

DIN EN 253

ICS 23.040.07; 23.040.10

Einsprüche bis 2018-06-13
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 253:2015-12

Entwurf

**Fernwärmerohre –
Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte
Fernwärmenetze –
Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl-Mediumrohr,
Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 253:2018**

District heating pipes –
Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks –
Factory made pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene;
German and English version prEN 253:2018

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;
Version allemande et anglaise prEN 253:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-04-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 93 Seiten

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



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 253:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme und Fernkälte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DS (Dänemark) gehalten wird.

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 253:2015-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Anwendungsbereich wurde der neuen Struktur der Normen des CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohre für Fernwärme und Fernkälte“ angepasst;
- b) Begriffe in Abschnitt 3 wurden in die E DIN EN 17248:2018 verschoben;
- c) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

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 — Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks — Factory made pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Anforderungen	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Stahlmediumrohr	9
4.2.1 Spezifikation	9
4.2.2 Durchmesser	9
4.2.3 Wanddicke	9
4.2.4 Oberflächenbeschaffenheit	10
4.3 Ummantelung	11
4.3.1 Materialeigenschaften	11
4.3.2 Eigenschaften der Ummantelung	12
4.4 Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR)	13
4.4.1 Zusammensetzung	13
4.4.2 Zellstruktur	13
4.4.3 Druckfestigkeit	14
4.4.4 Schaumstoffdichte	14
4.4.5 Wasseraufnahme bei erhöhter Temperatur	14
4.5 Verbund-Rohrsystem	14
4.5.1 Allgemeines	14
4.5.2 Wärmedämmserie	14
4.5.3 Rohrenden ohne Wärmedämmung	15
4.5.4 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung	16
4.5.5 Koaxialitätsabweichung	16
4.5.6 Erwartete thermische Lebensdauer und Langzeit-Temperaturbeständigkeit	17
4.5.7 Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand	18
4.5.8 Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand	18
4.5.9 Stoßfestigkeit	18
4.5.10 Oberflächenbeschaffenheit bei Lieferung	18
4.5.11 Messdrähte für Überwachungssysteme	18
4.5.12 Lineare Wasserdichtheit	18
5 Prüfverfahren	18
5.1 Allgemeine Bedingungen und Probekörper	18
5.1.1 Allgemeine Bedingungen	18
5.1.2 Probekörper	18
5.2 Ummantelung	19
5.2.1 Erscheinungsbild und Oberflächenbeschaffenheit	19
5.2.2 Bruchdehnung	19
5.2.3 Rußverteilung, Homogenität	21
5.2.4 Prüfung der Spannungsrissbeständigkeit	21
5.3 Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR)	21
5.3.1 Zusammensetzung	21

5.3.2	Zellstruktur	21
5.3.3	Druckfestigkeit.....	22
5.3.4	Schaumstoffdichte.....	23
5.3.5	Wasseraufnahme	23
5.4	Verbund-Rohrsystem.....	24
5.4.1	Axiale Scherfestigkeit	24
5.4.2	Scherfestigkeit des gealterten Verbund-Rohrsystems	25
5.4.3	Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand	26
5.4.4	Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand.....	26
5.4.5	Stoßfestigkeit.....	27
5.4.6	Lineare Wasserdichtheit.....	27
6	Kennzeichnung.....	29
6.1	Allgemeines	29
6.2	Stahlmediumrohr	29
6.3	Ummantelung	30
6.4	Verbund-Rohrsystem.....	30
Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen den tatsächlichen Dauerbetriebsbedingungen und den Prüfbedingungen bei der beschleunigten Alterung.....		31
A.1	Allgemeines	31
A.2	Plateau in der Scherfestigkeit: Einfluss thermischer Belastung.....	31
A.3	Weiterer Rückgang in der Scherfestigkeit vom Plateauniveau aus.....	32
A.4	Bestimmung der Arrhenius-Aktivierungsenergie an einem künstlichen V.....	32
A.5	Beschleunigtes Eindringen von Sauerstoff an realem Verbund-Rohrsystem in Heißluftschacht.....	33
Anhang B (informativ) Überwachungs- und Prüfrichtlinien.....		35
B.1	Allgemeines	35
B.2	Typprüfung des Herstellers.....	35
B.3	Qualitätskontrolle des Herstellers.....	35
B.4	Außerbetriebliche Prüfung.....	35
B.5	Verantwortung des Herstellers.....	35
Anhang C (normativ) Überwachungs- und Prüfleitlinien.....		40
C.1	Anwendungsbereich.....	40
C.2	Anforderungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 5).....	40
C.2.1	Probekörper (EN ISO 8497:1996, 5.1)	40
C.2.2	Betriebstemperatur (EN ISO 8497:1996, 5.2).....	40
C.2.3	Prüfgerätearten (EN ISO 8497:1996, 5.5).....	40
C.3	Prüfgeräte (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 7).....	40
C.3.1	Prüfgerät mit Schutzzyklindern an den Enden des Prüfrohrs	40
C.3.2	Prüfgerät mit kalibrierten Rohrenden.....	41
C.3.3	Maße (EN ISO 8497:1996, 7.2)	41
C.3.4	Oberflächentemperatur des Heizrohrs	41
C.4	Probekörper (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 8)	41
C.4.1	Vorbehandlung (EN ISO 8497:1996, 8.4).....	41
C.4.2	Bestimmung der Maße (EN ISO 8497:1996, 8.5)	41
C.4.3	Messung der Oberflächentemperatur.....	41
C.4.4	Anordnung der Thermoelemente (EN ISO 8497:1996, 8.6).....	41
C.5	Durchführung (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 9).....	41
C.5.1	Prüflänge (EN ISO 8497:1996, 9.1.1).....	41
C.5.2	Durchmesser (EN ISO 8497:1996, 8.5)	42
C.5.3	Dicke der Ummantelung	42
C.5.4	Anforderungen an die Umgebung (EN ISO 8497:1996, 9.2)	42
C.5.5	Temperatur des Prüfrohrs (EN ISO 8497:1996, 9.3)	42
C.5.6	Energieversorgung (EN ISO 8497:1996, 7.9).....	42
C.5.7	Axialer Wärmeverlust	42

C.5.8	Prüfdauer und Stabilität (EN ISO 8497:1996, 9.5.3).....	42
C.6	Berechnungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 11).....	42
C.6.1	Wärmeleitfähigkeit (EN ISO 8497:1996, 3.5).....	42
C.7	Symbole und Einheiten (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 4).....	43
Anhang D (informativ) Abfallbehandlung und Recycling.....		45
Literaturhinweise.....		46

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 253:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme und Fernkälte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 253:2009+A2:2015 ersetzen.

Einleitung

Diese Spezifikation ist Teil der Normenreihe für Rohrsysteme für Fernwärme, bei denen die Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR) zum Verbund des Mediumrohrs und der Polyethylen-Ummantelung (PE) eingesetzt wird.

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

- EN 448, Fernwärmerohre — Verbund-Rohrsysteme mit einem Mediumrohr für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Werkmäßig hergestellte Formstücke, bestehend aus Stahl-Mediumrohren, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen;
- EN 488, Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Vorgeädmmte Absperrarmaturen für Stahlmediumrohre mit Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen;
- prEN 489-1:2017, Fernwärmerohre — Einzel- und Doppelrohr-Verbundsysteme für erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze — Mantelrohrverbindungen und Wärmedämmung für Heißwasser-Fernwärmenetze nach EN 13941-1;
- prEN 13941-1:2016, Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze — Teil 1: Auslegung;
- prEN 13941-2:2016, Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze — Teil 2: Installation;
- EN 14419, Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze — Überwachungssysteme;
- EN 15698-1, Fernwärmerohre — Verbundmanteldoppelrohre für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Teil 1: Werkmäßig hergestelltes Verbund-Doppelrohrsystem, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und einem Mantel aus Polyethylen;
- EN 15698-2, Fernwärmerohre — Verbundmanteldoppelrohre für direkt erdverlegte Fernwärmenetze — Teil 2: Werkmäßig hergestelltes Verbundformstück und vorgeädmmte Absperrarmatur, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und einem Mantel aus Polyethylen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen und Prüfverfahren fest für gerade Abschnitte von werkmäßig gedämmten Einrohrsystemen für Fernwärmenetzwerke in Übereinstimmung mit prEN 13941-1:2016, die aus einem Stahlmediumrohr, einer Polyurethan-Hartschaumstoffdämmung und einem Polyethylenmantel bestehen.

Das Verbund-Rohrsystem darf darüber hinaus folgende Bauteile umfassen: Messdrähte, Abstandshalter und Diffusionsbarrieren.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 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 10217-2, *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*

prEN 13941-1:2016, *Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze — Teil 1: Auslegung*

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

prEN 17248:2018, *Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme und Fernkälte — Begriffe*

EN ISO 845, *Schaumstoffe aus Kautschuk und Kunststoffen — Bestimmung der Rohdichte (ISO 845)*

EN ISO 1133 (alle Teile), *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten (ISO 1133)*

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

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

EN ISO 4590, *Harte Schaumstoffe — Bestimmung des Volumenanteils offener und geschlossener Zellen (ISO 4590)*

EN ISO 6259-1, *Rohre aus Thermoplasten — Bestimmung der Eigenschaften im Zugversuch — Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren (ISO 6259-1)*

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

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

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

EN ISO 11357-6, *Kunststoffe — Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC) — Teil 6: Bestimmung der Oxidations-Induktionszeit (isothermische OIT) und Oxidations-Induktionstemperatur (dynamische OIT) (ISO 11357-6)*

EN ISO 12162, *Thermoplastische Werkstoffe für Rohre und Formstücke für Anwendungen unter Druck — Klassifizierung, Werkstoffkennzeichnung und Gesamtbetriebs-(berechnungs-)Koeffizient (ISO 12162)*

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

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

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

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

ISO 11414:2009, *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 pieces from a butt-fused joint*

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

ISO 18553, *Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN 17248:2018.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

Falls nichts anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen für jede einzelne Messung.

Für Informationen zu geeigneten Richtlinien für die Abnahmeprüfung von werkmäßig hergestellten Rohren, siehe Anhang C.

4.2 Stahlmediumrohr

4.2.1 Spezifikation

Stahlsorten sind in prEN 13941-1:2016 festgelegt.

Alle Stahlrohre und Komponenten, die für die Herstellung von Verbund-Rohrsystemen im Rahmen dieser Norm verwendet werden, müssen dem Hersteller mindestens mit einem Prüfzertifikat 3.1 nach EN 10204 geliefert werden. Das Prüfzertifikat muss auf Anforderung an den Kunden weitergegeben werden.

Sofern der Kunde, der die Verbund-Rohrsysteme bestellt, ein werkstoffbezogenes Prüfzertifikat 3.1 nach EN 10204 wünscht, muss er dies dem Hersteller der Verbund-Rohrsysteme bei Auftragserteilung mitteilen.

ANMERKUNG Spätere Anfragen zur Erstellung solcher Abnahmeprüfzeugnisse kann der Hersteller möglicherweise nicht mehr berücksichtigen, da die Zuordnung der Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 für Rohre und Teile von Rohren vor Produktionsbeginn organisiert werden muss.

Eine Rohrlänge darf keine Rundschweißnaht enthalten.

4.2.2 Durchmesser

Der Durchmesser muss Tabelle 1 entsprechen, die von EN 10220 abgeleitet ist.

Die Toleranzen des äußeren Durchmessers, D_s , an den Enden des Stahlmediumrohrs müssen EN 10216-2, EN 10217-2 oder EN 10217-5 entsprechen. Messungen des Durchmessers müssen unter Verwendung eines umlaufenden Bandes erfolgen. Der Durchmesser ist als tatsächlicher Umfang geteilt durch π zu berechnen. Bei Außendurchmessern von D_s , 168,3 und weniger, darf die Messung unter Verwendung eines Messschiebers durchgeführt werden.

Die Ovalität ist in Übereinstimmung mit EN 10216-2, EN 10217-2 oder EN 10217-5 zu bestimmen.

4.2.3 Wanddicke

Die Wanddicken t und die Massen müssen EN 10220 entsprechen, wobei die in Tabelle 1 angegebenen Mindestwerte nicht unterschritten werden dürfen.

Tabelle 1 — Maße des Stahlmediumrohrs

Nenn Durchmesser DN	Außendurchmesser d_s mm	Wanddicke t 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	2,9
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

4.2.4 Oberflächenbeschaffenheit

Das folgende Verfahren muss angewendet werden, um den vorschriftsmäßigen Verbund zwischen dem Stahlmediumrohr und der Wärmedämmung sicherzustellen:

Vor dem thermischen Dämmen 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 entsprechen; Lochfraß darf nicht vorhanden sein.

4.3 Ummantelung

4.3.1 Materialeigenschaften

4.3.1.1 Materialzusammensetzung

Der Ummantelungswerkstoff muss schwarz gefärbtes neues oder aufgearbeitetes PE sein, dem nur die Antioxidantien, UV-Stabilisatoren und Ruß zugegeben wurden, die für die Herstellung und die Verwendung der Rohre erforderlich sind. Der zu extrudierende schwarze PE-Werkstoff muss in Übereinstimmung mit EN ISO 12162 mindestens als PE-80-Werkstoff klassifiziert werden.

ANMERKUNG Der erforderliche Gehalt an Ruß gewährleistet die UV-Stabilität für die Nutzungsdauer.

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

Der Ummantelungswerkstoff muss schwarz gefärbtes neues oder aufgearbeitetes PE sein, dem nur die Antioxidantien, UV-Stabilisatoren und Ruß zugegeben wurden, die für die Herstellung und die Verwendung der Verbund-Rohrsysteme nach dieser Spezifikation erforderlich sind. Der zu extrudierende schwarze PE-Werkstoff muss nach EN ISO 9080 geprüft und in Übereinstimmung mit EN ISO 12162 mindestens als PE-80-Werkstoff klassifiziert werden.

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:

Rußagglomerate und -partikel müssen dem Grad ≤ 3 entsprechen

Die Bewertung des Erscheinungsbildes darf nicht schlechter als A1, A2 oder A3 in ISO 6964 sein.

4.3.1.2 Schmelzfließrate

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

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

Ummantelungen aus PE-Werkstoffen, deren MFR außerhalb dieses Bereichs von 0,5 g/10 min liegen, können unter der Voraussetzung schmelzgeschweißt werden, dass der Rohrhersteller die Schweißkompatibilität durch Erstellung einer Schmelzschweißnaht nach den in ISO 11414:2009, Anhang A festgelegten Parametern nachgewiesen hat. Als Anforderung an die Schweißkompatibilität gilt, dass die Prüfung nach ISO 13953 bei 23 °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 ISO 11357-6 bei 210 °C mindestens 20 min betragen.

4.3.1.4 Verwendung von aufgearbeitetem Material

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

4.3.2 Eigenschaften der Ummantelung

4.3.2.1 Nenn-Außendurchmesser

Der Nenn-Außendurchmesser der Ummantelung sollte aus Tabelle 2 ausgewählt werden.

Der tatsächliche Außendurchmesser ist nach EN ISO 3126 zu messen.

4.3.2.2 Wanddicke

Die Wanddicke einer einzelnen PE-Ummantelung muss Tabelle 2 entsprechen.

Die tatsächliche Wanddicke ist nach EN ISO 3126 zu messen.

Tabelle 2 — Ummantelungsmaße

Nenn- Außendurchmesser D_c mm	Mindestwanddicke $e_{\min}$ 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, Ummantelungsenden

Die innere und die äußere Oberfläche der Ummantelung müssen sauber sein und dürfen keine Unebenheiten oder sonstigen Beschädigungen aufweisen, die ihre Funktionseigenschaften beeinträchtigen könnten (siehe 5.2.1).

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

ANMERKUNG Eine Oberflächenbehandlung zur Verbesserung der Scherfestigkeit zwischen dem PUR-Schaumstoff und der Ummantelung ist zulässig, vorausgesetzt, dass das so behandelte Verbund-Rohrsystem danach noch dieser Spezifikation entspricht.

4.3.2.4 Bruchdehnung

Die nach 5.2.2 bestimmte Bruchdehnung muss mindestens 350 % betragen.

4.3.2.5 Veränderungen nach Wärmebehandlung

Bei der Prüfung nach EN ISO 2505 darf keine Längenänderung um mehr als 3 % an irgendeiner Stelle der Ummantelung auftreten. Bei der Inaugenscheinnahme nach der Prüfung dürfen an der Ummantelung 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 Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff (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 Aufzeichnungen führen, welche die verwendeten Rohmaterialien, die angewendeten Mischungsverhältnisse und die durchgeführten Prüfungen dokumentieren.

Aus den Aufzeichnungen muss hervorgehen, dass der PUR-Hartschaumstoff aus der Verbundrohrherstellung die gleiche Zusammensetzung hat wie die für die Alterungsprüfung nach 5.4.2 verwendete Schaumstoffprobe und dass er die Anforderungen von 4.4 erfüllt.

4.4.2 Zellstruktur

4.4.2.1 Allgemeines Aussehen

Der PUR-Hartschaumstoff muss eine gleichmäßige und schlierenfreie Zellstruktur aufweisen.

4.4.2.2 Zellengröße

Die mittlere Zellengröße in radialer Richtung, die nach 5.3.2.1 zu bestimmen ist, muss weniger als 0,5 mm betragen.

4.4.2.3 Anteil der geschlossenen Zellen

Der nach 5.3.2.2 bestimmte Anteil der geschlossenen Zellen muss mindestens 88 % betragen.

4.4.2.4 Hohlräume und Blasen

Bei Bestimmung an den fünf Querschnitten nach 5.3.2.3 darf die durchschnittliche Fläche der Hohlräume und Blasen nicht größer als 5 % der Querschnittsfläche des PUR-Hartschaumstoffs sein. Kein Hohlraum darf größer als $\frac{2}{3}$ der Dicke der Wärmedämmung zwischen dem Stahlmediumrohr und der Ummantelung an der Stelle des Hohlraums sein.

4.4.3 Druckfestigkeit

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

4.4.4 Schaumstoffdichte

Die Dichte des Schaumstoffs muss bei einer Berechnung nach 5.3.4 an allen Stellen den unten genannten Kriterien entsprechen.

An beiden Rohrenden müssen jeweils alle drei Probekörper eine Dichte von mindestens 55 kg/m³ haben.

4.4.5 Wasseraufnahme bei erhöhter Temperatur

Bei Prüfung nach 5.3.5 darf die Wasseraufnahme nach einer Eintauchdauer von 90 min in siedendes Wasser 10 % des Anfangsvolumens nicht überschreiten. Das Volumen eines jeden Probekörpers darf nach der Prüfung nicht geringer als 75 % des ursprünglichen Volumens sein.

4.5 Verbund-Rohrsystem

4.5.1 Allgemeines

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

4.5.2 Wärmedämmserie

Tabelle 3 liefert die Angaben zum Nenndurchmesser der Durchmesser von Mediumrohren und Ummantelungen für Wärmedämmserien.

Tabelle 3 — Wärmedämmserie

 Nenndurchmesser der Mediumrohre	 Ummantelungsdurch- messer, Wärmedämmserie 1	 Ummantelungsdurch- messer, Wärmedämmserie 2	 Ummantelungsdurch- messer, Wärmedämmserie 3
DN ^{a)}	D _C ^{b)} mm	D _C ^{b)} mm	D _C ^{b)} mm
20	90	110	125
25	90	110	125
32	110	125	140
40	110	125	140
50	125	140	160
65	140	160	180
80	160	180	200
100	200	225	250
125	225	250	280
150	250	280	315
200	315	355	400
250	400	450	500
300	450	500	560
350	500	560	630
400	560	630	710
450	630	710	800
500	710	800	900
600	800	900	1 000
700	900	1 000	1 100
800	1 000	1 100	1 200
900	1 100	1 200	
1 000	1 200		
1 200	1 400		
^a Maße siehe Tabelle 1.			
^b Maße siehe Tabelle 2.			

4.5.3 Rohrenden ohne Wärmedämmung

Beide Enden des Mediumrohrs müssen frei von Dämmmaterial sein. Der Hersteller muss einen Wert für die Länge dieser freien Enden zwischen 150 mm und 250 mm angeben. Die Toleranz des deklarierten Wertes innerhalb dieses Bereichs muss ± 10 mm betragen.

Die Mediumrohrenden müssen für die Schweißung nach ISO 6761 vorbereitet sein.

4.5.4 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung

Der Außendurchmesser der Ummantelung muss an jedem Punkt zwischen den in Tabelle 4 angegebenen Mindest-Außendurchmessern $D_{\min}$ und dem größten Außendurchmessern $D_{\max}$ liegen. Die Mindestwanddicke $e_{\min}$ der Ummantelung muss an jedem Punkt den Werten von Tabelle 4 entsprechen. Die für den Außendurchmesser und die Wanddicke gemessenen Werte sind auf das nächsthöhere Vielfache von 0,1 mm aufzurunden.

Tabelle 4 — Maße der Ummantelung des Verbund-Rohrsystems

Nenn- Außendurch- messer D_c mm	Mindestaußen- durchmesser $D_{\min}$ mm	Maximaler Außendurch- messer $D_{\max}$ mm	Mindestwand- dicke $e_{\min}$ 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

4.5.5 Koaxialitätsabweichung

Der Abstand zwischen den Mittellinien des Stahlmediumrohrs und der Ummantelung darf an keinem Punkt die in Tabelle 5 angegebenen Grenzwerte überschreiten.

Tabelle 5 — Koaxialitätsabweichung in Abhängigkeit vom Nenn-Außendurchmesser

Nenn-Außendurchmesser des PE-Rohrs mm	Maximale Koaxialitätsabweichung 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

4.5.6 Erwartete thermische Lebensdauer und Langzeit-Temperaturbeständigkeit

4.5.6.1 Allgemeine Bemerkungen

Der Rückgang in der Scherfestigkeit im Laufe der Zeit ist einer Kombination aus thermischer Belastung und oxidativen Prozessen geschuldet. Anhang A beschreibt den aktuellen Wissensstand zu diesem Thema.

Rohrsystem für Fernwärme müssen nach prEN 13941-1:2016 für eine Nutzungsdauer von mindestens 30 Jahren für den Dauerbetrieb mit Warmwasser bei unterschiedlichen Temperaturen von bis zu 120 °C und, in individuellen Zeitintervallen, mit einer Spitzentemperatur von bis zu 140 °C konstruiert sein. Die Summe dieser individuellen Zeitintervalle darf im Durchschnitt 300 Stunden jährlich nicht überschreiten.

Die Schätzung der Nutzungsdauer bei Dauerbetriebstemperaturen unter 120 °C erfordert Annahmen zur Arrhenius-Aktivierungsenergie (Ea). Eine Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren wird in der Regel bei einer Dauerbetriebstemperatur von unter 115 °C erreicht.

Die Schätzung der Nutzungsdauer bei Dauerbetriebstemperaturen über 120 °C liegt außerhalb des Anwendungsbereichs von EN 253.

4.5.6.2 Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit muss die in Tabelle 6 angegebenen Mindestanforderungen erfüllen, und zwar sowohl im nicht gealterten als auch im gealterten Zustand.

Die Scherfestigkeit im nicht gealterten Zustand muss in axialer Richtung nach 5.4.1 geprüft werden. Die Scherfestigkeit im gealterten Zustand ist nach 5.4.2 zu prüfen.

Tabelle 6 — Scherfestigkeit

Prüftemperatur °C	Prüfabschnitt	τ_{ax} min. MPa
23 ± 2	5.4.1.4	0,12
140 ± 2	5.4.1.5	0,08

Bei der Prüftemperatur von (23 ± 2) °C muss die Scherfestigkeit im gealterten Zustand mindestens 45 % der Scherfestigkeit im nicht gealterten Zustand betragen.

4.5.7 Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand

Bei der Prüfung nach 5.4.3 darf die Wärmeleitfähigkeit (λ_{50}) nicht höher als $0,029 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$ sein. Die Wärmeleitfähigkeit ist zusammen mit der Schaumstoffdichte, der Zellengröße, der Druckfestigkeit und der Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung anzugeben.

4.5.8 Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand

Nach Alterung nach 5.4.4 muss die Prüfung nach 5.4.3 durchgeführt werden. Die Wärmeleitfähigkeit im künstlich gealterten Zustand ist zusammen mit der Schaumstoffdichte, der Zellengröße, der Druckfestigkeit und der Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung anzugeben.

4.5.9 Stoßfestigkeit

Nach der Prüfung nach 5.4.5 darf die Ummantelung keine sichtbaren Risse aufweisen.

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.

4.5.12 Lineare Wasserdichtheit

Bei der Prüfung nach 5.4.6 darf es nach 168 h zu keinem Wasserleck an der Unterseite des Rohres kommen.

5 Prüfverfahren

5.1 Allgemeine Bedingungen und Probekörper

5.1.1 Allgemeine Bedingungen

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

5.1.2 Probekörper

5.1.2.1 Probekörper dürfen der Ummantelung erst entnommen werden, nachdem diese mindestens 16 h bei einer Temperatur von $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ gelagert wurde, oder sie dürfen vom PUR-Schaumstoff und Verbund-Rohrsystem erst entnommen werden, wenn diese mindestens 72 h bei einer Temperatur von $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ gelagert wurden. Abweichungen von den genannten Zeiträumen, z. B. für Qualitätskontrollen, sind zulässig. In Streitfällen müssen jedoch die geforderten Zeitspannen eingehalten werden.

5.1.2.2 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. 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 Schaumstoffende entnommen wurden, heranzuziehen.

5.1.2.3 Probekörper zur Bestimmung der Schaumstoffeigenschaften, Hohlräume und Blasen ausgenommen, müssen an einer Stelle an jedem Ende des Verbund-Rohrsystems entnommen werden. Von den Stellen, die zur Entnahme von Probekörpern zur Bestimmung der Zellstruktur (4.4.2), der Druckfestigkeit (4.4.3), der Schaumstoffdichte (4.4.4) und der Wasseraufnahme (4.4.5) vorgesehen sind, müssen gleichmäßig über den Umfang verteilt 3 Probekörper entnommen werden.

5.1.2.4 Bei der Entnahme von Probekörpern aus dem Schaumstoff zur Bestimmung der Zellstruktur (4.4.2), der Druckfestigkeit (4.4.3), der Schaumstoffdichte (4.4.4) und der Wasseraufnahme (4.4.5) darf der Schaumstoff, der nahe der Mediumrohr sowie der Ummantelungsoberfläche liegt, nicht berücksichtigt werden; es ist ein Abstand von mindestens 5 mm bzw. 3 mm einzuhalten.

5.1.2.5 Der Außendurchmesser der Probe muss auf $\pm 0,1$ mm gemessen werden.

5.1.2.6 Bei Probekörpern, die aus der Ummantelung entnommen werden, um die Ummantelungseigenschaften zu bestimmen, können alle Unregelmäßigkeiten, die das Prüfergebnis beeinflussen können, darunter Diffusionsbarrieren, Kratzer, Schweißnähte oder Schaumrückstände vom Probekörper durch Schneiden oder maschinelle Bearbeitung entfernt werden.

Wenn Schneiden oder die maschinelle Bearbeitung an Mehrschichtverbund-Ummantelungen nicht möglich ist, ist die Erstellung einer einschichtigen Ummantelung ohne zusätzliche Schichten zulässig. Hierfür ist dasselbe PE-Rohmaterial und dieselben Verarbeitungsparameter wie für die Mehrschichtverbund-Ummantelungen zu verwenden.

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 Probestäbe müssen entsprechend Bild 1, Typ A gestanzte oder maschinell gefertigte werden. Falls eine Diffusionsbarriere vorhanden ist, muss der Probestab durch Schneiden oder maschinelle Bearbeitung von dieser befreit werden.

Die Probestäbe dürfen in der Längsrichtung oder der Umfangsrichtung und müssen 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 7 entsprechen.

Tabelle 7 — Anzahl der Probestäbe in Abhängigkeit vom Nenndurchmesser

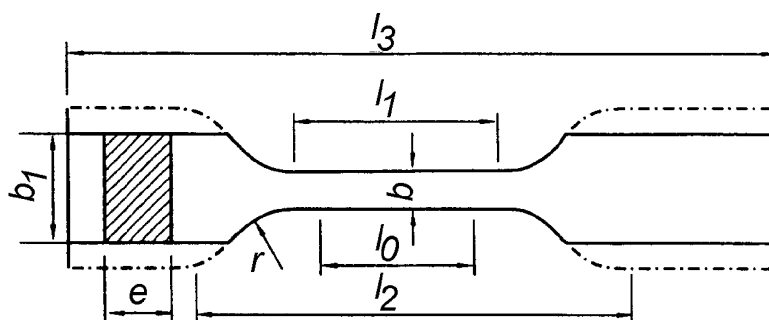
Nenn-Außendurchmesser des PE-Rohrs mm	Anzahl der Probestäbe
75 bis 250	5
280 bis 400	7
450 bis 630	10
710 bis 1 400	12

Mit einem Tinten- oder Wachsstift müssen zwei Bezugslinien in gleichen Abständen von den Enden der kalibrierten Länge des Probestabes gezogen werden. Siehe Bild 1.

Die Prüftemperatur, auf die die Probestäbe vor der Prüfung mindestens 2 h zu klimatisieren sind, muss $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ betragen.

Mithilfe einer geeigneten Zugprüfmaschine sind die Probekörper mit einer Geschwindigkeit von $(100 \pm 10) \text{ mm/min}$ bis zum Bruch zu dehnen.

Nach der Prüfung ist der Abstand zwischen den Bezugslinien zu messen und die Bruchdehnung ist nach EN ISO 6259-1 zu berechnen.



Symbol	Beschreibung	Maße 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 ist nach ISO 18553 zu bestimmen.

Agglomerate und Partikel müssen nach ISO 18553 bewertet werden.

Die Verteilung muss in Übereinstimmung mit ISO 18553 bestimmt werden.

5.2.4 Prüfung der Spannungsrisssbeständigkeit

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

Der Probekörper muss an demselben Ummantelungsquerschnitt herausgeschnitten werden. Sie sind in der Achsenrichtung des Rohrs auszuschneiden.

Der Probekörper darf hantelförmig wie der in Bild 1 dargestellte Typ B sein, er kann aber auch mit parallelen Seiten und einer Breite von 10 mm ausgeschnitten werden. Die Dicke muss der Ummantelungsdicke entsprechen. Der Probekörper darf entweder durch Fräsen, Schneiden oder Ausstanzen hergestellt werden.

Die Länge des Probekörpers muss ausreichen, um zwischen den Klemmen das Vierfache der Wanddicke zu haben.

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

Aufgrund der Ummantelungsrundung darf die eingearbeitete Kerbe eine ungleichmäßige Tiefe um die den Probekörper aufweisen, die Tiefe der Kerbe und ihre Position müssen jedoch so gewählt werden, dass kein Teil des Probenkörperquerschnitts ungekerbt bleibt.

Wenn die Wanddicke weniger als 6 mm beträgt, darf der Probekörper nur von der Breite des Probekörpers (2NCT) gekerbt werden.

Die Anzahl der Probekörper muss vier sein.

Die Prüflösung muss Wasser mit einem Gehalt an Tensiden von 2,0 % 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 4,0 N/mm² betragen.

5.3 Wärmedämmung aus Polyurethan-Hartschaumstoff (PUR)

5.3.1 Zusammensetzung

Der MDI-Index ist auf der Grundlage der Produktionsdaten des Herstellers zu berechnen und aufzuzeichnen.

5.3.2 Zellstruktur

5.3.2.1 Zellengröße

Die Probekörper müssen nach 5.1.2 entnommen werden.

Die Zellengröße ist über eine in radialer Richtung gemessene Länge von 10 mm zu bestimmen, wobei der Mittelpunkt der angewendeten Dämmung genau in der Mitte der Messlänge von 10 mm liegt.

Die Zellengröße muss der Quotient aus Prüflänge und Anzahl der Zellen, die entlang der radialen Linie über die ausgewählte Prüflänge gezählt werden, sein.

Das Prüfergebnis muss an jeder Stelle als Durchschnittswert aus Messungen an 3 Probekörpern bestimmt werden.

5.3.2.2 Anteil der geschlossenen Zellen

Die Probekörper müssen nach 5.1.2 entnommen werden.

Das Verhältnis der offenen zu den geschlossenen Zellen ist nach EN ISO 4590 (Verfahren 1) zu bestimmen.

Abweichend von dem in EN ISO 4590 beschriebenen Verfahren muss der Probekörper ein Würfel mit einer Kantenlänge von 25 mm sein. Falls kein Würfel dieser Größe aus dem Dämmstoff ausgeschnitten werden kann, muss der Probekörper Maße haben von $25\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times t$, wobei t dem größtmöglichen Dickenmaß in Radialrichtung entspricht.

Das Prüfergebnis muss an jeder Stelle als Durchschnittswert aus Messungen an 3 Probekörpern bestimmt werden.

5.3.2.3 Hohlräume und Blasen

Hohlräume und Blasen müssen an Querschnitten des Dämmstoffs bestimmt werden.

Mindestens 1,5 m vom Schaumstoffende entfernt müssen auf einer Länge von 400 mm 5 Schnitte im Abstand von jeweils 100 mm durch die Ummantelung und den Dämmstoff vorgenommen werden.

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

Alle Hohlräume, die in beliebiger Richtung größer als 6 mm sind, sind in zwei senkrecht zueinander liegenden Richtungen zu messen, und das Produkt dieser beiden Messungen ist als die Hohlraumfläche zu definieren.

Hohlräume, die kleiner als 6 mm sind, bleiben unberücksichtigt.

Das Prüfergebnis muss als Prozentsatz der Gesamtfläche an Blasen, im Verhältnis zur Summe der fünf untersuchten Querschnittsflächen des Dämmstoffs ausgedrückt sein.

5.3.3 Druckfestigkeit

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

Die Probekörper müssen nach 5.1.2 entnommen werden.

Die Probekörper müssen Maße von $30\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times t$ oder eine zylindrische Form mit 30 mm Durchmesser und der Länge t haben, wobei t dem größtmöglichen Maß in Radialrichtung entspricht, aber nicht weniger als 10 mm und nicht mehr als 20 mm betragen darf.

Das Prüfergebnis muss an jeder Stelle als Durchschnittswert aus Messungen an 3 Probekörpern bestimmt werden.

Für die Qualitätskontrolle des Herstellers darf auch ein anderes geeignetes und korrelierendes Verfahren angewendet werden, das umfassend zu dokumentieren ist.

5.3.4 Schaumstoffdichte

Die Schaumstoffdichte ist nach EN ISO 845 zu messen.

Die Probekörper müssen nach 5.1.2 entnommen werden.

Die Probekörper müssen Maße von $30\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times t$ haben, wobei t dem größtmöglichen Dickenmaß entspricht, aber nicht mehr als 30 mm betragen darf. Alternativ dürfen zylindrische Probekörper verwendet werden, die eine Länge von 30 mm in axialer Richtung des Rohrs und einen Durchmesser d haben, wobei d dem größtmöglichen Durchmesser entspricht, aber nicht mehr als 30 mm betragen darf.

Das Prüfergebnis ist an jeder Stelle als ein Satz aus drei einzelnen Messungen zu bestimmen.

Für die Qualitätskontrolle des Herstellers kann auch ein anderes geeignetes und korrelierendes Verfahren angewendet werden, das umfassend zu dokumentieren ist.

5.3.5 Wasseraufnahme

Die Probekörper müssen Maße von $25\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times t$ haben, wobei t dem größtmöglichen Dickenmaß entspricht, aber nicht mehr als 25 mm betragen darf. Alternativ dürfen zylindrische Probekörper verwendet werden, die eine Länge von 35 mm in axialer Richtung des Rohrs und einen Durchmesser d haben, wobei d dem größtmöglichen Durchmesser entspricht, aber nicht mehr als 25 mm betragen darf.

Die Masse (m_0) des Probekörpers ist mit einer Genauigkeit von 0,01 g und das Volumen (V_0) ist mit einer Genauigkeit von 0,1 ml zu bestimmen. Der Probekörper ist 90 min in siedendes Wasser einzutauchen. Nach dieser Eintauchdauer ist er unverzüglich 1 h in Wasser einzutauchen, das eine Temperatur von $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ hat. Nach der Entnahme ist das Wasser auf der Oberfläche zu entfernen, indem alle Seiten des Probekörpers nacheinander 3 s bis 5 s auf saugfähigem Papier (z. B. Kleenex® Nr. 7101 oder ein ähnliches Produkt) zu legen sind. Die Masse (m_1) des Probekörpers ist mit einer Genauigkeit von 0,01 g und das Volumen (V_1) des Probekörpers ist mit einer Genauigkeit von 0,1 ml zu bestimmen.

Alle Probekörper müssen folgendes Kriterium erfüllen:

$$V_1 > 0,75 \times V_0$$

Die prozentuale Wasseraufnahme ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\frac{m_1 - m_0}{V_0 \times \rho} \times 100 \% \quad (1)$$

Dabei ist

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

m_1 die Masse des Probekörpers nach Ablauf der Prüfdauer, in g;

ρ die Dichte des Wassers, in g/ml;

V_0 das Anfangsvolumen des Probekörpers, in ml;

V_1 das Volumen des Probekörpers nach Ablauf der Prüfdauer, in ml.

Das Prüfergebnis muss an jeder Stelle als Durchschnittswert aus Messungen an 3 Probekörpern bestimmt werden.

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 2,5-fachen Dämmdicke entspricht, mindestens jedoch 200 mm beträgt. Der Probekörper ist so herauszuschneiden, dass beide Enden des Probekörpers senkrecht zur Rohrachse stehen.

5.4.1.2 Durchführung der Prüfung

Es ist eine axiale Kraft aufzubringen. 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). Falls die Achse senkrecht steht, muss das Gewicht des Stahlmediumrohrs berücksichtigt werden.

Als Prüfergebnis gilt der Durchschnittswert von 3 Messungen. Die 3 Probekörper für Messungen der axialen Scherfestigkeit werden an beiden Rohrenden (in einem Mindestabstand von 500 mm von jedem Rohrende) und in der Mitte des Verbund-Rohrsystems entnommen.

5.4.1.3 Berechnung der Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\tau_{ax} = \frac{F_{ax}}{L \times D_s \times \pi} \quad (2)$$

Dabei ist

τ_{ax} die axiale Scherfestigkeit, in MPa;

F_{ax} die axiale Kraft in N einschließlich des Gewichts des Stahlmediumrohrs für die vertikale Prüfung, siehe 5.4.1.2;

L die Länge des Probekörpers, in mm;

D_s der Außendurchmesser des Stahlmediumrohrs, in mm.

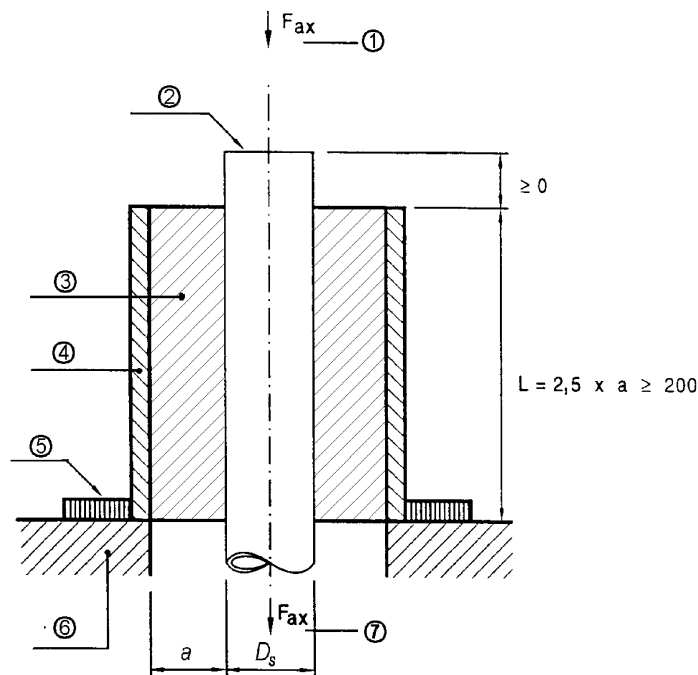
5.4.1.4 Axiale Scherfestigkeit bei 23 °C

Die Prüfung ist nach 5.4.1.1 bis 5.4.1.3 durchzuführen, wobei der gesamte Probekörper auf einer Temperatur von (23 ± 2) °C zu halten ist.

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 Stahlmediumrohr auf einer Temperatur von (140 ± 2) °C zu halten ist. Diese Temperatur muss innerhalb von 30 min erreicht und 30 min lang beibehalten werden, bevor die Kraft aufgebracht wird.

Maße in Millimeter



Legende

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | aufgebrachte Axialkraft | 5 | Führungsring |
| 2 | Stahlmediumrohr | 6 | Grundplatte der Prüfmaschine |
| 3 | Wärmedämmung aus PUR-Hartschaumstoff | 7 | alternativ aufgebrachte Axialkraft |
| 4 | Ummantelung | | |

Bild 2 — Prüfanordnung für die Bestimmung der axialen Scherfestigkeit

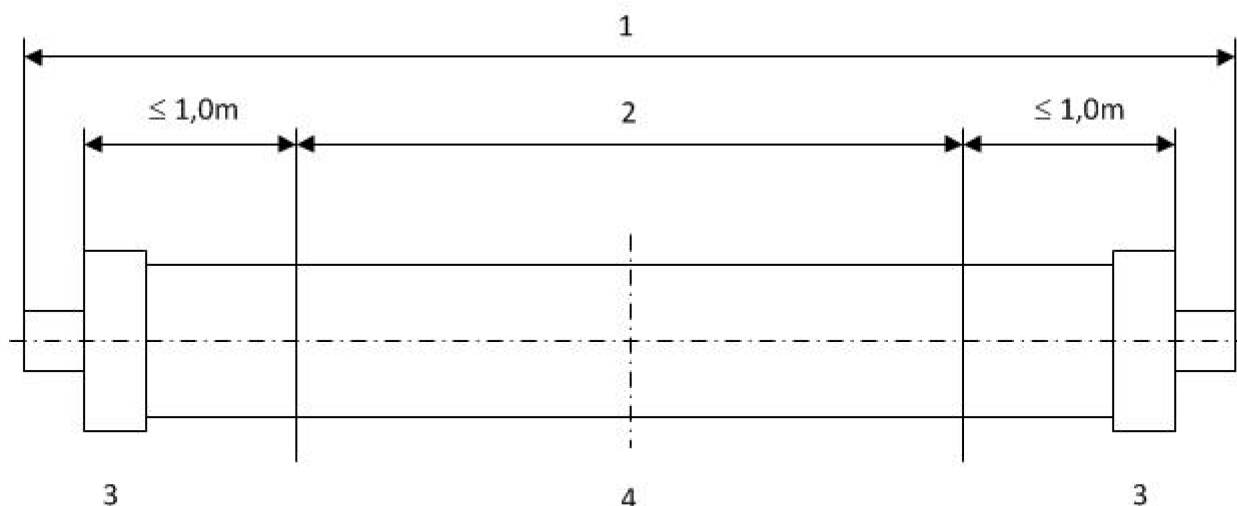
5.4.2 Scherfestigkeit des gealterten Verbund-Rohrsystems

5.4.2.1 Probekörper und Alterung

Die Prüfung ist an einem Stahlrohr DN50 mit einer Ummantelung von 140 mm (Wärmedämmserie 2 nach Tabelle 3) vorzunehmen. Der Rohrprobekörper mit einer Mindestlänge von 3,5 m einschließlich Rohrenden nach 4.5.3 muss aus der Mitte eines regulär hergestellten Verbund-Rohrsystems entnommen werden (siehe Bild 3). Vor der Alterung muss der Schaumstoff an den Enden mit geeigneten Mitteln abgedichtet werden, um das Eindringen von Luft zu verhindern. Dieser Rohrprobekörper ist zu altern, indem das Stahlmediumrohr für eine Dauer von 7 Tagen auf einer Temperatur von 170 °C gehalten wird, während die Ummantelung einer Temperatur von (23 ± 2) °C ausgesetzt ist.

Die Heizrate des Probekörpers darf bis zur Alterungstemperatur von 170 °C 30 °C/Stunde nicht überschreiten. Die Dauer für die Erhitzung des Probekörpers auf die Alterungstemperatur ist auf ein Maximum von 3 Tagen über 110 °C zu begrenzen.

Die Temperatur des Stahlmediumrohrs muss an mindestens 3 über die Länge des Rohres verteilten Punkten gemessen werden, an denen die Proben entnommen werden. Die mittlere Temperatur des Mediumrohrs ist während der Alterungsphase mit einer maximalen Zykluszeit von 10 Minuten während der Alterungsphase aufzuzeichnen und darf nicht um mehr als $\pm 1,0$ °C von der Alterungstemperatur von 170 °C abweichen.



Legende

- 1 mindestens 3,5 m Verbund-Rohrsystem-Probekörper
- 2 L: Rohrlänge für den Probekörper der Scherfestigkeitsprüfung
- 3 Luftabdichtung
- 4 Rohrmitte

Bild 3 — Rohrprobekörper für die Alterung

5.4.2.2 Durchführung der Prüfung

Nach der Abkühlung auf eine Temperatur von $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ sind die Probekörper nach 5.4.1 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.

5.4.3 Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand

Der Wärmeleitfähigkeit (λ_{50}) ist nach Anhang C zu messen.

Die Wärmeleitfähigkeit ist für eine Mediumrohrtemperatur von $(80 \pm 10)^\circ\text{C}$ zu bestimmen. Zur Typprüfung ist die Wärmeleitfähigkeit an Rohrproben (5 ± 1) Wochen nach der Herstellung zu bestimmen. Die Zellengröße, Dichte und die Druckfestigkeit sind nach 5.3 zu messen. Die Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung ist nach dem Chalmers-Verfahren [1] für die Analyse der Gasphase in PUR-Schaumstoffen zu messen.

5.4.4 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 $(90 \pm 1)^\circ\text{C}$ durchzuführen. Die Prüfung ist in Übereinstimmung mit 5.4.3 an einem Stahlrohr DN 50 mit einer Ummantelung von 125 mm (Wärmedämmserie 1, nach Tabelle 3) vorzunehmen. Das Labor muss mittels Analyse der Zusammensetzung des Gases in den Zellen der Wärmedämmung den Nachweis erbringen, dass die Abdichtung die Gasdiffusion wirksam verhindert. Ein Gefälle in der Zusammensetzung des Zellgases in axialer Richtung weist darauf hin, dass die Abdichtung unzureichend war.