

DIN EN 17415-1

ICS 23.040.99

Einsprüche bis 2019-09-19

Entwurf

**Fernkältesysteme –
Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernkältenetze –
Teil 1: Werkmäßig gedämmtes Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl
oder Plastik Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und einem
Außenmantel aus Polyethylen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17415-1:2019**

District cooling pipes –

Bonded single pipe systems for directly buried cold water networks –

Part 1: Factory made pipe assembly of steel or plastic service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene;

German and English version prEN 17415-1:2019

Tuyaux de refroidissement urbain –

Systèmes bloqués de tuyaux préisolés pour les réseaux d'eau froide enterées directement –

Partie 1: Tube de service en acier ou en matière plastique, isolation thermique en polyuréthane et protection en polyéthylène;

Version allemande et anglaise prEN 17415-1:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-07-19 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, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 104 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17415-1:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 107 „Werkmäßig gedämmte Mantelrohrsysteme für Fernwärme und Fernkälte“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DS (Dänemark) gehalten wird.

Das zuständige nationale Gremium 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 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Fernkältesysteme — Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernkältenetze — Teil 1: Werkmäßig gedämmtes Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl oder Plastik Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und einem Außenmantel aus Polyethylen

Tuyaux de refroidissement urbain — Systèmes bloqués de tuyaux préisolés pour les réseaux d'eau froide enterrés directement — Partie 1 : Tube de service en acier ou en matière plastique, isolation thermique en polyuréthane et protection en polyéthylène

District cooling pipes — Bonded single pipe systems for directly buried cold water networks — Part 1: Factory made pipe assembly of steel or plastic 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 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	9
4 Anforderungen	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Mediumrohre	11
4.2.1 Stahl-Mediumrohre	11
4.2.2 Kunststoff-Mediumrohre	14
4.3 Ummantelung	15
4.3.1 Werkstoffeigenschaften	15
4.3.2 Eigenschaften der Ummantelung	16
4.4 Polyurethan-Schaumstoffwärmedämmung (PUR)	17
4.4.1 Zusammensetzung	17
4.4.2 Zellstruktur	17
4.4.3 Druckfestigkeit	18
4.4.4 Schaumstoffdichte	18
4.4.5 Wasserabsorption bei erhöhter Temperatur	18
4.5 Rohrsystem	18
4.5.1 Allgemeines	18
4.5.2 Mediumrohrenden ohne Dämmung	18
4.5.3 Vorbereitung der Mediumrohrenden	18
4.5.4 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung	19
4.5.5 Dämmreihe – Stahl-Mediumrohre	20
4.5.6 Dämmreihe – Kunststoff-Mediumrohre	21
4.5.7 Koaxialitätsabweichung	22
4.5.8 Voraussichtliche Lebensdauer	22
4.5.9 Wärmeleitfähigkeit	23
4.5.10 Stoßfestigkeit	23
4.5.11 Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung	23
4.5.12 Oberflächenbeschaffenheit bei Auslieferung	23
4.5.13 Messdrähte für Überwachungssysteme	23
4.5.14 Lineare Wasserdichtheit	23
5 Prüfverfahren	23
5.1 Allgemeine Bedingungen und Prüfkörper	23
5.1.1 Allgemeine Bedingungen	23
5.1.2 Prüfkörper	24
5.2 Ummantelung	24
5.2.1 Aussehen und Oberflächenbeschaffenheit	24
5.2.2 Bruchdehnung	24
5.2.3 Rußdispersion, Homogenität	26
5.2.4 Prüfung der Spannungsrissbeständigkeit	26
5.3 Polyurethan-Schaumstoffwärmedämmung (PUR)	26
5.3.1 Zusammensetzung	26

5.3.2	Zellstruktur	26
5.3.3	Druckfestigkeit.....	27
5.3.4	Schaumstoffdichte.....	27
5.3.5	Wasserabsorption.....	28
5.4	Rohrsystem.....	28
5.4.1	Axiale Scherfestigkeit	28
5.4.2	Wärmeleitfähigkeit.....	30
5.4.3	Stoßfestigkeit.....	31
5.4.4	Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung.....	31
5.4.5	Lineare Wasserdichtheit.....	33
6	Kennzeichnung.....	36
6.1	Allgemeines	36
6.2	Mediumrohr	36
6.2.1	Stahl-Mediumrohr.....	36
6.2.2	Kunststoff-Mediumrohr	36
6.3	Ummantelung	36
6.4	Rohrsystem.....	36
Anhang A (informativ) Leitlinien für Inspektion und Prüfung.....		37
A.1	Allgemeines	37
A.2	Typprüfung des Herstellers.....	37
A.3	Qualitätskontrolle des Herstellers.....	37
A.4	Externe Inspektion.....	37
A.5	Verantwortung des Herstellers.....	37
Anhang B (normativ) Wärmeleitfähigkeit von werkmäßig hergestellten Rohrsystemen – Prüfverfahren		43
B.1	Allgemeines	43
B.2	Anforderungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 5).....	43
B.2.1	Prüfkörper (EN ISO 8497:1996, 5.1)	43
B.2.2	Betriebstemperatur (EN ISO 8497:1996, 5.2).....	43
B.2.3	Prüfeinrichtungstypen (EN ISO 8497:1996, 5.5)	43
B.3	Prüfeinrichtung (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 7)	43
B.3.1	Prüfeinrichtung mit geschützten Enden	43
B.3.2	Prüfeinrichtung mit kalibrierten Enden oder berechneten Enden	44
B.3.3	Maße (EN ISO 8497:1996, 7.2).....	44
B.3.4	Oberflächentemperatur des Heizungsrohres	44
B.4	Prüfkörper (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 8).....	44
B.4.1	Konditionierung (EN ISO 8497:1996, 8.4).....	44
B.4.2	Oberflächentemperaturmessung	44
B.4.3	Lage der Temperatursensoren (EN ISO 8497:1996, 8.6)	44
B.5	Verfahren (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 9).....	44
B.5.1	Prüflänge (EN ISO 8497:1996, 9.1.1)	44
B.5.2	Messung des Durchmessers (EN ISO 8497:1996, 8.5).....	44
B.5.3	Dicke der Ummantelung	45
B.5.4	Umgebungsanforderungen (EN ISO 8497:1996, 9.2)	45
B.5.5	Temperatur des Prüfrohrs (EN ISO 8497:1996, 9.3).....	45
B.5.6	Stromversorgung (EN ISO 8497:1996, 7.9).....	45
B.5.7	Axialer Wärmeverlust	45
B.5.8	Prüfdauer und Stabilität (EN ISO 8497:1996, 9.5.3).....	45
B.6	Berechnungen (EN ISO 8497:1996, Abschnitt 11).....	45
B.6.1	Wärmeleitfähigkeit (EN ISO 8497:1996, 3.5).....	45
B.7	Symbole und Einheiten (EN ISO 8497:1996 Abschnitt 4)	46
Anhang C (informativ) Radiales Verformungsverhalten des Polyurethan-Schaumstoffs (PUR).....		48
Anhang D (informativ) Abfallbehandlung und Recycling.....		49

Anhang E (informativ) Anwendung der Minerschen Regel.....	50
Literaturhinweise.....	53

Bilder

Bild 1 — Zugprüfstäbe	25
Bild 2 — Prüfanordnung für axiale Scherfestigkeit.....	30
Bild 3 — Prüfkörper und Lastanordnung.....	32
Bild 4 — Messanordnung für die radiale Verschiebung.....	33
Bild 5 — Prüfkörper für lineare Wasserdichtheit.....	34
Bild 6 — Prüfeinrichtung für lineare Wasserdichtheit	35
Bild B.1 — Symbole	46
Bild E.1 — Beispiele für Betriebstemperaturprofile	51

Tabellen

Tabelle 1 — Stahl-Mediumrohr-Spezifikation	11
Tabelle 2 — Maße von Stahl-Mediumrohren	13
Tabelle 3 — Erforderliche SDR-Verhältnisse für verschiedene Betriebsdrücke.....	14
Tabelle 4 — Maße der Ummantelung.....	16
Tabelle 5 — Maße der Ummantelung des Rohrsystems	19
Tabelle 6 — Dämmdicke des Rohrsystems – Stahl-Mediumrohre	20
Tabelle 7 — Dämmdicke des Rohrsystems – Kunststoff-Mediumrohre.....	21
Tabelle 8 — Koaxialitätsabweichung bezogen auf die Nenndurchmesser.....	22
Tabelle 9 — Scherfestigkeit für Stahl-Mediumrohre.....	22
Tabelle 10 — Scherfestigkeit für Kunststoff-Mediumrohre	22
Tabelle 11 — Anzahl der Prüfstreifen bezogen auf die Nenndurchmesser	25
Tabelle A.1 — Inspektion des Mediumrohrs	38
Tabelle A.2 — Inspektion der Polyethylen-Ummantelung.....	38
Tabelle A.3 — Inspektion der Wärmedämmung aus Polyurethanschaum (PUR)	40
Tabelle A.4 — Inspektion des Rohrsystems.....	41
Tabelle B.1 — Symbole und Einheiten.....	46
Tabelle E.1 — Beispiele für die Anwendung der Minerschen Regel	50
Tabelle E.2 — Anwendbare SDRs, Beispiel 1 (Nennbetriebstemperatur 20 °C)	51
Tabelle E.3 — Anwendbare SDRs, Beispiel 2 (Nennbetriebstemperatur 25 °C)	51
Tabelle E.4 — Anwendbare SDRs, Beispiel 3 (Nennbetriebstemperatur 30 °C)	52

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17415-1:2019) 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.

Einleitung

Werkmäßig gedämmte flexible Verbundrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernkühlungsnetze zählen zu den gängigen technischen Anwendungen. Um die Qualität einschließlich der produktbezogenen Lebensdauer, die Nutzungssicherheit, den sparsamen Energieverbrauch sicherzustellen und die Vergleichbarkeit auf dem Markt zu erleichtern, hat CEN/TC 107 beschlossen, Normen für diese Produkte festzulegen.

Dieses Dokument ist Teil einer Reihe von Normen, die mehrere Teile der prEN 17415, *Fernkältesysteme — Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernkältenetze*, bilden:

- *Teil 1: Werkmäßig gedämmtes Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl oder Plastik Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und einem Außenmantel aus Polyethylen* (dieses Dokument);
- *Teil 2: Werkmäßig gedämmte Verbundformstücke, bestehend aus Stahl- oder Kunststoff-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und einem Mantel aus Polyethylen*¹;
- *Teil 3: Werkmäßig gedämmte Absperrarmaturen für Stahl- oder Kunststoff-Mediumrohr mit Polyurethan-Wärmedämmung und einem Mantel aus Polyethylen*¹;
- *Teil 4: Mantelrohrverbindungen aus Polyurethan-Wärmedämmung und einem Mantel aus Polyethylen für Stahl- oder Kunststoff-Mediumrohre*¹;

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

- prEN 17414-1, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme — Teil 1: Klassifikation, allgemeine Anforderungen und Prüfung*;
- prEN 17414-2, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme — Teil 2: Verbundrohrsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff; Anforderungen und Prüfungen*;
- prEN 17414-3, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme — Teil 3: Nicht-Verbund-Rohrsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff; Anforderungen und Prüfungen*;
- prEN ZZZZZ-1, *Fernkühlungsrohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernkühlungsnetze — Teil 1: Auslegung*²;
- prEN ZZZZZ-2, *Fernkühlungsrohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernkühlungsnetze — Teil 2: Installation*²;
- prEN UUUUU, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte Verbundrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernkühlungsnetze — Überwachungssysteme*².

¹ In Erarbeitung.

² In Erarbeitung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen, Auslegung und Prüfverfahren für gerade Abschnitte von werkmäßig hergestellten wärmegeprägten Rohr-in-Rohr-Systemen für direkt erdverlegte Fernkühlungsverteilungssysteme fest, bestehend aus einem Mediumrohr von DN 15 bis DN 1 200, einer Polyurethan-Hartschaumstoffwärmedämmung und einem Mantel aus Polyethylen. Das Rohrsystem darf darüber hinaus die folgenden zusätzlichen Bauteile umfassen: Messdrähte, Abstandhalter und Diffusionsbarrieren.

Dieses Dokument gilt nur für gedämmte Rohrsysteme, für den Dauerbetrieb mit Wasser bei verschiedenen Temperaturen (1 bis 30) °C und einem Betriebsdruck von höchstens 25 bar.

Die Auslegung basiert auf einer erwarteten Lebensdauer von mindestens 50 Jahren bei Dauerbetrieb.

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 10216-1:2013, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei Raumtemperatur*

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

EN 10217-1:2019, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Elektrisch geschweißte und unterpulvergeschweißte 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 12201-2, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen — Polyethylen (PE) — Teil 2: Rohre*

EN 12201-5:2011, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen — Polyethylen (PE) — Teil 5: Gebrauchstauglichkeit des Systems*

prEN UUUUU, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte Verbundrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernkühlungsnetze — Überwachungssysteme*³

EN ISO 845, *Schaumstoffe aus Kautschuk und Kunststoffen — Bestimmung der Rohdichte (ISO 845:2006)*

³ In Erarbeitung (WI 00107076).

EN ISO 1133-1, *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten — Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren* (ISO 1133-1)

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 3127:2017, *Rohre aus Thermoplasten — Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen äußere Schlagbeanspruchung — Umfangsverfahren* (ISO 3127:1994)

EN ISO 4590:2016, *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 6259-3, *Rohre aus Thermoplasten — Bestimmung der Eigenschaften im Zugversuch — Teil 3: Polyolefin-Rohre* (ISO 6259-3)

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

EN ISO 8501-1:2007, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsmitteln — Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit — Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen* (ISO 8501-1:2007)

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

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

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)

EN ISO 844, *Harte Schaumstoffe — Bestimmung der Druckeigenschaften* (ISO 844)

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 folgenden Begriffe.

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

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Charge

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

3.2

Verbundsystem

Mediumrohr, Dämmstoff und Ummantelung, die durch den Dämmstoff verbunden sind

3.3

Ummantelung

äußere Schicht aus Polyethylen, die eine Diffusionsbarriere enthalten darf, die den Dämmstoff und das Mediumrohr vor Grundwasser, Feuchte und mechanischer Beschädigung schützen soll

3.4

Koaxialitätsabweichung

Abweichung zwischen der Mittelachse des Mediumrohrs und der Mittelachse der Ummantelung

3.5

Dauerbetriebstemperatur

Temperatur, bei der das Fernkühlungsnetz für den Dauerbetrieb ausgelegt ist

3.6

Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung

langsame Dehnungszunahme beim Einwirken von Spannung durch Druckkräfte

3.7

Dichte

Masse des Körpers eines Werkstoffes, geteilt durch das Volumen des Körpers

3.8

Diffusionsbarriere

Schicht in einem Rohrsystem aus einem anderen Werkstoff als PE, die zwischen der Wärmedämmung und der PE-Ummantelung eingebaut wird, um die Diffusion von Gasen durch die Ummantelung einzuschränken

3.9

Schaumstoffdichte

Rohdichte des Schaumstoffs der Dämmschicht an einer beliebigen Stelle

3.10

Schweißkompatibilität

Eignung zweier PE-Werkstoffe, miteinander verschweißt zu werden, sodass eine Verbindung hergestellt wird, die die Leistungsanforderungen dieses Dokuments erfüllt

3.11

Dämmstoff

Werkstoff, der den Wärmeverlust reduziert

3.12

Schmelze-Massefließrate

MFR

(en: melt mass-flow rate)

Geschwindigkeit der Extrusion eines aufgeschmolzenen Harzes durch eine Düse mit festgelegter Länge und festgelegtem Durchmesser unter vorgeschriebenen Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Last und Kolbenposition im Zylinder eines Fließprüfgeräts, wobei die Geschwindigkeit als extrudierte Masse je festgelegter Zeiteinheit bestimmt wird

3.13

polymerer Methyldiphenyl-Diisocyanat-Index

MDI-Index

Quotient der tatsächlich verwendeten Menge von Isocyanat und der stöchiometrisch erforderlichen Menge multipliziert mit 100

3.14

physikalisches Treibmittel

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

3.15

Rohrsystem

zusammengebautes Produkt, bestehend aus einem Mediumrohr, Dämmstoff und einer Ummantelung

3.16

Polyurethan-Hartschaum

PUR

(en: polyurethane rigid foam)

Werkstoff, der durch die chemische Reaktion von Polyisocyanaten mit Verbindungen, die Hydroxyl enthalten, in Anwesenheit von Katalysatoren mit überwiegend geschlossener Zellstruktur hergestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schaumbildung kann durch ein physikalisches Treibmittel unterstützt werden.

3.17

Umlaufmaterial

Material, dem Rücklaufmaterial oder Rezyklat beigefügt wurde

3.18

Lebensdauer

Zeitspanne, für die erwartet wird, dass die Rohrleitung funktioniert

3.19

Mediumrohr

Stahl- oder Kunststoffrohr, das das Wasser enthält

3.20

Scherfestigkeit

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

3.21

Neumaterial

Material in Form z.B. eines Granulats, das noch nicht verwendet worden ist oder noch keinem Verarbeitungsverfahren als dem zu seiner Herstellung erforderlichen ausgesetzt war und dem kein Rücklaufmaterial oder Rezyklat beigemischt ist

4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

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

Für Informationen über geeignete Leitlinien für die Inspektion von werkmäßig hergestellten Rohrsystemen, siehe Anhang A.

4.2 Mediumrohre

4.2.1 Stahl-Mediumrohre

4.2.1.1 Spezifikation

Die technischen Lieferbedingungen für Stahl-Mediumrohre müssen den Anforderungen der Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1 — Stahl-Mediumrohr-Spezifikation

Rohrtyp	Durchmesser	EN-Norm	Werkstoff
nahtlos	≤ DN 300	EN 10216-1	P235TR1 ^a
nahtlos	alle	EN 10216-1	P235TR2
nahtlos	alle	EN 10216-2	P235GH
ERW	≤ DN 300	EN 10217-1	P235TR1 ^a
ERW	alle	EN 10217-1	P235TR2
ERW	alle	EN 10217-2	P235GH
SAW	alle	EN 10217-5	P235GH

^a Bei Verwendung des Werkstoffs P235TR1 müssen eine Stoßprüfung bei 0 °C nach EN 10216-1:2013, Tabelle 5, oder EN 10217-1:2019, Tabelle 4, wie für P235TR2 festgelegt, und eine spezifische Inspektion nach EN 10216-1 oder EN 10217-1, Option 9, durchgeführt werden.

Für die Berechnung der Streckgrenze $R_{p0,2}$ muss bei der Auslegungstemperatur im Temperaturbereich bis 30 °C der Wert von $R_{p0,2}$ für die Raumtemperatur für P235TR1, P235TR2 und P235GH verwendet werden.

Für höhere Stahlsorten als die in Tabelle 1 angegebenen ist die Streckgrenze in den entsprechenden Normen definiert. Werden für Mediumrohre solche höheren Stahlsorten verwendet, muss nachgewiesen werden, dass alle im betreffenden Teil des Systems verwendeten Komponenten mit der höheren Streckgrenze der Rohre kompatibel sind.

Alle Stahlrohre und Komponenten, die für die Herstellung von 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.

Verlangt der Kunde, der werkmäßig hergestellte Rohrsysteme bestellt, ein werkstoffbezogenes Prüfzertifikat 3.1 nach EN 10204, so muss er dies während der Auftragserteilung dem Hersteller der werkmäßig hergestellten Rohrsysteme mitteilen.

ANMERKUNG Jede spätere Anforderung eines solchen Dokuments kann zu spät sein und gegebenenfalls von dem Hersteller nicht mehr erfüllt werden, da dieser die Zuweisung von 3.1-Zertifikaten zu den Rohren und Rohrteilen vor dem Produktionsbeginn organisieren muss.

Ein Rohrabschnitt darf keine kreisförmige Schweißnaht umfassen.

Die gelieferten ERW-Rohre dürfen nicht die Schweißnähte umfassen, mit denen das Band vor der Umformung verbunden wird.

4.2.1.2 Durchmesser

Der Durchmesser muss der Tabelle 2 entsprechen, die aus EN 10220 abgeleitet ist.

Die Toleranzen des Außendurchmessers D_s des Stahl-Mediumrohrs an den Rohrenden müssen der jeweiligen Rohrnorm nach Tabelle 1 entsprechen. Die Messungen des Durchmessers muss mit einem Umfangbandmaß durchgeführt werden. Der Durchmesser muss als der tatsächliche Umfang geteilt durch π berechnet werden. Ein Außendurchmesser D_s von 168,3 und kleiner darf mit einem Messschieber gemessen werden.

Die Ovalität muss in Übereinstimmung mit der jeweiligen Rohrnorm nach Tabelle 1 bestimmt werden und muss innerhalb der in diesen Normen angegebenen Grenzwerte liegen.

4.2.1.3 Wanddicke

Die Nennwanddicken T und Massen müssen EN 10220 entsprechen, mindestens wie in Tabelle 2 angegeben.

Je nach Auslegungserwägungen dürfen auch andere Wanddicken verwendet werden, die jedoch in keinem Fall unter den in Tabelle 2 angegebenen Mindestwerten liegen dürfen.

Die Toleranz der tatsächlichen Wanddicke T des Stahl-Mediumrohrs muss der jeweiligen Rohrnorm nach Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 2 — Maße von Stahl-Mediumrohren

Nenn Durchmesser	Außendurchmesser	Mindest- Nennwanddicke
DN	D_s mm	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

4.2.1.4 Oberflächenbeschaffenheit

Das folgende Verfahren muss angewendet werden, um die richtige Haftfestigkeit zwischen dem Stahl-Mediumrohr und der Wärmedämmung sicherzustellen:

Die äußere Oberfläche des Rohrs muss den Rostgraden A, B oder C nach EN ISO 8501-1:2007 entsprechen; Lochfraß darf nicht vorhanden sein.

Vor der Dämmung muss die Außenoberfläche des Rohres nach einem geeigneten Verfahren nach EN ISO 8501-1:2007, Abschnitt 3 gereinigt werden, um sicherzustellen, dass es frei von Rost, Walzzunder, Öl, Fett, Staub, Farbe, Feuchte und anderen Verunreinigungen ist.

Es wird empfohlen, die Oberfläche nach EN ISO 8501-1:2007, Sa 2 zu reinigen.

4.2.2 Kunststoff-Mediumrohre

4.2.2.1 Spezifikation

Kunststoff-Mediumrohre müssen Polyethylenrohre PE 80 oder PE 100 nach EN 12201-2 sein.

Ein Rohrabschnitt darf keine kreisförmige Verbindung umfassen.

4.2.2.2 Durchmesser

Die Nenn-Außendurchmesser- und Durchmessertoleranzen des Kunststoff-Mediumrohrs müssen der EN 12201-2 entsprechen.

4.2.2.3 Wanddicke

Die Wanddicke des Kunststoff-Mediumrohrs muss EN 12201-2 und den in Tabelle 3 angegebenen SDR-Zahlen entsprechen.

Tabelle 3 — Erforderliche SDR-Verhältnisse für verschiedene Betriebsdrücke

Mediumrohr	Betriebsdruck				
	6	10	16	20	25
PE 100	SDR 21	SDR 13,6	SDR 9	SDR 7,4	SDR 6
PE 80	SDR 13,6	SDR 11	SDR 7,4	SDR 6	—

ANMERKUNG Die in Tabelle 3 angegebenen SDR-Zahlen wurden für eine Dauerbetriebstemperatur von 30 °C und eine Lebensdauer von 50 Jahren berechnet. Andere Temperatur-/Zeitprofile können nach EN ISO 13760 (der Minerschen Regel) angewendet werden. Anhang E enthält weitere Informationen.

Aufgrund der Schweißanforderungen dürfen PE 100 und PE 80 nicht im selben System kombiniert werden.

Die Toleranz der tatsächlichen Wanddicke des Kunststoff-Mediumrohrs muss EN 12201-2 entsprechen.

4.2.2.4 Oberflächenbeschaffenheit

Das folgende Verfahren muss angewendet werden, um die richtige Haftfestigkeit zwischen dem Kunststoff-Mediumrohr und der Wärmedämmung sicherzustellen:

Vor der Dämmung muss die äußere Rohroberfläche gereinigt werden, damit sie frei von Ölen, Fetten, Staub, Beschichtungsstoffen, Feuchte und anderen Verunreinigungen ist.

Eine Oberflächenbehandlung zur Verbesserung der Scherfestigkeit zwischen Wärmedämmung und Kunststoff-Mediumrohr ist zulässig, sofern das behandelte Rohrsystem noch der Spezifikation entspricht.

4.2.2.5 Sauerstoffdichtigkeit

Die Sauerstoffdiffusion von Mediumrohren darf 0,32 mg/m²d bei 40 °C bei der Prüfung nach ISO 17455 nicht überschreiten.

4.3 Ummantelung

4.3.1 Werkstoffeigenschaften

4.3.1.1 Werkstoffzusammensetzung

Die Ummantelung darf ein separat gefertigtes Rohr sein oder durch Extrudieren direkt auf die Dämmung aufgebracht werden.

Der Ummantelungswerkstoff muss eine schwarze PE-Neumaterial-Mischung oder eine vom Hersteller selbst aufbereitete PE-Wiederaufbereitung nach 4.3.1.4 sein, die kein PU-Dämmstoff oder andere Werkstoffe enthält und nur die für die Herstellung und Endverwendung von Rohren erforderlichen Antioxidantien, UV-Stabilisatoren und Ruß enthält. Der zu extrudierende schwarz eingefärbte PE-Werkstoff muss mindestens als PE-80-Werkstoff nach EN ISO 12162 klassifiziert sein.

Der Rußgehalt muss bei der Prüfung nach ISO 6964 (2,0 bis 2,5) % (Massenanteil) betragen.

ANMERKUNG Der geforderte Rußgehalt stellt die UV-Stabilität über die gesamte Lebensdauer sicher.

Der Ruß muss im Werkstoff fein verteilt sein. Bei der Prüfung nach ISO 18553 müssen, wie in 5.2.3 festgelegt, die folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- Rußagglomerate und -partikel müssen der Qualität ≤ 3 entsprechen.
- Die Bewertung der Dispersion ist nicht schlechter als A1, A2, A3 oder B in ISO 18553.

4.3.1.2 Schmelze-Massefließrate

Die Schmelze-Massefließrate (MFR) in g/10 min von schwarzen PE-Werkstoffen, die zur Herstellung von Ummantelungen verwendet werden, muss innerhalb von $0,2 \leq \text{MFR} \leq 1,4$ g/10 min liegen, bestimmt nach EN ISO 1133-1, Zustand 5 kg, 190 °C.

Schwarzfarbige PE-Werkstoffe nach 4.3.1.1., die sich nicht mehr als 0,5 g/10 min in der MFR unterscheiden, gelten als miteinander verschmelzbar.

Ummantelungen aus PE-Werkstoffen außerhalb dieses MFR-Bereichs von 0,5 g/10 min dürfen schmelzgeschweißt werden, sofern der Rohrhersteller durch die Herstellung einer Stumpfschweißnaht nach ISO 11414:2009, Anhang A festgelegten Parametern die Schweißkompatibilität nachgewiesen hat. Die Anforderung für die Schweißkompatibilität ist eine duktile Versagensart der Verbindung, in der Prüfung nach ISO 13953 bei 23 °C.

4.3.1.3 Thermische Stabilität

Die thermische Stabilität wird durch die Sauerstoffinduktionszeit (en: oxygen induction time, OIT) des schwarz eingefärbten PE-Werkstoffs bestimmt und muss bei einer Prüfung bei 210 °C nach EN ISO 11357-6 mindestens 20 min betragen.

4.3.1.4 Verwendung von wiederaufbereitetem Material

Es darf nur sauberes, nicht abgebautes, wiederaufbereitetes Material verwendet werden, das aus der eigenen Rohrproduktion des Herstellers stammt und keinen PU-Dämmstoff enthält.

4.3.2 Eigenschaften der Ummantelung

4.3.2.1 Nenn-Außendurchmesser

Der Nenn-Außendurchmesser der Ummantelung sollte aus Tabelle 4 ausgewählt werden.

Der tatsächliche Außendurchmesser muss nach EN ISO 3126 gemessen werden.

4.3.2.2 Wanddicke

Die Wanddicke einer einzelnen PE-Schicht der Ummantelung muss den Anforderungen der Tabelle 4 entsprechen.

Die tatsächliche Wanddicke muss nach EN ISO 3126 gemessen werden.

Tabelle 4 — Maße der Ummantelung

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

Nenn-Außendurchmesser	Mindestwanddicke
D_c mm	$e_{\min}$ mm
1 100	10,2
1 200	11,0
1 400	12,5

4.3.2.3 Aussehen, Oberflächenbeschaffenheit, Ummantelungsenden

Die Innen- und Außenoberflächen der Ummantelung müssen sauber und frei von Riefen oder anderen Fehlern sein, die ihre Funktionseigenschaften beeinträchtigen könnten (siehe 5.2.1).

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

Eine Oberflächenbehandlung zur Verbesserung der Scherfestigkeit zwischen Wärmedämmung und Ummantelung ist zulässig, sofern das behandelte Rohrsystem noch der Spezifikation entspricht.

4.3.2.4 Bruchdehnung

Die nach 5.2.2 berechnete Bruchdehnung darf nicht weniger als 350 % betragen.

4.3.2.5 Wärmeumkehrung

Bei der Prüfung nach EN ISO 2505 darf sich die längsgerichtete Länge an jeder Stelle der Ummantelung um nicht mehr als 3 % ändern. Bei der Inspektion nach der Prüfung darf die Ummantelung keine Fehler, Risse, Hohlräume oder Bläschen aufweisen.

4.3.2.6 Spannungsrissbeständigkeit

Bei der Prüfung nach 5.2.4 darf die Zeit bis zum Versagen nicht weniger als 300 h betragen.

4.4 Polyurethan-Schaumstoffwärmedämmung (PUR)

4.4.1 Zusammensetzung

Der Hersteller des Rohrsystems muss für die Wahl der Ausgangsstoffe, die Zusammensetzung und die Herstellungsbedingungen verantwortlich sein.

Der Hersteller muss Aufzeichnungen führen, in denen die verwendeten Ausgangsstoffe, das vorgeschriebene Mischungsverhältnis und die durchgeführten Prüfungen dokumentiert sind.

Die Aufzeichnungen müssen nachweisen, dass der PUR-Schaumstoff aus der Herstellung von Rohrsystemen die gleiche Zusammensetzung aufweist wie die Schaumstoff-Prüfkörper für die Wärmeleitfähigkeitsprüfung nach 5.4.2 und die Prüfung des Langzeit-Kriechwertes bei Druckbeanspruchung nach 5.4.4 und die Anforderungen nach 4.4 erfüllt.

4.4.2 Zellstruktur

Der PUR-Schaumstoff muss eine einheitliche, schlierenfreie Zellstruktur aufweisen. Die Zellen müssen in radialer Richtung durchschnittlich weniger als 0,5 mm groß sein, bestimmt nach 5.3.2.1.

Der nach 5.3.2.2. bestimmte Gehalt an geschlossenen Zellen darf nicht weniger als 88 % betragen.

Die durchschnittliche Fläche der Hohlräume und Bläschen, die an den fünf Querschnitten nach 5.3.2.3 bestimmt wird, darf nicht mehr als 5 % der Nennquerschnittsfläche des PUR-Schaumstoffs betragen. Kein einziger Hohlraum darf größer als $\frac{2}{3}$ der Dämmdicke zwischen dem Stahl-Mediumrohr und der Ummantelung an der Position des Hohlraums sein. Für die Reihe 0 nach den Tabelle 6 und Tabelle 7 muss die lokale Dämmdicke jedoch mindestens 15 mm betragen.

4.4.3 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit oder die Druckspannung bei 10 % relativer Verformung nach EN ISO 844 darf bei der Prüfung nach 5.3.3 nicht weniger als 0,3 MPa in radialer Richtung betragen.

4.4.4 Schaumstoffdichte

Die Schaumstoffdichte muss bei der Messung nach 5.3.4 an jeder Stelle den folgenden Kriterien entsprechen.

An beiden Rohrenden müssen alle drei Prüfkörper jeweils eine Dichte von mindestens 55 kg/m^3 aufweisen.

4.4.5 Wasserabsorption bei erhöhter Temperatur

Bei der Prüfung nach 5.3.5 darf die Wasserabsorption nach 90 min Eintauchen in siedendes Wasser 10 % des ursprünglichen Volumens nicht überschreiten.

4.5 Rohrsystem

4.5.1 Allgemeines

Alle Anforderungen sind gültig, einschließlich der Diffusionsbarriere, falls vorhanden.

4.5.2 Mediumrohrenden ohne Dämmung

Beide Enden des Mediumrohrs müssen frei von Wärmedämmung sein. Die Länge der freien Enden muss zwischen 150 mm und 250 mm liegen.

Der Hersteller muss einen Wert für die Länge des freien Endes angeben. Das Grenzabmaß für den angegebenen Wert muss $\pm 10 \text{ mm}$ betragen.

4.5.3 Vorbereitung der Mediumrohrenden

4.5.3.1 Stahl-Mediumrohre

Die Stahl-Mediumrohrenden müssen zum Schweißen nach EN ISO 9692-1 vorbereitet werden.

4.5.3.2 Kunststoff-Mediumrohre

Für Stumpfschweißverbindungen:

PE-Rohre, die zur Verwendung für Stumpfschweißverbindungen bestimmt sind, müssen Eigenschaften nach EN 12201-5:2011, 4.2.2.1, für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit unter Normbedingungen, und 4.2.2.2 für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit unter extremen Bedingungen aufweisen.

Für Elektroschweißverbindungen:

PE-Rohre, die zur Verwendung für Elektroschweißverbindungen bestimmt sind, müssen Eigenschaften nach EN 12201-5:2011, 4.2.3.1, für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit unter Normbedingungen, und 4.2.3.2 für die Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit unter extremen Bedingungen aufweisen.

4.5.4 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung

Der Außendurchmesser der Ummantelung muss an jeder Stelle zwischen dem Minstdurchmesser $D_{\min}$ und dem höchsten Durchmesser $D_{\max}$ nach Tabelle 5 liegen. Die Mindestwanddicke der Ummantelung $e_{\min}$ muss zu jedem Zeitpunkt den Anforderungen der Tabelle 6 entsprechen. Die Messwerte für Außendurchmesser und Wanddicke müssen auf die nächsthöheren 0,1 mm aufgerundet werden.

Tabelle 5 — Maße der Ummantelung des Rohrsystems

Nenn- Außendurchmesser D_c mm	Mindest- Außendurchmesser $D_{\min}$ mm	Höchst- 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

4.5.5 Dämmreihe – Stahl-Mediumrohre

Die Nenn-Dämmdicke t_i muss den in Tabelle 6 angegebenen Reihen 0, 1 oder 2 entsprechen.

Tabelle 6 — Dämmdicke des Rohrsystems – Stahl-Mediumrohre

Mediumrohr		Reihe 0		Reihe 1		Reihe 2	
DN	d_y mm	D_c mm	t_i mm	D_c mm	t_i mm	D_c mm	t_i mm
20	26,9			90	28,6	110	38,6
25	33,7			90	25,2	110	35,2
32	42,4			110	30,8	125	38,3
40	48,3			110	27,9	125	35,4
50	60,3			125	29,4	140	36,9
65	76,1			140	29,0	160	39,0
80	88,9			160	32,6	180	42,6
100	114,3	180	29,9	200	39,7	225	52,0
125	139,7	200	27,0	225	39,3	250	51,6
150	168,3	225	25,0	250	37,3	280	52,3
200	219,1	280	26,9	315	43,9	355	63,5
250	273,0	355	36,5	400	58,7	450	83,3
300	323,9	400	33,3	450	57,9	500	82,5
350	355,6	450	42,0	500	66,6	560	96,2
400	406,4	500	41,2	560	70,8	630	105,2
450	457,0	560	45,5	630	79,9	710	119,3
500	508,0	630	54,4	710	93,8	800	138,1
600	610,0	710	42,8	800	87,1	900	136,3
700	711,0	800	36,6	900	85,8	1 000	135,1
800	813,0	900	34,8	1 000	84,1	1 100	133,3
900	914,0	1 000	33,6	1 100	82,8	1 200	132,0
1 000	1 016,0	1 100	31,8	1 200	81,0		
1 200	1 219,0			1 400	78,0		

4.5.6 Dämmreihe – Kunststoff-Mediumrohre

Die Nenn-Dämmdicke t_i muss den in Tabelle 7 angegebenen Reihen 0, 1 oder 2 entsprechen.

Tabelle 7 — Dämmdicke des Rohrsystems – Kunststoff-Mediumrohre

Mediumrohr		Reihe 0		Reihe 1		Reihe 2	
DN	d_y mm	D_c mm	t_i mm	D_c mm	t_i mm	D_c mm	t_i mm
25	25			90	29,5	110	39,5
32	32			90	26,0	110	36,0
40	40			110	32,0	125	39,5
50	50			110	27,0	125	34,5
63	63			125	28,0	140	35,5
75	75			140	29,5	160	39,5
90	90			160	32,0	180	42,0
110	110	180	32,0	200	41,8	225	54,1
125	125	180	24,5	200	34,3	225	46,6
140	140	200	26,8	225	39,1	250	51,4
160	160	225	29,1	250	41,4	280	56,4
180	180	250	31,4	280	46,4	315	63,4
200	200	280	36,4	315	53,4	355	73,0
225	225	315	40,9	355	60,5	400	82,7
250	250	315	28,4	355	48,0	400	70,2
280	280	355	33,0	400	55,2	450	79,8
315	315	400	37,7	450	62,3	500	86,9
355	355	450	42,3	500	66,9	560	96,5
400	400	500	44,4	560	74,0	630	108,4
450	450	560	49,0	630	83,4	710	122,8
500	500	630	58,4	710	97,8	800	142,1
560	560	630	28,4	710	67,8	800	112,1
630	630	710	32,8	800	77,1	900	126,3
710	710	800	37,1	900	86,3	1 000	135,6
800	800	900	41,3	1 000	90,6	1 100	139,8
900	900	1 000	40,6	1 100	89,8	1 200	139,0
1 000	1 000	1 100	39,8	1 200	89,0		
1 200	1 200			1 400	87,5		

4.5.7 Koaxialitätsabweichung

Der Abstand zwischen den Mittellinien des Mediumrohrs und der Ummantelung darf an keiner Stelle die in Tabelle 8 angegebenen Grenzwerte überschreiten.

Tabelle 8 — Koaxialitätsabweichung bezogen auf die Nenndurchmesser

Nenn-Außendurchmesser des PE-Rohrs mm	Höchste 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

ANMERKUNG Für Rohrsysteme der Reihe 0 reduziert der minimale lokale Abstand zwischen Mediumrohr und Ummantelung durch eine maximal ungünstige Koaxialitätsabweichung in Kombination mit einer erforderlichen lokalen Dämmdicke von mindestens 15 mm nach 4.4.2 die zulässige Größe eines einzelnen Hohlraums an der Position der Koaxialitätsabweichung. Dies gilt insbesondere für die Rohrmaße DN 150 und DN 700 bis DN 1 000.

4.5.8 Voraussichtliche Lebensdauer

4.5.8.1 Allgemeine Bemerkungen

Für übliche Anwendungen sollte das Rohrsystem eine Lebensdauer von mindestens 50 Jahren bei einer Dauerbetriebstemperatur von 1 °C und bei einer höchsten Betriebstemperatur von 30 °C aufweisen.

4.5.8.2 Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit muss die Mindestanforderungen der Tabelle 9 oder Tabelle 10 erfüllen.

Die Scherfestigkeit im nicht gealterten Zustand muss in axialer Richtung nach 5.4.1 geprüft werden.

Tabelle 9 — Scherfestigkeit für Stahl-Mediumrohre

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

Tabelle 10 — Scherfestigkeit für Kunststoff-Mediumrohre

Prüftemperatur °C	Prüfabschnitt	τ_{ax} min. MPa
23 ± 2	5.4.1.4	0,09

4.5.9 Wärmeleitfähigkeit

Bei der Prüfung nach 5.4.2 darf die Wärmeleitfähigkeit λ_{10} den Wert 0,027 W/(m·K) nicht überschreiten. Für die Typprüfung muss die Wärmeleitfähigkeit zusammen mit der Schaumstoffdichte, der Zellgröße, der Druckfestigkeit und der Zusammensetzung des Gases in den Zellen der Dämmung angegeben werden.

Der Wert λ muss bei 10 °C angegeben werden, der durch lineare Regression unter Verwendung der bei drei verschiedenen Rohrtemperaturen erzielten Ergebnisse berechnet wird.

4.5.10 Stoßfestigkeit

Nach der Prüfung nach 5.4.3 darf die Ummantelung keine sichtbaren Risse aufweisen.

4.5.11 Langzeit-Kriechverhalten bei Druckbeanspruchung

Der durch die Prüfverfahren in 5.4.4 erhaltene Langzeit-Kriechwert bei Druckbeanspruchung muss vom Hersteller dokumentiert werden.

4.5.12 Oberflächenbeschaffenheit bei Auslieferung

Die Oberflächenabflachung des Rohrsystems darf 15 % der Dämmdicke – gemessen von der ursprünglichen Oberfläche – nicht überschreiten.

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

Die Enden der Rohrsysteme müssen zum Schutz der Dämmung vor Dampf abgedichtet werden.

4.5.13 Messdrähte für Überwachungssysteme

Gegebenenfalls vorhandene Messdrähte müssen den Anforderungen von prEN UUUUU⁴ entsprechen.

4.5.14 Lineare Wasserdichtheit

Bei der Prüfung nach 5.4.5 darf nach 168 h kein Wasser am unteren Rohrende austreten.

5 Prüfverfahren

5.1 Allgemeine Bedingungen und Prüfkörper

5.1.1 Allgemeine Bedingungen

Unterscheiden sich in dieser Norm festgelegte Prüfanforderungen von denen in anderen Normen, auf die Bezug genommen wird, müssen die Anforderungen dieser Norm gelten.

Alle Prüfkörper müssen repräsentativ für die Produktion sein.

Alle Prüfungen am Rohrsystem müssen die gegebenenfalls vorhandene Diffusionsbarriere beinhalten, außer bei Prüfungen, bei denen das Fehlen der Diffusionsbarriere gesondert erwähnt wird.

⁴ In Erarbeitung (WI 00107076).

5.1.2 Prüfkörper

5.1.2.1 Prüfkörper dürfen nur aus der Ummantelung entnommen werden, nachdem sie mindestens 16 h bei einer Temperatur von $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ gelagert wurden, oder aus dem PUR-Schaumstoff und dem Rohrsystem entnommen werden, nachdem sie mindestens 72 h bei einer Temperatur von $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ gelagert wurden. Abweichungen von diesen Zeiträumen sind zulässig, z. B. zur Qualitätskontrolle. Im Streitfall müssen jedoch die erforderlichen Fristen eingehalten werden.

5.1.2.2 Zum Nachweis der Schaumstoffeigenschaften und zur Bestimmung der Eigenschaften des Rohrsystems müssen aus Rohrleitungen der regulären Produktion Prüfkörper entnommen werden, mindestens jedoch 500 mm von dem Ende, an dem der Schaumstoff eingebracht wurde. Zum Nachweis der Schaumstoffeigenschaften müssen an beiden Enden des Rohrsystems Prüfkörper entnommen werden.

5.1.2.3 Prüfkörper können näher am Ende, an dem der Schaumstoff eingebracht wurde, entnommen werden, z. B. zur Qualitätskontrolle. Im Streitfall muss jedoch das Ergebnis der Prüfkörper gelten, die mindestens 500 mm von dem Ende, an dem der Schaumstoff eingebracht wurde, entnommen wurden.

5.1.2.4 Beim Herausschneiden von Prüfkörpern aus dem Schaumstoff zur Bestimmung der Zellstruktur (4.4.2), der Druckfestigkeit (4.4.3), der Schaumstoffdichte (4.4.4) und der Wasserabsorption (4.4.5) muss der an die Mediumrohr-Oberfläche und die Ummantelungsoberfläche angrenzende Schaumstoff mit einem Abstand von mindestens 5 mm bzw. 3 mm ausgespart werden.

5.1.2.5 An den Stellen, an denen Prüfkörper zur Bestimmung der Zellstruktur (4.4.2), der Druckfestigkeit (4.4.3), der Schaumstoffdichte (4.4.4) und der Wasserabsorption (4.4.5) entnommen werden, müssen mindestens 3 Prüfkörper entnommen werden, die gleichmäßig umlaufend verteilt sind.

5.1.2.6 Die Außenmaße der Prüfkörper müssen mit einem Messgerät gemessen werden, dessen quadratischer oder runder Stempel eine Druckfläche von 100 mm^2 aufweist, wobei eine Kraft zwischen 0,75 N und 1,0 N aufgebracht wird.

5.1.2.7 Bei aus der Ummantelung herausgeschnittenen Prüfkörpern zur Bestimmung der Ummantelungseigenschaften müssen sichtbare Oberflächenunregelmäßigkeiten, die das Prüfergebnis beeinflussen können, wie Diffusionsbarriere, Kratzer, Schweißnähte oder Schaumreste, vom Prüfkörper weggeschnitten oder maschinell entfernt werden. Wenn das Wegschneiden oder maschinelle Entfernen auf Mehrschichtummantelungen nicht möglich ist, ist es zulässig, eine einschichtige Ummantelung ohne zusätzliche Schichten herzustellen. Es müssen die gleichen PE-Ausgangsstoffe und Verarbeitungsparameter wie bei der Mehrschichtummantelung verwendet werden.

5.2 Ummantelung

5.2.1 Aussehen und Oberflächenbeschaffenheit

Die Innen- und Außenoberflächen des Rohres müssen ohne Vergrößerung visuell geprüft werden (siehe 4.3.2.3).

5.2.2 Bruchdehnung

Die Prüfstreifen müssen nach Bild 1, Typ A gestanzt oder bearbeitet werden. Jede Diffusionsbarriere muss vom Prüfstreifen weggeschnitten oder maschinell entfernt werden.

Prüfstreifen können in Längs- oder Umfangsrichtung herausgeschnitten werden und müssen gleichmäßig über den Umfang des Rohres im gleichen Querschnitt verteilt sein.

Abhängig vom Durchmesser des Rohres muss die Anzahl der herauszuschneidenden und zu prüfenden Prüfstreifen in Übereinstimmung mit Tabelle 11 sein.

Tabelle 11 — Anzahl der Prüfstreifen bezogen auf die Nenndurchmesser

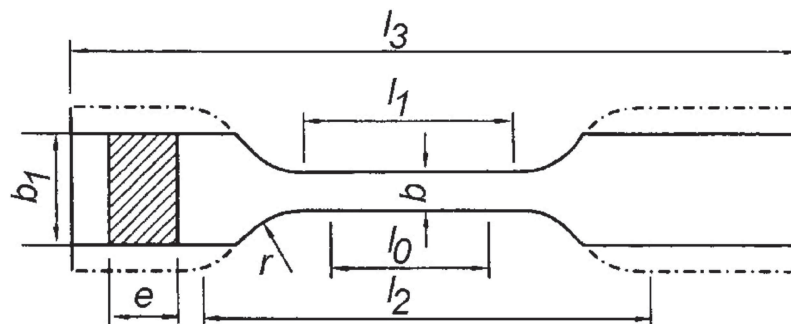
Nenn-Außendurchmesser des PE-Rohrs mm	Anzahl der Prüfstreifen
75 bis 250	5
280 bis 400	7
450 bis 630	10
710 bis 1 400	12

Mit einem Tinten- oder Wachsstift müssen die beiden Referenzlinien gleichmäßig von den Enden des kalibrierten Abschnitts des Prüfstreifens gezogen werden. Siehe Bild 1.

Die Prüfstreifen müssen bei $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ geprüft werden. Auf diese Temperatur müssen die Prüfstreifen vor der Prüfung mindestens 2 h lang klimatisiert werden.

Mit einer geeigneten Zugprüfmaschine müssen die Prüfstreifen bis zum Bruch mit einer Geschwindigkeit von $(100 \pm 10) \text{ mm/min}$ gedehnt werden.

Der Abstand zwischen den Referenzlinien muss nach der Prüfung gemessen werden und die Dehnung muss nach EN ISO 6259-1 und EN ISO 6259-3 berechnet werden.



Symbol	Beschreibung	Maße mm	
		Typ A	Typ B
l_0	Abstand zwischen den Referenzlinien	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 des Endteils	> 15	> 20

Bild 1 — Zugprüfstäbe

5.2.3 Rußdispersion, Homogenität

Die Rußdispersion muss nach ISO 18553 bestimmt werden.

Agglomerate und Partikel müssen nach ISO 18553 klassifiziert werden.

Die Dispersion muss nach ISO 18553 bestimmt werden.

5.2.4 Prüfung der Spannungsrisssbeständigkeit

Die Prüfung muss nach ISO 16770 durchgeführt werden, mit den folgenden Ausnahmen.

Die Prüfkörper müssen aus dem gleichen Umfang der Ummantelung herausgeschnitten werden. Sie müssen in axialer Richtung des Rohres herausgeschnitten werden.

Die Prüfkörper können hantelförmig nach Bild 1, Typ B, sein oder die Prüfkörper können mit parallelen Seiten und 10 mm Breite herausgeschnitten werden. Die Dicke muss der Wanddicke der Ummantelung entsprechen. Die Prüfkörper dürfen entweder durch Fräsen, Schneiden oder Stanzen hergestellt werden.

Die Länge der Prüfkörper muss so bemessen sein, dass die vierfache Wanddicke zwischen den Klemmen verbleibt.

In der Mitte der Prüfkörper muss in allen vier Seiten im gleichen Querschnitt eine Kerbe senkrecht zur Achse geschaffen werden.

Durch die Rundung der Ummantelung darf die erzeugte Kerbe eine ungleichmäßige Tiefe um den Prüfkörper herum aufweisen, aber die Kerbtiefe und -position muss so gewählt werden, dass kein Teil des Prüfkörperquerschnitts ungekerbt bleibt.

Die Anzahl der Prüfkörper muss vier betragen.

Die Prüflösung muss Wasser mit einem Tensidgehalt von 2,0 % sein.

Das Tensid muss Nonylphenolpolyglykolether mit der gleichen Wirkung sein wie das Tensid mit dem Handelsnamen „Arkopal N 100®“.

Die Temperatur muss 80 °C betragen.

Die Prüflast muss 4,0 N/mm² betragen.

5.3 Polyurethan-Schaumstoffwärmedämmung (PUR)

5.3.1 Zusammensetzung

Der MDI-Index muss aus den Produktionsdaten des Herstellers berechnet werden und aufgezeichnet werden.

5.3.2 Zellstruktur

5.3.2.1 Größe der Zellen

Die Größe der Zellen muss über eine Länge von 10 mm bestimmt werden, die in radialer Richtung gemessen wird, wobei die Mitte der 10-mm-Messung mit dem Mittelpunkt der aufgetragenen Dämmung übereinstimmt.

Die Größe der Zellen muss der Quotient aus der Prüflänge und der Anzahl der Zellen, die entlang der radialen Linie der gewählten Prüflänge gezählt werden, sein und muss als Mittelwert der Messungen an 3 Prüfkörpern bestimmt werden.

5.3.2.2 Verhältnis von offenen zu geschlossenen Zellen

Das Verhältnis von offenen zu geschlossenen Zellen muss nach EN ISO 4590:2016 (Verfahren 1) bestimmt werden.

Abweichend von dem in EN ISO 4590 festgelegten Verfahren muss der Prüfkörper ein Würfel mit einer Kante von 25 mm sein. Wenn diese Würfelgröße nicht nach 5.1.2 aus der Dämmung herausgeschnitten werden kann, müssen die Maße $25\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times t$ betragen, wobei t die höchste radiale Dicke ist.

5.3.2.3 Hohlräume und Bläschen

Hohlräume und Bläschen müssen an Querschnitten des Dämmstoffs bestimmt werden.

Mindestens 1,5 m vom Schaumstoffende entfernt müssen 5 umlaufende Schnitte durch die Ummantelung und die Dämmung in einem Abstand von 100 mm einschließlich insgesamt 400 mm Ummantelung ausgeführt werden.

Die vier 100-mm-Ringe von Ummantelung und Dämmung müssen nacheinander entfernt werden und die fünf Querschnittsflächen müssen auf Hohlräume und Bläschen geprüft werden.

Alle Hohlräume, die in jeder Richtung größer als 6 mm sind, müssen in 2 zueinander senkrechten Richtungen gemessen werden und das Produkt der 2 Messungen muss als die Fläche des Hohlraums festgelegt werden.

Hohlräume, die kleiner als 6 mm sind, müssen vernachlässigt werden.

Die Addition der Fläche aller Hohlräume muss als Prozentsatz der gesamten geprüften Fläche angegeben werden.

5.3.3 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit in radialer Richtung muss nach EN ISO 844 geprüft werden.

Die Entnahme von Prüfkörpern muss nach 5.1.2 durchgeführt werden. Der Prüfkörper muss $30\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times t$ oder ein Zylinder mit einem Durchmesser von 30 mm und einer Länge von t sein, wobei t das maximal erreichbare Maß in radialer Richtung ist, jedoch 20 mm nicht überschreitet.

Das Prüfergebnis muss als Durchschnittswert von 3 Messungen bestimmt werden.

Für die Qualitätskontrolle des Herstellers darf ein anderes qualifiziertes, vollständig dokumentiertes korreliertes Verfahren verwendet werden.

5.3.4 Schaumstoffdichte

Die Schaumstoffdichte muss nach EN ISO 845 gemessen werden.

Von beiden Rohrenden müssen Prüfkörper in 3er-Sätzen nach 5.1.2 entnommen werden. Die Maße jedes Prüfkörpers müssen $30\text{ mm} \times 30\text{ mm} \times t$ betragen, wobei t die maximal erreichbare Dicke ist, jedoch 30 mm nicht überschreitet.

Alternativ müssen die Prüfkörper zylindrisch, 30 mm lang in axialer Richtung des Rohres sein und über den Durchmesser d verfügen, wobei d der maximal erreichbare Durchmesser ist, jedoch 30 mm nicht überschreitet.

Für die Qualitätskontrolle des Herstellers darf ein anderes qualifiziertes, vollständig dokumentiertes korreliertes Verfahren verwendet werden.

5.3.5 Wasserabsorption

Die Prüfung muss an einem Würfel mit einer Kante von 25 mm oder einem Zylinder von 25 mm Länge in axialer Richtung des Rohres und einem Durchmesser von 25 mm durchgeführt werden. Die Masse (m_0) des Prüfkörpers muss mit einer Messunsicherheit von 0,01 g und das Volumen (V_0) mit einer Messunsicherheit von 0,1 ml bestimmt werden. Der Prüfkörper muss 90 min lang in kochendes Wasser eingetaucht werden. Danach muss er sofort 1 h in Wasser bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ eingetaucht werden. Oberflächenwasser muss aus dem Prüfkörper entfernt werden, indem jede Seite des Prüfkörpers nacheinander 3 s bis 5 s auf ein Tuch (z. B. Kleenex® Nr. 7101 oder ähnliches) gelegt wird. Die Masse (m_1) muss dann mit einer Messunsicherheit von 0,01 g bestimmt werden. Das Volumen (V_1) des Prüfkörpers muss mit einer Messunsicherheit von 0,1 ml bestimmt werden.

Alle Prüfkörper müssen dem folgenden Kriterium entsprechen:

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

Der Prozentsatz der Wasserabsorption muss berechnet werden aus:

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

Dabei ist

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

m_1 die Masse des Prüfkörpers nach der Prüfzeit, in g;

ρ die Dichte des Wassers, in g/ml;

V_0 das ursprüngliche Volumen des Prüfkörpers, in ml;

V_1 das Volumen des Prüfkörpers nach der Prüfzeit, in ml.

Das Prüfergebnis muss als Durchschnittswert der Messungen an 3 Proben ermittelt werden.

5.4 Rohrsystem

5.4.1 Axiale Scherfestigkeit

5.4.1.1 Prüfkörper

Der Prüfkörper muss ein Abschnitt des Rohrsystems sein, der dem 2,5-fachen der Dicke der Wärmedämmung entspricht, jedoch nicht weniger als 200 mm beträgt. Der Prüfkörper muss rechtwinklig zur Rohrachse herausgeschnitten werden und nach 5.1.2.2. entnommen werden.

5.4.1.2 Prüfverfahren

Es muss eine Axialkraft aufgebracht werden. Die Geschwindigkeit der Prüfmaschine muss 5 mm/min betragen. Die Axialkraft muss aufgezeichnet werden und die Scherfestigkeit berechnet werden. Diese Prüfung darf mit der Achse des Rohres vertikal oder horizontal durchgeführt werden (siehe Bild 2). Das Eigengewicht des Mediumrohrs muss berücksichtigt werden, wenn die Achse senkrecht steht.

Das Prüfergebnis muss als Durchschnittswert von 3 Messungen bestimmt werden.

5.4.1.3 Berechnung der Scherfestigkeit

Die Scherfestigkeit wird aus der folgenden Gleichung berechnet:

$$\tau_{ax} = \frac{F_{ax}}{L \times D_s \times \pi} \quad (1)$$

Dabei ist

τ_{ax} die axiale Scherfestigkeit, in MPa;

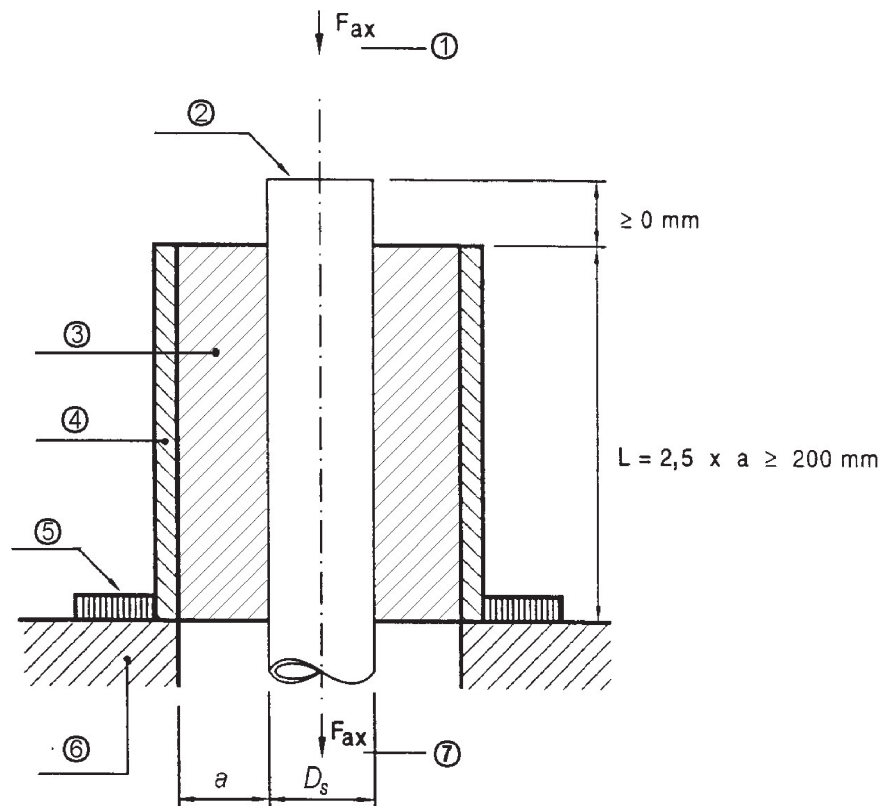
F_{ax} die Axialkraft, in N;

L die Länge des Prüfkörpers, in mm;

D_s der Außendurchmesser des Mediumrohrs, in mm.

5.4.1.4 Prüftemperatur

Die Prüfung muss nach 5.4.1.1. bis 5.4.1.2 durchgeführt werden, wobei der gesamte Prüfkörper auf einer Temperatur von $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ gehalten wird.



Legende

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| 1 aufgebrachte Last | 5 Führungsring |
| 2 Mediumrohr | 6 Fußplatte der Prüfmaschine |
| 3 PUR-Schaumdämmung | 7 alternativ aufgebrachte Last |
| 4 Ummantelung | |

Bild 2 — Prüfanordnung für axiale Scherfestigkeit

5.4.2 Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit λ_{10} muss nach Anhang B bestimmt werden.

Die Wärmeleitfähigkeit muss mit drei verschiedenen Mediumrohrtemperaturen im Bereich von $(30 \pm 5) ^\circ\text{C}$ bestimmt werden.

Für die Typprüfung muss die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit an Rohrproben (5 ± 1) Wochen nach der Herstellung durchgeführt werden. Die Typprüfung muss die Dichte- und Zellgrößenmessung nach 5.3 umfassen. Die Zusammensetzung des Gases in den Zellen der Dämmung muss nach der Chalmers-Methode⁵ zur Analyse der Gasphase in Polyurethanschaum gemessen werden.

⁵ Das Verfahren wurde im JOURNAL OF CELLULAR PLASTICS, Band 31, Juli 1995, beschrieben. Titel: A method for analysing the gas phase in polyurethane foam. Autoren: O. Ramnäs, M. Svanström.