

DIN EN 17415-2

ICS 23.040.99

Einsprüche bis 2020-09-17

Entwurf

**Fernkälterohre –
Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernkältenetze –
Teil 2: Werkmäßig gefertigte Verbundformstücke, bestehend aus Stahl-
oder Kunststoff-Mediumrohr, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und
einer Ummantelung aus Polyethylen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17415-2:2020**

District cooling pipes –
Bonded single pipe systems for directly buried cold water networks –
Part 2: Factory made fitting assemblies of steel or plastic service pipe, polyurethane thermal
insulation and a casing of polyethylene;
German and English version prEN 17415-2:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-07-17 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 oder 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 74 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17415-2:2020) 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 Raumlufttechnik 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.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2859-2	siehe DIN ISO 2859-2
ISO 3452-1	siehe DIN EN ISO 3452-1

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 2859-2, *Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung — Teil 2: Nach der zurückzuweisenden Qualitätsgrenzlage (LQ) geordnete Stichprobenanweisungen für die Prüfung einzelner Lose anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten*

DIN EN ISO 3452-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

<i>Titel de:</i>	Fernkälterohre — Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernkältenetze — Teil 2: Werkmäßig gefertigte Verbundformstücke, bestehend aus Stahl- oder Kunststoff-Mediumrohr, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen
<i>Titel en:</i>	District cooling pipes — Bonded single pipe systems for directly buried cold water networks — Part 2: Factory made fitting assemblies of steel or plastic service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene
<i>Titel fr:</i>	

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	8
4 Anforderungen	8
4.1 Allgemeine Anforderungen	8
4.2 Mediumrohrteile	8
4.2.1 Stahl-Mediumrohrteile	8
4.2.2 Kunststoff-Mediumrohrteile	15
4.3 Ummantelung	17
4.4 Polyurethan-Schaumstoffwärmedämmung (PUR)	17
4.5 Verbundformstücke	18
4.5.1 Formstückenden	18
4.5.2 Winkel zwischen Ummantelungssegmenten der Bögen und Mindestlänge	18
4.5.3 Anforderungen an das Verschweißen von Polyethylen-Ummantelungen	18
4.5.4 Dichtheit der geschweißten Ummantelung	21
4.5.5 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung	21
4.5.6 Mindestdicke der Wärmedämmung in Rohrbögen	21
4.5.7 Toleranzen bei den Hauptmaßen der Formstücke	21
4.6 Überwachungssystem	22
5 Prüfverfahren	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Probekörper	22
5.3 Stahl-Mediumrohrteile	23
5.3.1 Sichtprüfung der Oberfläche von Schweißnähten	23
5.3.2 Dichtheits- und Festigkeitsprüfung mit Wasser	23
5.3.3 Dichtheitsprüfung mit Luft	23
5.3.4 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten	23
5.4 Kunststoff-Mediumrohr-Formstücke	24
5.4.1 Sichtprüfung der Oberfläche von Schweißnähten	24
5.4.2 Prüfung des Innendruckverhaltens	24
5.5 Ummantelung	24
5.6 Polyurethan-Schaumstoffwärmedämmung (PUR)	24
5.7 Verbundformstücke	25
5.7.1 Koaxialitätsabweichung und Winkelabweichung	25
5.7.2 Sichtprüfung der Schweißungen an Ummantelungen	25
5.7.3 Biegeversuch	25
5.7.4 Mindestdicke der Wärmedämmung	26
5.8 Überwachungssystem	26
6 Kennzeichnung	26
6.1 Allgemeines	26
6.2 Mediumrohr	26
6.2.1 Stahl-Mediumrohr	26
6.2.2 Kunststoff-Mediumrohr	26

6.3	Ummantelung	26
6.4	Verbundformstück.....	27
6.5	Einmalkompensatoren.....	27
Anhang A (informativ) Überwachungs- und Prüfleitlinien.....		28
A.1	Allgemeines	28
A.2	Typprüfung des Herstellers.....	28
A.3	Qualitätskontrolle des Herstellers.....	28
A.4	Außerbetriebliche Prüfungen	28
A.5	Prüfungsumfang.....	28
A.6	Verantwortung des Herstellers.....	28
Anhang B (informativ) Verfahren für das Verschweißen von Ummantelungen.....		33
B.1	Allgemeines	33
B.2	Empfehlungen für den Arbeitsort, die Maschine und die Einrichtung	33
B.3	Schweißgegenstände.....	33
B.4	Stumpfschmelzschweißen	34
B.4.1	Ausrüstung.....	34
B.4.2	Schweißvorgang.....	35
B.5	Extrusionsschweißen.....	35
B.5.1	Ausrüstung.....	35
B.5.2	Schweißvorgang.....	36
Anhang C (informativ) Abfallbehandlung und Recycling		37
Literaturhinweise.....		38

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17415-2:2020) 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 Fernkältenetze 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 EN 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*¹⁾;
- Teil 2: *Werkmäßig gefertigte Verbundformstücke, bestehend aus Stahl- oder Kunststoff-Mediumrohr, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen* (dieses Dokument)¹⁾;
- Teil 3: *Werkmäßig gedämmte Absperrarmaturen für Stahl- oder Plastik-Mediumrohre; Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen*¹⁾.

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

- EN 17414-1, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme — Teil 1: Klassifikation, allgemeine Anforderungen und Prüfung*¹⁾;
- EN 17414-2, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme — Teil 2: Verbundrohrsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff; Anforderungen und Prüfungen*¹⁾;
- EN 17414-3, *Fernkühlungsrohre — Werkmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme — Teil 3: Nicht-Verbund-Rohrsysteme mit Mediumrohren aus Kunststoff; Anforderungen und Prüfungen*¹⁾;
- EN ZZZZZ-1, *Fernkühlungsrohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernkühlungsnetze — Teil 1: Auslegung*¹⁾;
- EN ZZZZZ-2, *Fernkühlungsrohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Fernkühlungsnetze — Teil 2: Installation*¹⁾;
- EN 489-1, *Fernwärmerohre — Einzel- und Doppelrohr-Verbundsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze — Teil 1: Mantelrohrverbindungen und Wärmedämmung für Fernwärmenetze nach EN 13941-1*;
- EN 14419, *Fernwärmerohre — Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für erdverlegte Fernwärmenetze — Überwachungssysteme*.

¹⁾ In Erarbeitung.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen, Auslegung und Prüfverfahren für werkmäßig gefertigte, wärmegeämmte Verbundformstücke für direkt erdverlegte Fernkühlungsverteilungssysteme fest, bestehend aus einem Mediumrohr von DN 15 bis DN 1 200, einer Polyurethan-Hartschaumstoffwärmeämmung und einem Mantel aus Polyethylen.

Das Verbundformstück kann darüber hinaus die folgenden zusätzlichen Bauteile umfassen: Messdrhte, Abstandhalter und Diffusionsbarrieren.

Dieses Dokument behandelt folgende Verbundformstücke: Bogen, T-Stück, Reduzierstück, Kappe, Einmalkompensator und Festpunktelement.

Dieses Dokument ist nur anzuwenden für gedämmte Verbundformstücke, 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 10253-2, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 2: Unlegierte und legierte ferritische Sthle mit besonderen Prüfanforderungen*

EN 12201-2, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen — Polyethylen (PE) — Teil 2: Rohre*

EN 12201-3, *Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen — Polyethylen (PE) — Teil 3: Formstücke*

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

EN 12814-1, *Prüfung von Schweißverbindungen aus thermoplastischen Kunststoffen — Teil 1: Biegeversuch*

EN 13018, *Zerstörungsfreie Prüfung — Sichtprüfung — Allgemeine Grundlagen*

EN 13067, *Kunststoffschweißpersonal — Anerkennungsprüfung von Schweißern — Thermoplastische Schweißverbindungen*

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

EN 14870-1, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Im Induktionsverfahren gefertigte Rohrbögen, Fittings und Flansche für Rohrleitungs-Transportsysteme — Teil 1: Im Induktionsverfahren gefertigte Rohrbögen (ISO 15590-1:2009, modifiziert)*

EN 17415-1:2020, Fernkühlungsrohre — Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernkältenetze — Teil 1: Werkmäßig gefertigte Verbundrohrsysteme, bestehend aus Stahl- oder Kunststoff-Mediumrohr, Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen²⁾

EN 13941-1, Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze — Teil 1: Auslegung³⁾

EN 13941-2, Fernwärmerohre — Auslegung und Installation von gedämmten Einzel- und Doppelrohr-Verbundsystemen für direkt erdverlegte Heißwasser-Fernwärmenetze — Teil 2: Installation³⁾

EN ISO 3452-1, Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1)

EN ISO 5579, Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Film und Röntgen- oder Gammastrahlen — Grundlagen (ISO 5579)

EN ISO 5817, Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817)

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 9606-1, Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1)

EN ISO 9692-1:2013, Schweißen und verwandte Prozesse — Arten der Schweißnahtvorbereitung — Teil 1: Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen, Gasschweißen, WIG-Schweißen und Strahlschweißen von Stählen (ISO 9692-1:2013)

EN ISO 9934-1, Zerstörungsfreie Prüfung — Magnetpulverprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 9934-1)

EN ISO 10675-1, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ISO 10675-1)

EN ISO 11666, Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 11666)

EN ISO 13760, Kunststoffrohre für den Transport von Fluiden unter Druck — Minersche Regel — Berechnungsverfahren für kumulative Schädigungen (ISO 13760)

EN ISO 14732, Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732)

EN ISO 15607, Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Allgemeine Regeln (ISO 15607)

EN ISO 16810, Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Allgemeine Grundsätze (ISO 16810)

²⁾ In Erarbeitung.

³⁾ In Erarbeitung.

EN ISO 17636-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1)*

EN ISO 17636-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren (ISO 17636-2)*

EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637)*

EN ISO 17638, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung (ISO 17638)*

EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640)*

EN ISO 23277, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23277)*

EN ISO 23278, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23278)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 17415-1.

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/>

4 Anforderungen

4.1 Allgemeine Anforderungen

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

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

4.2 Mediumrohrteile

4.2.1 Stahl-Mediumrohrteile

4.2.1.1 Allgemeines

Der Werkstoff der Stahlteile von Formstücken muss nach EN 10204 zertifiziert sein. Sofern der Verbraucher die Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe verlangt, muss dies bei der Bestellung festgelegt werden. Wurde dies bei der Bestellung festgelegt, müssen dem Endverbraucher die entsprechenden Werkstoffzertifikate bereitgestellt werden.

4.2.1.2 Spezifikation

Der Stahlwerkstoff des Formstücks muss den Stahlsortenspezifikationen in EN 17415-1 entsprechen.

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

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

Jede spätere Anfrage hinsichtlich der Bereitstellung eines solchen Dokuments könnte zu spät sein und gegebenenfalls vom Hersteller nicht mehr erfüllt werden, da dieser die Zuweisung von 3.1-Zertifikaten zu den Rohren und Rohrteilen vor dem Produktionsbeginn organisieren muss.

4.2.1.3 Wanddicke und Durchmesser

Entsprechend dem Anwendungsbereich dieses Dokuments müssen alle Bauteile für einen Betriebsdruck von mindestens 16 bar ausgelegt sein.

Wenn die Verbundformstücke für den Einsatz bei Drücken über 16 bar vorgesehen sind, werden gesonderte Berechnungen erforderlich.

Die Mindestnennwanddicke aller Bauteile muss vor der Bearbeitung mindestens die gleiche sein wie die der Mediumrohre nach EN 17415-1.

Der Nenndurchmesser, der Außendurchmesser, die Toleranzen für den Durchmesser der Rohrenden und die Wanddicke müssen den Festlegungen für Mediumrohre nach EN 17415-1 genügen.

Je nach Gestaltungserwägungen dürfen auch andere Wanddicken als in EN 17415-1 angegeben verwendet werden. Diese dürfen jedoch in keinem Fall die in EN 17415-1 angegebenen Mindestwerte unterschreiten.

Alle Bauteile müssen nach EN 13941-1⁴⁾ für die Belastungen und Beanspruchungen ausgelegt sein, die üblicherweise während der Lebensdauer der Verbundformstücke (oder des Bauteils) auftreten.

4.2.1.4 Bögen

4.2.1.4.1 Stumpfgeschweißte Bögen

Die Maße müssen EN 10253-2 entsprechen, mit der Ausnahme, dass der Biegeradius mindestens das 1,5fache des Außendurchmessers beträgt.

4.2.1.4.2 Kaltverformte Bögen

Kaltverformte Bögen sind aus nahtlosen oder längsgeschweißten Rohren herzustellen. Bei kaltverformten Bögen aus längsgeschweißten Rohren muss die Schweißwulst auf den Faktor $V = 1$ (Berechnungsspannung = 100 %) geschweißt werden.

Nach dem Biegen darf die Mindestwanddicke des gebogenen Rohrs nicht weniger als 85 % der Wanddicke des geraden Rohrs betragen (siehe EN 17415-1).

⁴⁾ In Erarbeitung.

Die maximale Ovalität der gebogenen Fläche darf 6 % nicht überschreiten.

Die Gleichung für die Berechnung der Ovalität lautet:

$$o = \frac{(D_{s \max} - D_{s \min})}{D_s} \times 100 \quad (1)$$

Dabei ist

o die Ovalität, in %;

$D_{s \max}$ der größte Außendurchmesser;

$D_{s \min}$ der kleinste Außendurchmesser im gleichen Querschnitt in der Biegezone;

D_s der festgelegte Außendurchmesser.

Auf der gebogenen Fläche darf keine Faltenbildung auftreten. Wellen dürfen zulässig sein, wenn die größte Höhe zwischen Wellental und Wellenberg 25 % der Nennwanddicke des gebogenen Rohres nicht überschreitet.

4.2.1.4.3 Warmverformte Bögen

Bei Bögen, die durch Warmverformung mit Hilfe von Induktionsheizungen aus geraden Rohren hergestellt wurden (im Induktionsverfahren gefertigte Rohrbögen), ist keine Wärmebehandlung erforderlich, sofern dieses Verfahren mit unlegiertem oder niedrig legiertem Stahl mit $[Mo] < 0,65 \%$ durchgeführt wird. Warmverformte Bögen müssen in Übereinstimmung mit EN 14870-1 geliefert werden.

Falls beim Biegen andere Erwärmungsverfahren angewendet werden, ist im Anschluss an das Biegen der Rohre eine Wärmebehandlung erforderlich.

Falls ein warmverformtes Bogenstück aus einem Leitungsrohr hergestellt werden muss, muss dies dem Rohrhersteller gegenüber bei der Auftragserteilung spezifiziert werden, so dass der Rohrhersteller dies bei der Auswahl der (chemischen) Zusammensetzung des Rohrwerkstoffs und des Schweißzusatzwerkstoffs berücksichtigen kann.

Es wird empfohlen, je Charge, Durchmesser, Wanddicke und Biegeradius durch mechanische Prüfung zu bestimmen, dass die Rohrbögen mit den geltenden Werkstoffspezifikationen übereinstimmen. Das übliche Verfahren ist die Herstellung eines repräsentativen Rohrbogens oder eines (zusätzlichen) Rohrbogensegments ausreichender Länge im Verlauf des Produktionsprozesses und die Prüfung von 10 % der Rohrbögen.

4.2.1.4.4 Toleranzen der Biegewinkel

Die Abweichung vom Nennbiegewinkel darf die in Tabelle 1 angegebenen Toleranzen nicht überschreiten.

Tabelle 1 — Abweichungen vom Nennbiegewinkel

Nenndurchmesser des Mediumrohrs	Abweichung
$\leq \text{DN } 200$	$\pm 2,0^\circ$
$> \text{DN } 200$	$\pm 1,0^\circ$

4.2.1.5 T-Stücke

4.2.1.5.1 Geschmiedete T-Stücke

Die Wanddicken t und t_1 (siehe EN 10253-2) müssen mindestens denen der geraden Rohre entsprechen (siehe EN 17415-1). Alle anderen Abmessungen müssen mit EN 10253-2 übereinstimmen.

4.2.1.5.2 Geschweißte T-Stücke

Geschweißte T-Stücke müssen durch Ziehen eines Kragens, an den ein Abzweig angeschweißt wird, oder durch direktes Anschweißen des Abzweigs an das Hauptrohr hergestellt werden. Die Wanddicke des Kragens muss mindestens der des Abzweigs entsprechen (siehe EN 17415-1). Der Kragen muss an der der Schweißnaht des Hauptrohrs gegenüberliegenden Seite gezogen werden. Bei Anwendung eines direkt an das Hauptrohr angeschweißten Abzweigs dürfen Ausgleichsscheiben (zur Verstärkung) nach den Anforderungen von EN 13941-1⁵⁾ eingesetzt werden.

4.2.1.5.3 Toleranzen der Winkel zwischen Abzweigen und Hauptrohren

Die Abzweige müssen mit einer Toleranz von $\pm 2,0^\circ$ rechtwinklig an die Hauptrohre anschließen.

4.2.1.6 Reduzierstücke

Die Reduzierstücke müssen EN 10253-2 entsprechen, mit Ausnahme der Wanddicken t und t_1 (siehe EN 10253-2), die mindestens denen der geraden Rohre (siehe EN 17415-1) entsprechen müssen, die mit den Formstücken verschweißt werden sollen.

4.2.1.7 Festpunktelemente

Festpunktelemente müssen mit der Information in Bezug auf die maximalen Belastungen gekennzeichnet sein, für die die Konstruktion ausgelegt und berechnet wurde. Die Bauweise der Festpunktelemente darf keinen Einfluss auf die Lebensdauer des Systems haben.

4.2.1.8 Einmalkompensatoren

Einmalkompensatoren müssen die Anforderungen nach EN 13941-1⁵⁾ erfüllen.

4.2.1.9 Kappen

Kappen (gewölbte Böden) müssen EN 10253-2 entsprechen und die Anforderungen nach EN 13941-1⁵⁾ erfüllen.

4.2.1.10 Schmelzschweißen von Stahlformstücken

4.2.1.10.1 Schweißzusatzwerkstoff

Der Schweißzusatzwerkstoff muss nach dem Verschweißen mechanische Eigenschaften aufweisen, die mit denen des Grundmetalls vergleichbar sind.

⁵⁾ In Erarbeitung.

4.2.1.10.2 Schweißverfahren

Alle Schmelzschweißverfahren dürfen angewendet werden, das Elektroschweißen mit Mantelelektroden und das Metall-Schutzgas-Schweißen sind jedoch vorzuziehen. Das Schweißverfahren muss nach EN ISO 15607 festgelegt werden und anerkannt sein.

Der Hersteller darf das Anerkennungsverfahren selbst wählen.

Formstücke mit einer Wanddicke $\geq 5,6$ mm müssen in mehr als einem Durchgang geschweißt werden.

4.2.1.10.3 Schweißvorbereitungen

Die Rohrenden müssen dem angewendeten Schweißverfahren entsprechend vorbereitet werden. Beim Schweißen mit Mantelelektroden oder beim Metall-Schutzgas-Schweißen müssen Rohrenden und Schweißformstücke von gleicher Wanddicke nach EN ISO 9692-1 vorbereitet werden.

Tabelle 2 dieses Dokuments ist nach EN ISO 9692-1:2013, Tabelle 1, abgeleitet und gibt die Beziehung zwischen Wanddicke und Kennzahlnummer wieder.

Tabelle 2 — Vorbereitung der Enden von Rohren und Formstücken für das Schweißen nach EN ISO 9692-1:2013

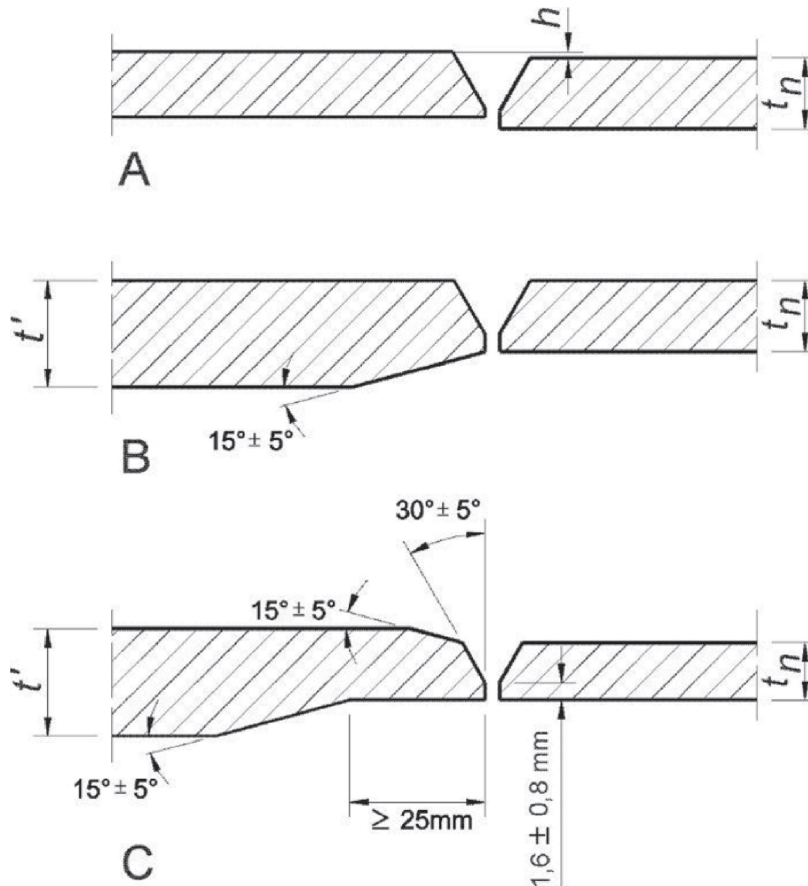
Symbol	Art der Vorbereitung	Wanddicke t von Stahl-Mediumrohr-Formstücken oder -Formstückenden	Verweisung auf EN ISO 9692-1:2013, Tabelle 1
II	I-Fuge	$t < 3$ mm	1.2.1
V	Einzelne V-Fuge	$3 \text{ mm} \leq t \leq 10$ mm	1.3
Y	Einzelne Y-Fuge mit breitem Steg	$t > 10$ mm	1.5
ANMERKUNG Symbole sind in Übereinstimmung mit EN ISO 2553 angegeben.			

Rohrenden und Formstücke unterschiedlicher Wanddicken sind nach Tabelle 3 und Bild 1 dieses Dokuments herzustellen und in Bezug auf den Versatz anzupassen.

Tabelle 3 — Versatzanpassung und Wanddickendifferenz

	Anpassung	Erforderliche Maßnahme
Versatz		
Versatz $h \leq 0,3 t$, max. 1 mm	Bild 1, Einzelheit A	
Versatz $1 \text{ mm} < h \leq 10$ mm		Anpassung der Rohrenden
Versatz $h > 10$ mm	Zusätzliches Formstück	Gesondert hergestelltes Stahlformstück mit Mindestlänge. Die Schweißnahtabstände müssen so bemessen sein, dass die Wärmeeinflusszonen sich nicht überlappen oder wechselseitig beeinflussen. Ein Abstand von 100 mm oder mehr wird empfohlen. Der Abstand beträgt mindestens 50 mm.

	Anpassung	Erforderliche Maßnahme
Wanddickendifferenz		
Wanddickendifferenz: $t' \leq 1,5 t_n$	Bild 1, Einzelheit B	Anpassung der dickeren Wand t'
Wanddickendifferenz: $t' > 1,5 t_n$	Bild 1, Einzelheit C	Anpassung beider Seiten



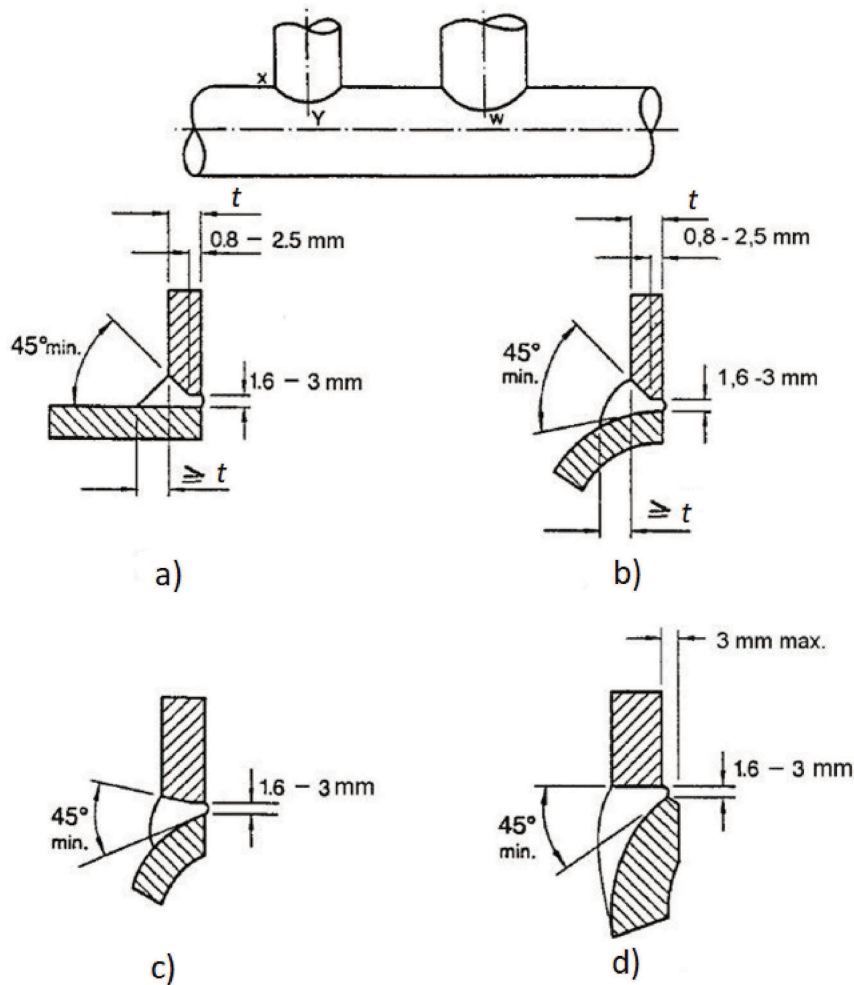
Legende

h Versatz
 t_n kleinste Wanddicke
 t' größte Wanddicke

Bild 1 — Versatz, Wanddickendifferenz und Vorbereitung der Enden von Stahl-Mediumrohren nach EN 13941-2⁶⁾

Bei der Herstellung von T-Stücken mit direkt an das Hauptrohr geschweißtem Abzweig müssen die Vorbereitungen Bild 2 entsprechen.

⁶⁾ In Erarbeitung.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|---|
| a | Schnitt X an der Gabelung des rechtwinkligen Abzweigs | c | Schnitt Y an der Flanke eines ungleichen Abzweigs. Verhältnis der Durchmesser $> 2/3$ |
| b | Schnitt Y an der Flanke eines ungleichen Abzweigs. Verhältnis der Durchmesser $\leq 2/3$ | d | Schnitt W an der Flanke eines gleichen Abzweigs |

Bild 2 — Vorbereitung von aufgesetzten Abzweigen

4.2.1.10.4 Prüfung der Schweißverbindungen

Bei Durchführung einer Sichtprüfung der Oberfläche muss diese in Übereinstimmung mit 5.3.1 erfolgen. Diese Untersuchungen umfassen eine Überprüfung der Oberfläche, der Innenseite, der Verbindungsgeometrie und diverser Mängel. Die Schweißung muss der „Güteklasse B“ nach EN ISO 5817 entsprechen.

Bei der Prüfung der Dichtheit nach 5.3.2 oder 5.3.3 müssen die Schweißverbindungen die dort aufgeführten Bedingungen erfüllen.

Bei Durchführung von zerstörungsfreien Prüfungen müssen diese in Übereinstimmung mit 5.3.4 erfolgen. Die Schweißung muss der „Güteklasse B“ nach EN ISO 5817 entsprechen.

4.2.1.10.5 Befähigung des Schweißers

Der Schweißer muss eine gültige Prüfbescheinigung nach EN ISO 9606-1 für die betreffenden Verfahren, Werkstoffgruppen, Maßbereiche und Schweißpositionen besitzen. Das Schweißpersonal von maschinellen Schweißeinrichtungen muss nach EN ISO 14732 qualifiziert sein.

4.2.1.11 Oberflächenbeschaffenheit

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

- a) vor dem PUR-Schaumstoff muss die äußere Rohroberfläche gereinigt werden, damit sie frei von Rost, Walzsinter, Ölen, Fetten, Staub, Beschichtungsstoffen, Feuchtigkeit und anderen Verunreinigungen ist;
- b) 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.

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

4.2.2 Kunststoff-Mediumrohrteile

4.2.2.1 Allgemeines

Jedes Verbundrohrsystem muss aus Bauteilen (Rohre und Formstücke) derselben Druckklasse und Werkstoffklassifizierung zusammengesetzt sein.

4.2.2.2 Spezifikation

Kunststoff-Mediumrohrteile und -Formstücke müssen

- aus Polyethylen PE 100 hergestellt sein und **EN 12201-3** entsprechen,
oder alternativ
- aus PP, PB, PE-X, PE-RT oder einem Werkstoff für Mehrschichtverbund-Rohr M hergestellt sein und Teil 3 der jeweiligen Rohrnorm, wie in **EN 17414-2** angegeben, entsprechen.

Aus PE hergestellte Mediumrohr-Formstücke müssen verbunden mit Mediumrohren oder als Teil einer Baugruppe, bei der mehr als ein Formstück nach **EN 12201-2** mit Mediumrohren zusammengefügt ist, geprüft werden.

Aus PP, PB, PE-X, PE-RT oder einem Werkstoff für Mehrschichtverbund-Rohr M hergestellte Mediumrohr-Formstücke müssen verbunden mit Mediumrohren oder als Teil einer Baugruppe, bei der mehr als ein Formstück nach Teil 2 der jeweiligen in **EN 17414-2** angegebenen Rohrnorm mit Mediumrohren zusammengefügt ist, geprüft werden.

4.2.2.3 Wanddicke und Durchmesser

Die Nenn-Außendurchmesser und Durchmessertoleranzen der PE-Kunststoff-Mediumrohrenden müssen der EN 12201-2 entsprechen.

Die Wanddicke der PE-Kunststoff-Mediumrohrenden müssen EN 12201-2 und den in EN 17415-1:2020, Tabelle 3 angegebenen, für eine Dauerbetriebstemperatur von 30 °C und eine Lebensdauer von 50 Jahren berechneten SDR-Zahlen entsprechen. Andere Temperatur-/Zeitprofile dürfen nach EN ISO 13760 (der Minerschen Regel) angewendet werden. EN 17415-1:2020, Anhang D enthält weitere Informationen.

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

Die Nenn-Außendurchmesser und Durchmessertoleranzen der PP-, PB-, PE-X-, PE-RT- und Mehrschichtverbund-Kunststoff-Mediumrohrenden müssen Teil 2 der jeweiligen Rohrnorm nach EN 17414-2 entsprechen.

Die Wanddicke und die Toleranz der tatsächlichen Wanddicke der PP-, PB-, PE-X-, PE-RT- und Mehrschichtverbund-Kunststoff-Mediumrohrenden müssen Teil 2 der jeweiligen Rohrnorm nach EN 17414-2 entsprechen. Die SDR-Zahlen für die PP-, PB-, PE-X-, PE-RT- und Mehrschichtverbund-Kunststoff-Mediumrohrenden müssen EN 17414-2 entsprechen.

Für Kunststoff-Mediumrohr-Formstücke muss der auf das Formstück bezogene Minderungsfaktor (Reduktionsfaktor) berücksichtigt werden. Für die Berechnung von PN muss die folgende Minderungsregel angewendet werden:

$$PN = f_B \times PN_{\text{pipe}}$$

Dabei ist

f_B der Minderungsfaktor $\leq 1,0$ in Bezug auf das Kunststoff-Mediumrohr-Formstück

PN_{pipe} der Nenndruck des geraden Kunststoff-Mediumrohrendes

Die gleiche Druckklasse von Formstück und Rohrenden muss durch Berechnung der Mindestwanddicke des Kunststoff-Mediumrohr-Formstücks auf Grundlage der für die Kunststoff-Mediumrohrenden benötigten SDR-Zahl und des Minderungsfaktors in Bezug auf das Formstück erzielt werden. Für eine annähernde Berechnung von SDR und Mindestwanddicke des Formstücks kann die folgende Minderungsregel angewendet werden:

$$SDR_{\text{fitting}} \approx f_B \times SDR_{\text{pipe}}$$

$$t_{\text{fitting}} = D_o / SDR_{\text{fitting}}$$

Dabei ist

t_{fitting} die nötige Mindestwanddicke des Kunststoff-Mediumrohr-Formstücks

D_o der Außendurchmesser des geraden Kunststoff-Mediumrohrendes

4.2.2.4 Bögen

Der Biegeradius muss vom Hersteller angegeben werden und mindestens das 1,5fache des Außendurchmessers betragen.

Für Segmentbögen mit Schnittflankenwinkeln von 7,5° bis 15° muss ein Minderungsfaktor von 0,8 angesetzt werden. Der Hersteller darf jedoch durch Prüfung die Anwendbarkeit eines höheren Minderungsfaktors nachweisen.

Für aus Rohren hergestellte Bögen mit großem Radius wird üblicherweise kein Minderungsfaktor angewendet. Dies ist durch Prüfung vom Hersteller nachzuweisen.

4.2.2.5 T-Stücke

Für T-Stücke aus Rohrsegmenten muss ein Minderungsfaktor von 0,6 angesetzt werden. Der Hersteller darf jedoch durch Prüfung die Anwendbarkeit eines höheren Minderungsfaktors nachweisen.

4.2.2.6 Reduzierstücke

Die zylindrischen Teile von Reduzierstücken müssen denselben Durchmesser und dieselbe Wanddicke wie die geraden Kunststoff-Mediumrohre haben, mit denen sie verbunden werden.

Der Hersteller muss die Länge des Reduzierstücks (ohne zusätzliche Mediumrohrenden) und den Minderungsfaktor des Reduzierstücks auf Grundlage eigener Prüfung angeben.

4.2.2.7 Kappen

Der Hersteller muss den Minderungsfaktor von Endkappen auf Grundlage eigener Prüfung angeben.

Die Gesamtlänge von für das Elektroschweißen geeigneten Endkappen muss vom Hersteller angegeben werden.

4.2.2.8 Oberflächenbeschaffenheit

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

Vor der Dämmung muss die äußere Oberfläche des Rohrteils gereinigt werden, damit sie frei von Ölen, Fetten, Staub, Beschichtungsstoffen, Feuchtigkeit und anderen Verunreinigungen ist.

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

4.2.2.9 Anforderungen an das Schweißen von Kunststoff-Mediumrohren

Der Schweißer muss eine gültige Prüfbescheinigung nach EN 13067 für die betreffenden Werkstoffe, Maßbereiche, Verfahren und Schweißpositionen besitzen.

Wenn mit diesem Dokument übereinstimmende PE-Mediumrohr-Formstücke miteinander oder mit Mediumrohrenden nach EN 12201-2 verbunden werden, müssen die Verbindungen den Anforderungen nach EN 12201-5 entsprechen.

Wenn mit diesem Dokument übereinstimmende PP-, PB-, PE-X-, PE-RT- oder Mehrschichtverbund-Mediumrohr-Formstücke miteinander oder mit Mediumrohrenden nach Teil 2 der jeweiligen Rohrnorm nach EN 17414-2 verbunden werden, müssen die Verbindungen den Anforderungen von Teil 5 der jeweiligen Rohrnorm nach EN 17414-2 entsprechen.

ANMERKUNG Für das PE-Schweißen siehe auch Anhang B.

4.3 Ummantelung

Ummantelungen müssen die Anforderungen nach EN 17415-1 erfüllen.

Die Ummantelung muss nach 5.5 dieses Dokuments geprüft werden.

4.4 Polyurethan-Schaumstoffwärmedämmung (PUR)

Die PUR-Schaumstoffwärmedämmung für Verbundformstücke muss die Anforderungen von EN 17415-1 erfüllen und nach 5.6 dieses Dokuments geprüft werden. Zum Nachweis der Schaumstoffeigenschaften müssen den Verbundformstücken Probekörper nach 5.2 dieses Dokuments entnommen werden.

4.5 Verbundformstücke

4.5.1 Formstückenden

4.5.1.1 Mediumrohr

Die Enden der Mediumrohre bzw. des Mediumrohrs müssen frei von Dämmmaterial sein. Die Länge der freien Enden muss in Übereinstimmung mit EN 17415-1 sein.

Die Enden der Stahl- bzw. Kunststoff-Mediumrohre müssen nach EN 17415-1 für das Schweißen vorbereitet werden.

4.5.1.2 Koaxialitätsabweichung

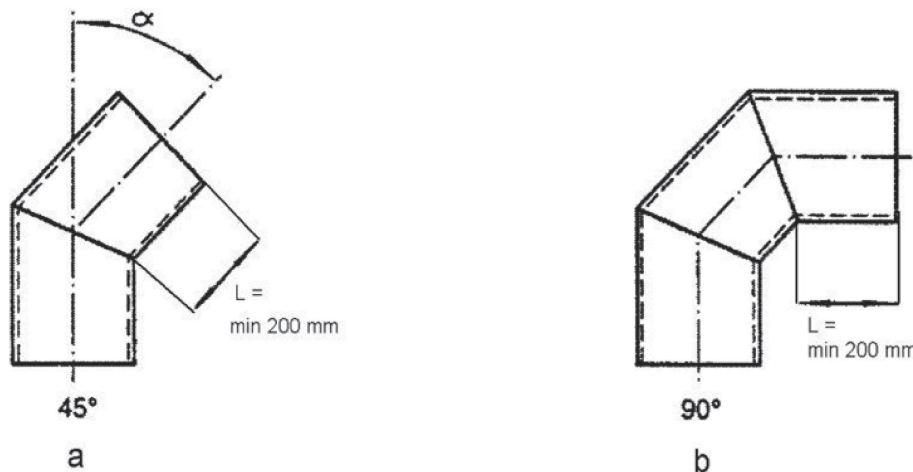
Bei Prüfung nach 5.7.1 darf der Abstand zwischen den Mittellinien des Mediumrohrs und der Ummantelung an den Enden der Formstücke die in EN 17415-1 angegebenen Grenzwerte nicht überschreiten.

4.5.1.3 Winkelabweichung zwischen Mediumrohr und Ummantelung

Bei Prüfung nach 5.7.1 darf die Winkelabweichung zwischen den Mittellinien des nicht gedämmten Endes des Mediumrohrs und der Ummantelung auf einer Länge von 100 mm vom Ende aus nicht mehr als 2° betragen.

4.5.2 Winkel zwischen Ummantelungssegmenten der Bögen und Mindestlänge

Der größte Winkel α zwischen zwei aneinander stoßenden Ummantelungssegmenten eines Bogens darf 45° nicht überschreiten, siehe Bild 3. Die Länge L der Ummantelung an den Enden der Formstücke muss mindestens 200 mm betragen, siehe Bild 3.



Legende

- a $\alpha \leq 45^\circ$ mit mindestens 2 Segmenten
- b $\alpha > 45^\circ$ mit mindestens 3 Segmenten

Bild 3 — Segmentäre Mantelrohrbögen

4.5.3 Anforderungen an das Verschweißen von Polyethylen-Ummantelungen

4.5.3.1 Allgemeines

Die Güte einer PE-Schweißung lässt sich nur schwer mit zerstörungsfreien Verfahren prüfen.

Durch die Einhaltung geeigneter Arbeitsverfahren ist die Dichtheit der Schweißungen sicherzustellen.

Der Schweißvorgang sollte daher nach einem Anhang B entsprechenden oder gleichwertigen dokumentierten Verfahren durchgeführt werden.

Für das PE-Schweißen müssen die folgenden Vorsichtsmaßnahmen getroffen und dokumentiert werden:

- a) nur Ummantelungswerkstoffe, die die Anforderungen nach EN 17415-1 erfüllen, dürfen verwendet werden;

ANMERKUNG Für die Ummantelung von Formstücken werden üblicherweise PE-Rohre als halbfertige Erzeugnisse verwendet.

- b) Schweißzusatzwerkstoffe aus PE müssen die Anforderungen nach EN 17415-1 erfüllen;
- c) es müssen bewährte Schweißprozesse unter Verwendung geeigneter und gewarteter Geräte und Werkzeuge angewendet werden;
- d) der Schweißer muss eine gültige Prüfbescheinigung nach EN 13067 für die betreffenden Werkstoffe, Maßbereiche, Verfahren und Schweißpositionen besitzen;
- e) eine 100%ige Sichtprüfung nach 4.5.3.3 muss durchgeführt werden.

4.5.3.2 Schmelzflussrate

Die Schmelzflussraten der zu verschweißenden Ummantelungen dürfen sich bei der Bestimmung nach EN 17415-1 um nicht mehr als 0,5 g/10 min unterscheiden.

4.5.3.3 Äußere Beschaffenheit

Alle Schweißungen müssen nach 5.7.2 geprüft werden. Die folgenden Anforderungen müssen erfüllt werden:

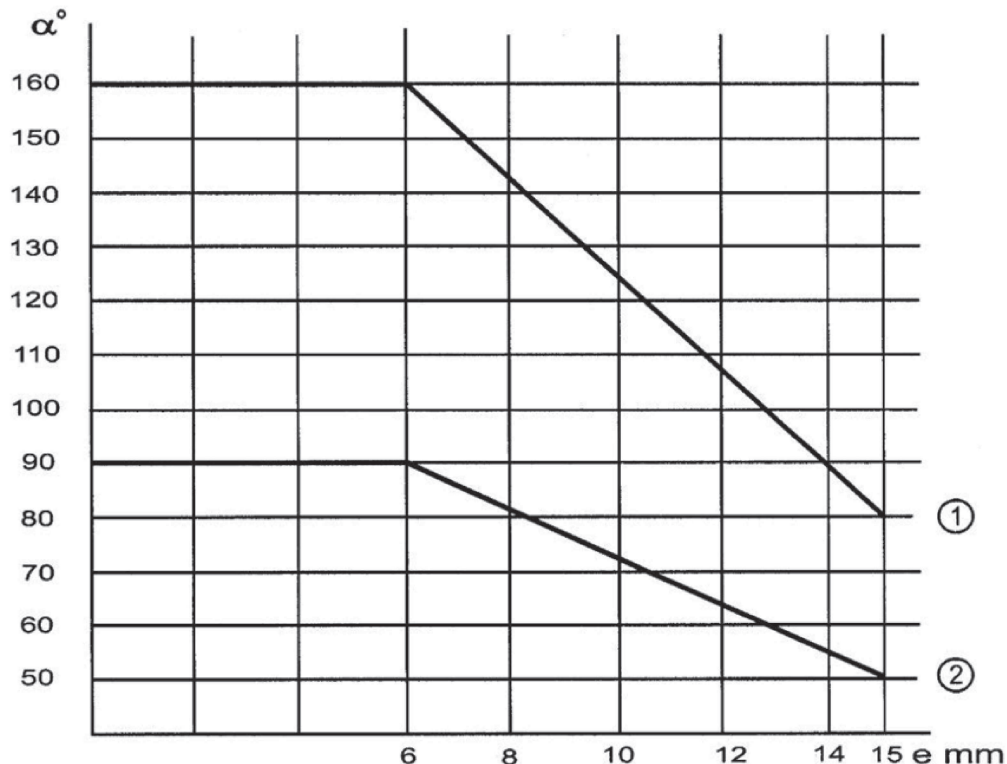
- a) Stumpfschmelzschweißen:
 - 1) die Kehle zwischen den Schweißwülsten darf nicht bis unter die Oberfläche des Rohrs reichen;
 - 2) der zulässige Versatz bei einer Stumpfschweißung darf über die gesamte Länge der Schweißnaht höchstens 20 % der Wanddicke betragen. An bestimmten Formstücken, wie z. B. stranggepressten T-Stücken, dürfen ein Versatz von bis zu 30 % und die sich daraus ergebende Ungenauigkeit toleriert werden. Der zulässige Versatz der Stumpfschweißung gilt sowohl innen als auch außen. Bei zwei unterschiedlichen Wanddicken muss der zulässige Versatz auf die geringere Wanddicke bezogen werden;
 - 3) die beiden Schweißwülste müssen bei gleichen Rohrwanddicken annähernd gleich und symmetrisch sein;
 - 4) die Schweißwülste müssen über die gesamte Länge annähernd die gleiche Form und Größe aufweisen. Eine Doppelwulstbreite von etwa $(0,6 - 1,2) \times e$ mm muss erreicht werden. Bei $e < 6$ mm muss jedoch eine Breite von $2 \times e$ mm erreicht werden (für die Probenkörperdicke e siehe Bild 4);
 - 5) die Wanddicke der Ummantelung ist zu überprüfen;
 - 6) die Schweißwülste müssen glatt, gerundet und frei von Graten, Kerben oder wesentlichen Abdrücken der Werkzeuggrennlinie sein.

b) Extrusionsschweißnähte:

- 1) der Schweißzusatzwerkstoff muss die Schweißverbindung vollständig ausfüllen;
- 2) im Verlauf von zerstörenden Prüfungen darf die Naht weder im Längs- noch im Querschnitt sichtbare Auftrennungen oder Bindefehler zwischen dem Schweißzusatz- und dem Mantelwerkstoff zeigen;
- 3) die Nahtoberfläche muss konvex geformt und um 10 % bis 40 % der Wanddicke höher als die Manteloberfläche sein;
- 4) die Kanten der V-förmigen Naht des Mantelwerkstoffs müssen mit ≥ 2 mm von der überlappenden Schweißnaht bedeckt sein;
- 5) neben der Schweißnaht muss eine Schmelzmarke des Schweißschuhs zu sehen sein;
- 6) Schmelzgrate dürfen auftreten und sind gegebenenfalls kerbfrei zu entfernen;
- 7) die Nahtwurzel muss durchgeschweißt werden. Kerben in der Nahtwurzel sind unzulässig. Wurzelrückfall ist örtlich bis zu einer Länge von etwa 20 mm und einer Tiefe von $\leq 0,1 \times e$, höchstens jedoch 1 mm, zulässig;
- 8) die Wanddicke der Ummantelung ist zu überprüfen;
- 9) Kerben an den Kanten (aufgrund der Schweißschuhmarken oder der Bearbeitung) sind allgemein zulässig, wenn diese flach zulaufen und nicht mehr als 10 % der Wanddicke betragen;
- 10) an der Nahtwurzel ist ein Austriebsgrat von 20 % der Wanddicke zulässig;
- 11) Schweißbindefehler sind unzulässig;
- 12) Poren und Lunker dürfen 15 % der Hauptrohrwanddicke nicht übersteigen;
- 13) Kantenversatz darf bis zu 20 % der Rohrwanddicke an der Wurzelseite betragen, höchstens jedoch 2 mm.

4.5.3.4 Biegeversuch

Bei Prüfung nach EN 12814-1 dürfen bis zum Erreichen des Prüfwinkels keine Risse/Brüche in der Schweißnaht auftreten. Der Mindestbiegewinkel α muss den im Diagramm in Bild 4 angegebenen Werten entsprechen.



Legende

- | | | | |
|---|---------------------|----------|---------------------------|
| 1 | Stumpfschweißen | α | Biegewinkel |
| 2 | Extrusionsschweißen | e | Wanddicke der Ummantelung |

Bild 4 — Mindestbiegewinkel

4.5.4 Dichtigkeit der geschweißten Ummantelung

Die Formstücke müssen dicht sein.

Falls nach dem Verschäumen an der Außenseite der Schweißstelle PUR-Schaumstoff sichtbar ist, muss die gesamte Ummantelung entfernt und die gesamte Fertigungsserie geprüft werden.

Der Schweißprozess muss fehlerfrei sein und das Produkt muss nach 4.5.3.3 und 4.5.3.4 geprüft werden.

ANMERKUNG Anhang B enthält eine Leitlinie für die Ausbildung, Prozessparameter, Wartung und sachgemäße Ausführung der Arbeit.

4.5.5 Durchmesser und Wanddicke der Ummantelung

Der Außendurchmesser und die Mindestwanddicke der Ummantelung müssen EN 17415-1 entsprechen.

4.5.6 Mindestdicke der Wärmedämmung in Rohrbögen

Bei der Messung nach 5.7.4 darf die Dicke der Wärmedämmung in den Bögen an keinem Punkt weniger als 50 % der Nenndämmdicke nach EN 17415-1 und an keinem Messpunkt weniger als 15 mm betragen.

4.5.7 Toleranzen bei den Hauptmaßen der Formstücke

Die Toleranzen für die vom Hersteller angegebenen Hauptmaße der in Bild 5 dargestellten Formstücke müssen Tabelle 4 entsprechen.