Die Lebensdauer des Fernwärmenetzes hängt vom PUR-Schaumstoff und seiner Zusammensetzung, dem Stahl-Mediumrohr, der PE-Ummantelung sowie von zahlreichen mechanischen Belastungen, die sich aus der Auslegung des Netzes ergeben, und von den Temperaturzyklen ab, denen es während des Betriebes ausgesetzt ist.

Die folgende Gleichung gilt nur für gerade Rohre in Netzen, die bei geringen und gelegentlichen Temperaturschwankungen (z. B. zum Ausgleich der jahreszeitlichen Schwankungen des Wärmebedarfs) innerhalb des in Bild A.1 angegebenen Bereiches der üblichen Betriebstemperaturen betrieben werden. Die Gleichung berücksichtigt keine mechanischen Belastungen.

Unter der Annahme, dass die Zyklen der Betriebstemperaturen in jedem Jahr etwa gleich sind, kann die erwartete thermische Lebensdauer derartiger Systeme mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$L = \left(\frac{t_1}{L_1} + \frac{t_2}{L_2} + \dots + \frac{t_n}{L_n} \right)^{-1}$$

Dabei ist

- L die zu erwartende thermische Lebensdauer des Systems, in Jahren;
- L_1 die zu erwartende thermische Lebensdauer des Systems in Jahren für den Dauerbetrieb bei der Temperatur ϑ_1 , die nach dem Arrhenius-Plot in Bild A.1 bestimmt werden kann;
- L_2 wie oben für Temperatur ϑ_2 usw.;
- t_1 Zeitabschnitt je Jahr, in dem das System bei der Temperatur ϑ_1 betrieben wird;
- t_2 wie oben für Temperatur ϑ_2 usw.

Anhang C (normativ)

Berechnete Dauerbetriebstemperatur (CCOT)

C.1 Allgemeines

Auf der Grundlage mindestens der Messwerte der tangentialen Scherfestigkeit von Verbund-Rohrsystemen, die mindestens 1 000 Stunden lang bei drei Temperaturen gealtert wurden, und unter der Annahme einer Arrhenius-Beziehung muss die berechnete Dauerbetriebstemperatur, CCOT, ermittelt werden.

Die höchste Alterungstemperatur muss einer thermischen Lebensdauer von mindestens 1 000 h entsprechen, und der Unterschied zwischen den höchsten und niedrigsten Alterungstemperaturen muss mindestens 10 K betragen. Die Alterungstemperatur ist die Temperatur des Mediumrohrs, die während der Alterungsphase kontinuierlich aufgezeichnet werden muss und die niemals um mehr als 0,5 K von der mittleren Temperatur abweichen darf. Während der Alterung müssen die freien Enden des Verbund-Rohrsystems in geeigneter Weise abgedichtet sein, um Gasdiffusion zu vermeiden.

Die thermische Lebensdauer wird ausgehend von Messungen der Änderung der tangentialen Scherfestigkeit des Werkstoffes nach Temperaturbeanspruchung bestimmt.

Die thermische Lebensdauer bei den einzelnen Alterungstemperaturen wird ermittelt, indem tangentiale Scherprüfungen bei 140 °C in einer Folge länger werdender Alterungszeiträume durchgeführt werden. Die thermische Lebensdauer bei einer festgelegten Temperatur ist als der Zeitraum definiert, bis die tangentiale Scherfestigkeit bei 140 °C einen Wert unter 0,13 MPa annimmt, wenn das Rohr dauerhaft der Alterungstemperatur ausgesetzt ist.

ANMERKUNG Der in der Definition der thermischen Lebensdauer verwendete Grenzwert der tangentialen Scherfestigkeit von 0,13 MPa ist höher als der für den Betrieb erforderliche Grad der Scherfestigkeit. Folglich kann angenommen werden, dass die Lebensdauer des Rohrsystems den Wert der thermischen Lebensdauer übersteigt.

Die berechnete Dauerbetriebstemperatur ist die Temperatur, für die die thermische Lebensdauer von 30 Jahren unter der Annahme einer Arrhenius-Beziehung zwischen Temperatur und thermischer Lebensdauer berechnet werden kann.

C.2 Symbole

T	Alterungs- oder Betriebstemperatur (K)
L	thermische Lebensdauer (h)
T_k	Temperaturstufe der Alterung (K)
L_k	thermische Lebensdauer bei der Temperaturstufe T_k (h)
CCOT	berechnete Dauerbetriebstemperatur, die eine thermische Lebensdauer von 30 Jahren ergibt (K)
C, D	Regressionskoeffizienten

C.3 Alterung und Bestimmungen der Scherfestigkeit

Die Abhängigkeit der Scherfestigkeit von den Alterungszeiten muss für mindestens drei Temperaturen bestimmt werden. Die Alterungstemperaturen müssen um mindestens 3 K voneinander abweichen, und der Unterschied zwischen der höchsten und der niedrigsten Alterungstemperatur muss mindestens 10 K betragen. Die Temperatur des Mediumrohrs darf von der geforderten Temperatur höchstens um 0,5 K abweichen.

Vor Beginn der Prüfung müssen die freien Enden des Verbund-Rohrsystems in geeigneter Weise abgedichtet werden, um Gasdiffusion zu vermeiden.

Die Scherfestigkeit muss bei jeder Alterungstemperatur für eine Reihe von Alterungszeiten bestimmt werden. Die tangentielle Scherfestigkeit ist bei einer Temperatur von 140 °C und in einem Abstand von mindestens 500 mm zu den Rohrenden zu bestimmen. Für jede Bestimmung der Scherfestigkeit ist eine Messung durchzuführen. Die Messungen müssen in Intervallen von höchstens 7 Tagen erfolgen; dieser Zeitraum schließt die letzten drei Messungen vor und die ersten drei Messungen nach dem Zeitpunkt ein, zu dem die Scherfestigkeit den Wert von 0,13 MPa durchläuft.

Die Festlegung des Beginns der Messungen mit kurzen Intervallen (7 Tage) kann auf Erfahrungen mit ähnlichen Schaumstoffarten, auf einer Vorprüfung oder auf Ergebnissen beruhen, die für das vorliegende Verbund-Rohrsystem mit höheren Alterungstemperaturen erreicht wurden. Erfahrungen haben gezeigt, dass der längste Zeitraum von 7 d zu Ergebnissen mit angemessener Präzision führt.

C.4 Berechnungen

C.4.1 Bestimmung der thermischen Lebensdauer bei verschiedenen Alterungstemperaturen

Für jede Alterungstemperatur, T_k , sind die Werte der tangentialen Scherfestigkeit gegen die Alterungszeiten linear aufzutragen. Das gleitende Mittel aus den fünf Werten ist zu berechnen und als Kurve aufzutragen.

Die gemessene thermische Lebensdauer, L_k , muss als die Alterungszeit bestimmt werden, zu der die Kurve des gleitenden Mittelwerts die Scherfestigkeit in Höhe von 0,13 MPa zuerst schneidet. Für die Berechnung der thermischen Lebensdauer muss die Kurve des gleitenden Mittelwerts linear zwischen dem letzten Punkt vor und dem ersten Punkt nach dem Schnittpunkt interpoliert werden.

C.4.2 Angleichung an die Arrhenius-Beziehung

Durch lineare Regression der gemessenen Werte der thermischen Lebensdauer, L_k , und der entsprechenden Alterungstemperaturen, T_k , sind die Koeffizienten der Arrhenius-Gleichung zu berechnen.

$$\ln L_k = C/T_k + D \quad (1)$$

Der Korrelationskoeffizient (r) ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$r = \frac{\sum_k [(y_k - \bar{y}_k) \times (x_k - \bar{x}_k)]}{\sqrt{\sum_k (y_k - \bar{y}_k)^2 \times \sum_k (x_k - \bar{x}_k)^2}} \quad (2)$$

Dabei ist bzw. sind

$$x_k = 1/T_k;$$

$$y_k = \ln(L_k);$$

und \bar{x}_k und \bar{y}_k die entsprechenden Mittelwerte von x_k und y_k .

Falls der Korrelationskoeffizient, r , kleiner als 0,98 ist, sind die Werte für die weitere Auswertung nicht geeignet. In diesem Fall können die Messungen ausgedehnt oder wiederholt werden, bis ein Datensatz erhalten wurde, der eine annehmbare Regressionslinearität ergibt.

C.4.3 Berechnete Dauerbetriebstemperatur, CCOT

Der Wert der Betriebstemperatur, für den mit der größten Wahrscheinlichkeit eine thermische Lebensdauer von 30 Jahren (262 800 h) gegeben ist, wird mit Hilfe von Gleichung (1) wie folgt berechnet:

$$\text{CCOT} = T_{30 \text{ Jahre}} = C / (\ln 262\,800 - D)$$

Zu weiteren Informationen, die sich mit dem Verhältnis zwischen den tatsächlichen Dauerbetriebsbedingungen und den Prüfbedingungen für die beschleunigte Alterung befassen, siehe Anhang A. Weitere Informationen zur Berechnung der erwarteten thermischen Mindestlebensdauer bei verschiedenen Betriebstemperaturen unter Beachtung der PUR-Schaumstoffeigenschaften sind in Anhang B zu finden.

Die Dichte, die Zellengröße, der Anteil an geschlossenen Zellen und das physikalische Treibmittel sind gemeinsam mit dem CCOT im Prüfbericht anzugeben.

Anhang D (informativ)

Richtlinien für die Prüfung

Die folgenden Prüfgegenstände und Prüfhäufigkeiten werden empfohlen, um sicherzustellen, dass die werkmäßig hergestellten und wärme gedämmten Rohre die Anforderungen dieser Norm erfüllen.

Ein unter Bezugnahme auf EN 253 nach EN ISO 9001 zertifiziertes Qualitätssicherungssystem und die erhaltene Statistik der Übereinstimmung der Prüfergebnisse können verwendet werden, um die Prüfhäufigkeiten dem tatsächlichen Bedarf anzupassen.

Die empfohlene Prüfung enthält die folgenden Punkte.

D.1 Typprüfung des Herstellers

Die Typprüfung dient zur anfänglichen Validierung der Rohstoffe und Produktionsverfahren. Wenn Rohstoffe oder Verfahren wesentlich verändert wurden, sollte eine erneute Typprüfung durchgeführt werden.

D.2 Qualitätskontrolle des Herstellers

Die Qualitätskontrolle wird vom Hersteller durchgeführt, um sicherzustellen, dass der gewünschte Qualitätsstandard des Produktes beibehalten wird. Der Hersteller ist dafür verantwortlich, dass die in dieser Norm festgelegten Prüfungen durchgeführt und die Ergebnisse aufgezeichnet werden.

D.3 Außerbetriebliche Prüfungen

Diese Prüfung dient hauptsächlich zur Überprüfung des Umfangs und der einwandfreien Durchführung der Qualitätskontrolle des Herstellers. Diese Prüfung schließt Produktstichproben ein, um sicherzustellen, dass die in dieser Norm festgelegten Anforderungen eingehalten werden. Außerbetriebliche Prüfungen werden in der Regel mindestens einmal jährlich durchgeführt. Der vorgeschlagene Umfang der Prüfungen ist in den Tabellen D.1 bis D.4 angegeben.

D.4 Verantwortlichkeit des Herstellers

Werden das Rohmaterial oder Teile davon, die ein Herstellerzertifikat erfordern, vom Hersteller der werkmäßig wärme gedämmten Rohre selbst hergestellt, so sollte dieser Hersteller die Verantwortung des Lieferanten übernehmen.

Tabelle D.1 — Prüfung des Mediumrohrs

Ab-schnitt	Prüfgegenstand	Prüfhäufigkeit		
		Typprüfung des Herstellers	Qualitätskontrolle des Herstellers	Außerbetriebliche Prüfungen
4.2.1	Fabrikat, Kennzeichnung, Lieferspezifikationen	Keine	Eingangskontrollverfahren	Keine
4.2.2 4.2.3	Maße	Keine	Eingangskontrollverfahren	Keine
4.2.4	Oberflächenbearbeitung, Oberflächenbeschaffenheit usw.	Keine	Eingangskontrollverfahren	Keine

Tabelle D.2 — Prüfung der Polyethylen-Ummantelung

Ab-schnitt	Prüfgegenstand	Prüfhäufigkeit		
		Typprüfung des Herstellers	Qualitätskontrolle des Herstellers	Außerbetriebliche Prüfungen
4.3.1	Werkstoff	Kontrolle der Zertifikate	Je Lieferung/Charge: Schmelzfließrate und Wärmebeständigkeit Oder: Eingangskontrollverfahren	Kontrolle der internen Prüfunterlagen und Zertifikate für die Dichte
4.3.1.1	Rußverteilung	Einmal je Materialtyp Kontrolle der Zertifikate	Kontrolle der Zertifikate	Kontrolle der Aufzeichnungen
4.3.1.3	Wärmebeständigkeit	Kontrolle der Zertifikate	Produktionslose, die aufgearbeitetes Material enthalten Kontrolle der Aufzeichnungen	Kontrolle der Aufzeichnungen
4.3.1.4	Verwendung von aufgearbeitetem Material		Kontrolle der Aufzeichnungen	
4.3.2.1 4.3.2.2	Durchmesser Wanddicke	Kontrolle der Produktionsunterlagen	Mindestens alle 2 h je Extruder Oder: Eingangskontrollverfahren	Kontrolle der Aufzeichnungen und Zertifikate
4.3.2.3	Erscheinungsbild und Oberflächenbeschaffenheit	Kontrolle der Aufzeichnungen und Überprüfung der Messverfahren	Einmal je Produktionscharge Oder: Eingangskontrollverfahren	Kontrolle der Aufzeichnungen und Überprüfung der Messverfahren
4.3.2.4	Bruchdehnung	Kontrolle der internen Aufzeichnungen. Je eine Probe von drei verschiedenen Rohrgrößen.	Einmal je Produktionscharge Oder: Eingangskontrollverfahren	Kontrolle der internen Aufzeichnungen
4.3.2.5	Veränderungen nach Wärmebehandlung	Einmal je Rohrabmessung	Keine	Keine
4.3.2.6	Spannungsrissbeständigkeit	Einmal je Materialtyp	Mindestens 4 Prüfungen je Materialart jährlich	Kontrolle der internen Aufzeichnungen

Tabelle D.3 — Prüfung der Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung (PUR)

Ab-schnitt	Prüfgegenstand	Prüfhäufigkeit		
		Typprüfung des Herstellers	Qualitätskontrolle des Herstellers	Außerbetriebliche Prüfungen
4.4.1	Zusammensetzung Fabrikat, Kennzeichnung und Lieferspezifikation	Kontrolle der Dokumentation	Überprüfung von Maschineneinstellungen und Produktionsparametern Mindestens einmal täglich Oder: Eingangskontrollverfahren	Kontrolle der internen Aufzeichnungen
4.4.2	Zellstruktur	Einmal je Isocyanat-/Polyol-Typ	Mindestens zweimal jährlich je Isocyanat-/Polyol-Typ und Maschine	Kontrolle der internen Aufzeichnungen
4.4.2	Lunker und Blasen	Einmal an einem Rohr, das für eine andere Prüfung entnommen wurde	Mindestens zweimal je Jahr und Maschine	Kontrolle der internen Aufzeichnungen
4.4.4	Druckfestigkeit	Einmal je Polyol-/Isocyanat-Typ und Maschine	Keine	Keine

ANMERKUNG Alle PUR-Eigenschaften sollten gemeinsam mit der Dichte des PUR-Hartschaumstoffs im Prüfbericht angegeben werden.

Tabelle D.4 — Prüfung des Verbund-Rohrsystems

Ab-schnitt	Prüfgegenstand	Prüfhäufigkeit		
		Typprüfung des Herstellers	Qualitätskontrolle des Herstellers	Außerbetriebliche Prüfungen
4.5.2 4.5.3	Maße der Rohrenden und Außendurchmesser	Gemessen an einem Rohr je Maß	Mindestens einmal je Schicht und Maß	Je Besuch einmal Kontrolle der internen Aufzeichnungen
4.5.4	Koaxialitätstoleranz	Einmal an einem Rohr, das für andere Prüfungen entnommen wurde	Mindestens zweimal jährlich	Kontrolle der internen Aufzeichnungen
4.5.5.2	Scherfestigkeit vor Alterung	Einmal an einem Rohr, das für andere Prüfungen entnommen wurde	Keine	Einmal je Besuch je Polyol-/Isocyanat-Typ
4.5.5.2	Scherfestigkeit nach Alterung	Einmal je Polyol-/Isocyanat-Typ und Maschine	Keine	Keine
4.5.6	Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand	Einmal je Polyol-/Isocyanat-Typ	Keine	Keine
4.5.7	Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand	Einmal je Polyol-/Isocyanat-Typ	Keine	Keine
4.5.8	Stoßfestigkeit	Einmal an einem Rohr jedes Ummantelungsrohstoffes/-lieferung	Keine	Einmal je Besuch an einem Rohr, das für eine andere Prüfung entnommen wurde
4.5.9	Langzeit-Kriechfestigkeit und -Kriechmodul	Einmal je Polyol-/Isocyanat-Typ	Keine	Keine
4.5.11	Messdrähte	Siehe EN 14419	Siehe EN 14419	Siehe EN 14419

ANMERKUNG Die Ergebnisse für die Prüfgegenstände 4.5.5 bis 4.5.9 sollten gemeinsam mit der Dichte des PUR-Hartschaumstoffs im Prüfbericht angegeben werden.

Anhang E (normativ)

Radiales Kriechverhalten von Polyurethanschaumstoff (PUR)

Bei der Prüfung des Kriechverhaltens nach 5.4.7 handelt es sich um eine Typprüfung für eine spezielle Art von Dämmmaterial.

Die Prüfung muss an einem werkmäßig gedämmten Rohr mit den Maßen 60,3 mm/125 mm durchgeführt werden.

Das Prüfverfahren und die Anforderungen beruhen auf Erfahrungen mit Proben eines Mediumrohrdurchmessers von 60,3 mm. Folglich kann die aufgewendete Kraft, F_{rad} , als das Produkt aus Rohrdurchmesser, Probenlänge und Kraft berechnet werden:

$$F_{\text{rad}} = 60,3 \times 100 \times 0,25 = 1\,508 \text{ N} = 1,5 \text{ kN}$$

Dabei ist

- F_{rad} die aufgebrachte Kraft, in kN;
- 60,3 der Außendurchmesser des Mediumrohrs, in mm;
- 100 die Probenlänge der Ummantelung, in mm;
- 0,25 die ausreichend bemessene Kraft, in MPa.

Anhang F (normativ)

Wärmeleitfähigkeit von werkmäßig gedämmten Rohren – Prüfverfahren

F.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang beschreibt zusammen mit EN ISO 8497 ein Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Polyurethan-Schaumstoff in werkmäßig gedämmten Fernwärmerohren im stationären Zustand.

F.2 Anforderungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 5)

F.2.1 Probekörper (EN ISO 8497:1996, 5.1)

Das Rohr muss einen kreisförmigen Querschnitt haben. Für die Typprüfung ist ein Probekörper von mindestens 3 m Länge aus der Mitte des Verbund-Rohrsystems mit der Abmessung 60,3 mm/125 mm zu entnehmen.

F.2.2 Betriebstemperatur (EN ISO 8497:1996, 5.2)

Das Prüfgerät muss in ruhiger Luft bei einer Umgebungstemperatur von (23 ± 2) °C betrieben werden.

F.2.3 Prüfgerätearten (EN ISO 8497:1996, 5.5)

Es können Prüfgeräte mit Schutzzyklindern an den Enden des Prüfrohrs und/oder Prüfgeräte mit kalibrierten oder berechneten Rohrenden verwendet werden.

F.3 Prüfrohr (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 7)

F.3.1 Prüfgerät mit Schutzzyklindern an den Enden des Prüfrohrs

Das Prüfgerät mit Schutzzyklindern an den Enden verwendet gesondert beheizte Rohrabschnitte, „Schutzheizungen“ genannt, die an jedem Ende der Messstrecke liegen und auf derselben Prüftemperatur zu halten sind, um einen axialen Wärmestrom im Prüfgerät zu vermeiden und um gleichmäßige Temperaturen zu erreichen, so dass der gesamte Wärmestrom in der Messstrecke des Probekörpers in radialer Richtung erfolgt. Die Heizeinrichtungen sowohl der Messstrecke als auch des Schutzzyklinders müssen so ausgelegt sein, dass über ihre Länge eine gleichmäßige Temperatur erreicht wird, es sei denn, es wurde der Nachweis erbracht, dass die erwartete Abweichung von der Temperaturgleichmäßigkeit nicht zu einer unannehmbaren Messunsicherheit bei den Prüfergebnissen führt.

Sowohl im Heiz- als auch im Prüfrohr ist zwischen Schutzzyklinder und Messstrecke ein Spalt vorzusehen, der gewöhnlich nicht breiter als 4 mm ist. Ein ähnlicher Spalt ist auch im Stahlrohr des Probekörpers zwischen der Messstrecke und dem Schutzzyklinder vorzusehen.

Im Bereich jedes Spalts sind Innendämmungen anzubringen, um eine Wärmeübertragung infolge von Konvektion und Strahlung zwischen den einzelnen Abschnitten des Prüfgeräts auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Im Heizrohr sind zu beiden Seiten jedes Spalts und nicht mehr als 25 mm vom Spalt entfernt zur Überwachung des Temperaturabfalls über jedem Spalt Thermoelemente anzubringen, die als Differenzkette geschaltet sind.

F.3.2 Prüfgerät mit kalibrierten Rohrenden

Werden Prüfgeräte mit kalibrierten oder berechneten Rohrenden verwendet, so muss der Wärmeverlust durch die Rohrenden im Prüfbericht angegeben werden.

F.3.3 Abmessungen (EN ISO 8497:1996, 7.2)

Der Durchmesser des Heizrohrs unterliegt keinen Beschränkungen, jedoch darf die Länge der Messstrecke bei Prüfgeräten mit Schutzzylindern an den Enden des Prüfrohrs nicht weniger als 1,0 m und bei Prüfgeräten mit kalibrierten oder berechneten Rohrenden nicht weniger als 2,0 m betragen.

F.3.4 Oberflächentemperatur des Heizrohrs

Die Oberflächentemperatur des Prüfabschnitts des Heizrohrs muss mit Hilfe von mindestens 4 gleichmäßig über die Länge des Prüfabschnittes verteilten Temperaturfühlern gemessen werden.

F.4 Probekörper (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 8)

F.4.1 Vorbehandlung (EN ISO 8497:1996, 8.4)

Der Probekörper muss eine Woche lang bei Raumtemperatur konditioniert werden. Für die Typprüfung muss die Wärmeleitfähigkeitsprüfung an einem Rohrstück durchgeführt werden, das nach der Produktion für eine Dauer von (5 ± 1) Wochen bei Raumtemperatur gelagert wurde.

F.4.2 Bestimmung der Maße (EN ISO 8497:1996, 8.5)

Innen- und Außendurchmesser des Mediumrohrs (D_{s1}) und (D_{s2}) müssen mit einem Messschieber gemessen werden. Der Umfang der Ummantelung ist mit Hilfe eines biegsamen Stahlbandes an 4 gleichmäßig über die Länge des Probekörpers verteilten Stellen zu messen und durch π zu dividieren, um den Durchmesser (D_{c4}) zu erhalten.

Die Dicke der Ummantelung (t) muss an 4 gleichmäßig über den Umfang verteilten Punkten an beiden Enden des Probekörpers gemessen werden, und dann ist der Innendurchmesser (D_{c3}) zu berechnen.

F.4.3 Messung der Oberflächentemperatur

Die Fühler zur Messung der Probekörpertemperatur müssen beim Mediumrohr an der Innenseite und bei der Ummantelung an der Außenseite angebracht werden.

F.4.3.1 Anordnung der Thermoelemente (EN ISO 8497:1996, 8.6)

Die Länge der Messstrecke muss in mindestens 4 gleiche Teile unterteilt werden, und am Stahlrohr sowie an der Ummantelung muss je mindestens ein Thermoelement in Längsrichtung in der Mitte jedes Teils angebracht werden. Die Thermoelemente müssen gleichmäßig über den Umfang verteilt werden.

F.5 Durchführung (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 9)

F.5.1 Prüflänge (EN ISO 8497:1996, 9.1.1)

Die tatsächliche Prüflänge (L), die für Prüfgeräte mit Schutzzylindern an den Enden des Prüfrohrs nicht kürzer als 1,0 m und für Prüfgeräte mit kalibrierten oder berechneten Rohrenden nicht kürzer als 2,0 m sein darf, ist zu messen. Genauigkeit: ± 1 mm.

F.5.2 Durchmesser (EN ISO 8497:1996, 8.5)

Der durchschnittliche Außendurchmesser der Ummantelung ist durch Messung des Umfangs mit einem biegsamen Stahlband zu ermitteln. Der Außendurchmesser des Stahlrohrs ist mit Hilfe eines Messschiebers zu messen.

Grenzabmaße: Durchmesser der Ummantelung $\pm 0,1$ mm
 Durchmesser des Mediumrohrs $\pm 0,1$ mm

F.5.3 Dicke der Ummantelung

Die Dicke der Ummantelung ist mit Hilfe eines Messschiebers zu messen.

Grenzabmaße: $\pm 0,1$ mm

F.5.4 Anforderungen an die Umgebung (EN ISO 8497:1996, 9.2)

Das Prüfgerät ist in einem Raum oder Gehäuse zu betreiben, der bzw. das auf die gewünschte Umgebungstemperatur (23 ± 2) °C so geregelt wird, dass sich die Temperatur während der Prüfung um nicht mehr als ± 1 °C verändert. Die Prüfung muss in im Wesentlichen ruhiger Luft durchgeführt werden.

F.5.5 Oberflächentemperatur des Prüfrohrs (EN ISO 8497:1996, 9.3)

Die Prüfungen müssen bei mindestens drei verschiedenen Temperaturen des Mediumrohrs durchgeführt werden. Die Genauigkeit der Temperaturmessungen muss innerhalb von $\pm 0,3$ °C liegen. Bei Typprüfungen müssen die an der Innenoberfläche des Mediumrohrs gemessenen Temperaturen annähernd gleich über den Temperaturbereich von 70 °C bis 90 °C verteilt sein.

F.5.6 Energieversorgung (EN ISO 8497:1996, 7.8)

Die Fehlergrenze des Leistungsmesssystems für die Heizeinrichtung der Messstrecke muss innerhalb von 1,0 % liegen.

F.5.7 Axiale Wärmeverluste (EN ISO 8497:1996, 5.7)

Bei Anwendung des Verfahrens mit Schutzzyindern an den Enden des Prüfrohrs sind alle Prüfungen zu verwerfen, bei denen der geschätzte axiale Wärmestrom an einem der beiden Enden größer als 0,5 % der mittleren Wärmezufuhr zur Messstrecke ist. Bei Verwendung von Prüfgeräten mit kalibrierten und berechneten Rohrenden muss der Wärmeverlust durch die Endkappen bestimmt und im Prüfbericht angegeben werden.

F.5.8 Prüfdauer und Stabilität (EN ISO 8497:1996, 9.5.3)

Die Messungen sind so lange fortzusetzen, bis die einzelnen Messergebnisse aus mindestens drei aufeinander folgenden Beobachtungsreihen, gemessen mit einem Zeitintervall von mindestens 0,5 h zwischen jeder Reihe, um höchstens 1 % vom Mittelwert der Ergebnisse der drei Reihen abweichen und keinen einseitigen Trend zeigen. Wird die Leistungsmessung mit einem integrierenden Messgerät durchgeführt, so muss jede Beobachtung mindestens 0,5 h dauern.

F.6 Berechnungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 11)

F.6.1 Wärmeleitfähigkeit (EN ISO 8497:1996, 3.5)

Die Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes bei Durchschnittstemperatur ist unter Verwendung der für verschiedene Rohrtemperaturen erhaltenen Ergebnisse mittels linearer Regression zu berechnen. Das Ergebnis wird

als λ bei einer Durchschnittstemperatur (T_m) angegeben. Für die Typprüfung ist die Wärmeleitfähigkeit λ_{50} als Durchschnitt von drei verschiedenen Verbund-Rohrsystemen zu bestimmen. Die Wärmeleitfähigkeit muss auf das nächste Vielfache von 1/1 000 W/(m × K) gerundet werden.

Es muss eine geeignete Korrektur für den Temperaturabfall in der Ummantelung durchgeführt werden (die Wärmeleitfähigkeit von HD-Polyethylen wird mit 0,40 W/(m × K) angegeben). Jede Korrektur des Temperaturabfalls im Stahl-Mediumrohr kann vernachlässigt werden ($\lambda_{\text{Stahl}} = 50^4$ W/(m × K)). Werden andere Werkstoffe für die Mediumrohre verwendet, so müssen entsprechende Berechnungen für Korrekturen erfolgen.

F.7 Symbole und Einheiten (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 4)

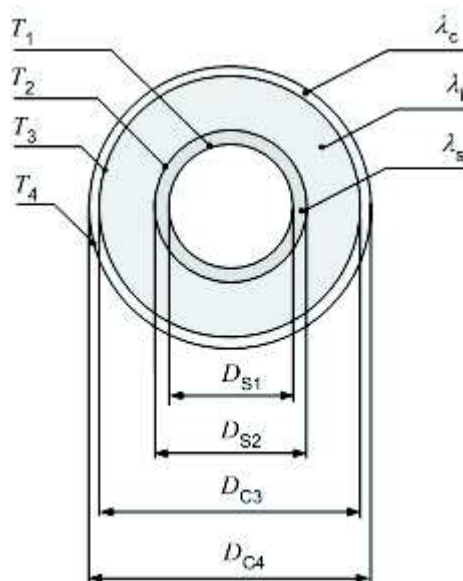


Bild F.1 — Symbole

4) EN 12524

Tabelle F.1 — Symbole und Einheiten

Wärmestrom	Φ	(W)
Länge der Messstrecke	L	(m)
Temperatur der inneren Oberfläche des Mediumrohrs	T_1	(°C)
Temperatur der inneren Oberfläche der Rohrdämmung	T_2	(°C)
Temperatur der äußeren Oberfläche der Rohrdämmung	T_3	(°C)
Temperatur der äußeren Oberfläche der Ummantelung	T_4	(°C)
Durchschnittstemperatur der Dämmung	T_m	(°C)
Innendurchmesser des Mediumrohrs	D_{s1}	(m)
Innendurchmesser der Rohrdämmung	D_{s2}	(m)
Außendurchmesser der Rohrdämmung	D_{c3}	(m)
Außendurchmesser der Ummantelung	D_{c4}	(m)
Dicke der Ummantelung	t	(m)
Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes	λ_i	(W/(m × K))
Wärmeleitfähigkeit der Ummantelung	λ_c	(W/(m × K))
Wärmeleitfähigkeit des Mediumrohrs	λ_s	(W/(m × K))

$$\lambda_i = \frac{\ln\left(\frac{D_{c3}}{D_{s2}}\right)}{\frac{2 \times \pi \times (T_1 - T_4) \times L}{\Phi} - \frac{1}{\lambda_c} \ln\left(\frac{D_{c4}}{D_{c3}}\right) - \frac{1}{\lambda_s} \ln\left(\frac{D_{s2}}{D_{s1}}\right)}$$

$$T_3 = T_4 + \frac{\Phi}{2 \times \pi \times L \times \lambda_c} \ln\left(\frac{D_{c4}}{D_{c3}}\right)$$

$$T_m = \frac{(T_3 + T_2)}{2}$$

$$T_2 = T_1 - \frac{\Phi}{2 \times \pi \times L \times \lambda_s} \ln\left(\frac{D_{s2}}{D_{s1}}\right)$$

Anhang G (informativ)

Nationale A-Abweichungen

A-Abweichung: Nationale Abweichung, die auf Vorschriften beruht, deren Veränderung zum gegenwärtigen Zeitpunkt außerhalb der Kompetenz des CEN/CENELEC-Mitglieds liegt.

Diese Europäische Norm fällt nicht unter eine EG-Richtlinie. In den betreffenden CEN/CENELEC-Ländern gelten diese A-Abweichungen anstelle der Festlegungen der Europäischen Norm so lange, bis sie zurückgezogen sind.

G.1 Durch nationale Gesetzgebung in Schweden bedingte Abweichung bei Stahl-Mediumrohren

Nach den Vorschriften AFS 2005:2 (*zu Behältern, Rohrleitungen und Installationen*) der Schwedischen Behörde für Arbeitssicherheit dürfen die Stahlsorten P235TR1 und P235TR2 nach EN 10217-1:2002 nicht für Rohrleitungen nach Anforderung G gemäß AFS 2005:2 verwendet werden. Rohrleitungen nach Anforderung G müssen die grundlegenden Sicherheitsanforderungen in Anhang 1 von AFS 2005:2 erfüllen. Für die Verwendung in Fernwärme-Rohrleitungssystemen ist es nach Anhang 1 von AFS 2005:2 erforderlich, festgelegte Werte für Materialeigenschaften für erhöhte Temperaturen von mindestens bis zu +120 °C zu verwenden, und in EN 10217-1:2002 *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur* sind keine derartigen Materialeigenschaften für höhere Temperaturen als Raumtemperatur festgelegt. Darüber hinaus sind für die Rohr-Stahlsorte P235TR1 in EN 10217-1:2002 keine Anforderungen an die Auftreffenergie festgelegt, was jedoch ebenfalls eine grundlegende Sicherheitsanforderung von Anhang 1 in AFS 2005:2 ist.

Um geschweißte Stahlrohre der Anforderung K nach AFS 2005:2 in Schweden zu verwenden, müssen die Schweißverfahren und das Schweißpersonal durch eine Prüf- und Zertifizierungsstelle beurteilt und genehmigt werden, wie in Abschnitt 22 von AFS 2005:2 dargelegt. Diese Prüf- und eine Zertifizierungsstelle müssen eine Akkreditierung für die betreffende Aufgabe nach dem Schwedischen Gesetz für Technische Inspektionen (SFS 1992:119) erlangt haben. Die Überprüfung und die Zertifizierung können auch durch eine Prüf- bzw. Zertifizierungsstelle aus einem anderen Land des Europäischen Wirtschaftsraums durchgeführt werden, falls:

- die Prüf- und eine Zertifizierungsstelle für diese Aufgabe mit Bezug auf die Anforderungen der einschlägigen Norm der Reihe EN 45000 akkreditiert ist, und zwar durch eine Akkreditierungsstelle, die die Anforderungen von ISO/TR 17010 erfüllt und auf diese Beurteilung anwendet, oder sonstige entsprechende Sicherheiten für ihre technische und fachliche Kompetenz sowie hinsichtlich ihrer Unabhängigkeit bietet;
- die Prüf- und eine Zertifizierungsstelle für diese Aufgabe mit Bezug auf die Anforderungen der einschlägigen Norm der Reihe EN 45010 akkreditiert ist, und zwar durch eine Akkreditierungsstelle, die die Anforderungen von EN 45010 erfüllt und auf diese Beurteilung anwendet, oder sonstige entsprechende Sicherheiten für ihre technische und fachliche Kompetenz sowie hinsichtlich ihrer Unabhängigkeit bietet.

Zerstörungsfreie Prüfungen der Schweißnähte in geschweißten Stahlrohren nach Anforderung K gemäß AFS 2005:2 müssen durch ein nach Abschnitt 22 betriebenes Labor durchgeführt worden sein. Das Labor muss die Akkreditierung für die betreffende Aufgabe nach dem Schwedischen Gesetz für Technische Inspektionen (SFS 1992:1119) erlangt haben. Zerstörungsfreie Prüfungen können auch durch ein Labor aus einem anderen Land des Europäischen Wirtschaftsraums durchgeführt werden, falls das Labor für diese Aufgabe mit Bezug auf die Norm ISO/IEC 17025 akkreditiert ist, und zwar durch eine Akkreditierungsstelle, die die Anforderungen von EN 45010 erfüllt und auf die Beurteilung anwendet, oder sonstige entsprechende Sicherheiten für ihre technische und fachliche Kompetenz sowie hinsichtlich ihrer Unabhängigkeit bietet.

Anhang H (informativ)

Wesentliche Änderungen zu den vorausgegangenen Ausgaben von EN 253

Die erste Ausgabe von EN 253 wurde 1990 bestätigt. Die erste Ausgabe wurde 1994 durch die zweite Ausgabe ersetzt.

Bei der ersten Überarbeitung wurden hauptsächlich folgende Änderungen vorgenommen:

- Die Anforderungen an die Polyethylen(PE)-Qualität wurden aktualisiert;
- jegliche Bezugnahme auf FCKW wurde gestrichen, und es wurden alternative physikalische Treibmittel berücksichtigt.

Die zweite Ausgabe wurde 2003 durch die dritte Ausgabe ersetzt.

Bei der zweiten Überarbeitung wurden hauptsächlich folgende Änderungen vorgenommen:

- Der Titel wurde geändert in „Fernwärmerohre“;
- der Begriff „underground“ im Titel wurde durch „directly buried“ ersetzt, der in beiden Fällen als „erdverlegt“ übersetzt wird;
- die Erwähnung des Herstellungsverfahrens „gespritzt (gegossen)“ im Vorwort wurde gestrichen;
- die Verweisungen auf andere Normen wurden an die aktuellen Versionen angeglichen;
- es wurden Definitionen für die Begriffe „Charge“, „berechnete Dauerbetriebstemperatur (CCOT)“, „Kriechen“, „Schaumstoffdichte“, „Los“ und „thermische Lebensdauer“ aufgenommen;
- die Definitionen für die Begriffe „Gesamtrohdichte“, „Kernrohdichte“, „Dichte des PE-Rohmaterials“, „Hochdruckpolyethylen (HDPE)“, „gespritzte (gegossene) Verbundrohre“, „Schmelzindex MFR 190/5“ wurden gestrichen;
- der Begriff „Mantelrohr“ wurde geändert zu „Ummantelung“, um den Einsatz der direkt und kontinuierlich auf die Isolierung gespritzten PE-Ummantelung zuzulassen, und auch die Anforderungen und Prüfungen wurden dementsprechend geändert;
- die Anforderungen an die Stahlqualität und die Maße des Stahl-Mediumrohrs wurden so weit wie möglich geändert, um die Übereinstimmung mit den Europäischen Normen herzustellen. Dies schließt Verweise auf die neuen Europäischen Normen EN 10216-2, EN 10217-2 und EN 10217-5 ein;
- es wurden Anforderungen an die Grenzabweichungen des äußeren Durchmessers, D_s , an den Rohrenden des Stahl-Mediumrohrs eingeführt;
- es wurden Anforderungen an die Grenzabweichungen der tatsächlichen Wanddicke, T , des Stahl-Mediumrohrs eingeführt;
- es wurden Mediumrohr mit Nenn-Durchmessern von DN 700 bis einschließlich DN 1200 aufgenommen, und die Anforderungen wurden dementsprechend geändert;
- es wurden Anforderungen an Abnahmeprüfzeugnisse 3.1.B für Stahl-Mediumrohre aufgenommen;

- es wurden Anforderungen an die Rußverteilung im Ummantelungsmaterial und entsprechende Prüfverfahren eingeführt;
- die Bezugstemperatur für die Prüfung der Induktionszeit der Ummantelung wurde auf 210 °C geändert;
- der Nenn-Außendurchmesserbereich der Ummantelung wurde von 900 mm auf einschließlich 1 400 mm erweitert, und die Anforderungen wurden dementsprechend geändert;
- die Anforderung an die Mindestzeit bis zum Versagen der Ummantelung wurde für Prüfungen des mechanischen Langzeitverhaltens auf 2 000 h erhöht;
- die Anforderungen an die Zellstruktur von PUR-Hartschaumstoffdämmung wurden erweitert, und es wurde ein Prüfverfahren eingeführt;
- die Anforderungen an die „Kernrohddichte“ und die „Gesamtröhddichte“ wurden gestrichen und durch Anforderungen an die „Schaumstoffdichte“ ersetzt und das Prüfverfahren für die „Gesamtröhddichte“ ist entfallen;
- die „berechnete Dauerbetriebstemperatur (CCOT)“ wurde eingeführt. Dies schließt das Hinzufügen des normativen Anhangs C ein;
- die Anforderungen an die „Kriechfestigkeit“ wurden durch Anforderungen an das „Kriechverhalten“ ersetzt, und es wurde ein Verfahren zur Prüfung des Kriechverhaltens bei 140 °C eingeführt. Dies schließt das Hinzufügen des normativen Anhangs F ein;
- es wurden Anforderungen an die „Spannungsrisssbeständigkeit“ und eine „statische Kerbbelastungsprüfung“ aufgenommen;
- es wurden Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit zum Zeitpunkt der Lieferung aufgenommen;
- es wurden Anforderungen an die Kennzeichnung von Stahl-Mediumrohren aufgenommen;
- die früheren Anhänge C, D und E wurden in D, E bzw. G umbenannt;
- es wurde ein neues Prüfverfahren zur Prüfung der Wärmeleitfähigkeit werkmäßig gedämmter Rohre eingeführt und als Anhang G aufgenommen. Die entsprechenden Anforderungen wurden in 4.5.5 und 5.4.5 aufgenommen.

Die dritte Ausgabe wurde 200X durch die vierte Ausgabe ersetzt.

Bei der dritten Überarbeitung wurden hauptsächlich folgende Änderungen vorgenommen:

- Die folgenden durch EN 253:2003/A1:2005 vorgenommenen Änderungen an den Anforderungen von EN 253:2003 an die Ummantelung wurden in die Hauptnorm aufgenommen:
 - Der Begriff „Mantelrohr“ wurde so weit wie möglich in „Ummantelung“ geändert,
 - die Mindestwanddicken der Ummantelung wurden verringert,
 - die Beschreibung der Grenzabweichungen auf den Durchmesser und die Wanddicke der Ummantelung wurde geändert,
 - das Prüfverfahren für die Aufweitung der Ummantelung während des Verschäumens ist entfallen;

- die folgenden durch EN 253:2003/A2:2006 vorgenommenen Änderungen an den Anforderungen von EN 253:2003 an den Werkstoff des Stahl-Mediumrohrs wurden aufgenommen:
 - Die Materialspezifikation für Stahl-Mediumrohre wurde um P235TR1 nach EN 10217-1 erweitert, und es wurde ein Verfahren zur Berechnung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ von Neuware für den Einsatz bei Temperaturen von bis zu 140 °C aufgenommen;
- im Anwendungsbereich wird die Möglichkeit des Einbaus zusätzlicher Bauteile, wie z. B. von Messdrähten, Abstandhaltern und Diffusionsbarrieren, in das Verbund-Rohrsystem erwähnt;
- die Verweisungen auf andere Normen wurden an die aktuellen Versionen angeglichen;
- es wurden Definitionen für die Begriffe „künstliche Alterung“, „Diffusionssperrschicht“, „Schweißbarkeit“, „physikalisches Treibmittel“ und „Neuware“ aufgenommen;
- die Anforderungen an die Stahlqualität wurden durch die Hinzufügung einer Verweisung auf die Stahlsorte P235TR2 nach EN 10217-1 ergänzt;
- *(Dieser Sachverhalt betrifft Formteile nach EN 448 !!!!!)*
- es wurden Stahlrohre von DN 15 aufgenommen;
- die Anforderung an die Dichte der Polyethylenummantelung und das entsprechende Prüfverfahren sind entfallen;
- die Spezifikation von rußhaltigen Materialien, die dem Ummantelungsmaterial zugegeben werden, ist entfallen;
- die Anforderungen an die Schmelzfließrate des Ummantelungsmaterials wurden geändert;
- die Begrenzung des für die Herstellung der Ummantelung zulässigen Anteils an wieder aufgearbeitetem Material ist entfallen;
- die Anforderungen an die mechanischen Langzeiteigenschaften des Polyethylen-Rohmaterials und die entsprechenden Prüfverfahren sind entfallen;
- die Prüfung der Bruchdehnung des Ummantelungsmaterials wurde geändert und gilt nun nur noch für Ummantelungen, die ganz oder teilweise aus wieder aufgearbeitetem Material bestehen;
- die Durchmessergruppen der Ummantelungsabmessungen sind entfallen;
- die Anforderungen an die Zellstruktur des PUR-Schaumstoffs wurden geändert;
- die Anforderungen an die Schaumstoffdichte des PUR-Schaumstoffs wurden geändert;
- die Anforderung an die Wasseraufnahme des PUR-Schaumstoffs bei erhöhten Temperaturen ist entfallen;
- es wurde erwähnt, dass alle Anforderungen an das Verbund-Rohrsystem einschließlich der Diffusionsbarriere gelten, falls eine solche verwendet wird;
- die Anforderungen an die Scherfestigkeit des Verbund-Rohrsystems wurden zur Sicherstellung größerer Klarheit redaktionell überarbeitet;
- die Anforderung an die Wärmeleitfähigkeit (λ_{50}) wurde in 0,029 W/(m · K) geändert;
- es wurden Anforderungen an die Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand aufgenommen;

- die Anforderungen an das Kriechverhalten wurden in Anforderungen an die Langzeit-Kriechbeständigkeit und den Langzeit-Kriechmodul geändert, und das betreffende Prüfverfahren wurde dementsprechend geändert;
- durch Verweis auf EN 14419 wurden Anforderungen an Messdrähte für Überwachungssysteme aufgenommen;
- es wurde festgelegt, welche Prüfungen unter Einbeziehung der Diffusionsbarriere durchzuführen sind;
- die Bezeichnung der „statischen Kerbbelastungsprüfung“ wurde in „Prüfung der Spannungsrissbeständigkeit“ geändert;
- die Scherfestigkeitsprüfungen wurden zur Sicherstellung größerer Klarheit redaktionell überarbeitet;
- das Prüfverfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit (λ_{50}) wurde an die Anforderungen an die Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand und an die Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand angepasst;
- die Anforderung an die Kennzeichnung des Verbund-Rohrsystems wurde aufgenommen, um physikalische Treibmittel und Angaben zur Diffusionsbarriere einzubeziehen, falls eine solche verwendet wird;
- in Anhang D wurde die Bezeichnung „Qualitätsüberwachung durch den Hersteller“ in „Qualitätskontrolle des Herstellers“ geändert;
- die in Anhang D empfohlenen Prüfgegenstände und Prüfhäufigkeiten wurden an die oben aufgeführten Änderungen an Anforderungen und Prüfverfahren angepasst;
- der informative Anhang E *Änderung des Treibmittels und dessen Einfluss auf thermochemische und thermomechanische Eigenschaften des harten Polyurethanschaumstoffs (PUR)* wurde ist entfallen;
- der normative Anhang F wurde in Anhang E umbenannt und in einen informativen Anhang umgewandelt. Der Inhalt dieses Anhangs wurde entsprechend den in Abschnitt 5.4.7 vorgenommenen Ergänzungen zur Langzeit-Kriechfestigkeit und zum Langzeit-Kriechmodul bei 140 °C geändert;
- in Anhang F *Wärmeleitfähigkeit von werkmäßig gedämmten Rohren – Prüfverfahren* wurde die Anforderung an die Verfahren zur Angabe des Wärmeverlustes durch die Endkappen geändert;
- in Anhang G *Nationale A-Abweichungen* wurden die Abweichungen der schwedischen nationalen Gesetzgebung zu Stahl-Mediumrohren geändert.

Literaturhinweise

- [1] *“A method for analysing the gas phase in polyurethane foam”* von O. Ramnäs und M. Svanström. JOURNAL OF CELLULAR PLASTICS, Bd. 31, Juli 1995.
- [2] EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (ISO 9001:2000)*.
- [3] *Statute Book of the Swedish Work Environment Authority AFS 2005:2*.