

DIN EN 545

ICS 23.040.10; 23.040.40

Einsprüche bis 2008-10-25
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 545:2007-02**Entwurf****Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren;
Deutsche Fassung prEN 545:2008**

Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines –
Requirements and test methods;
German version prEN 545:2008

Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour
canalisations d'eau –
Prescriptions et méthodes d'essai;
Version allemande prEN 545:2008

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-08-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

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

Gesamtumfang 96 Seiten

Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) im DIN
Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm ist vom Technischen Komitee CEN/TC 203 „Gusseiserne Rohre, Formstücke und ihre Verbindungen“ (Sekretariat: AFNOR) unter deutscher Mitarbeit ausgearbeitet worden.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Normenausschuss NA 082-00-05 AA „Gusseiserne Rohre und Formstücke“ im Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 545:2007-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einführung der Druckklassen mit den Konsequenzen auf Bauteildimensionierung und –Eigenschaften sowie die Zuordnung der ehemaligen Wanddickenklassen zu den Druckklassen
- b) Ausweitung des Anwendungsbereiches
- c) Zinkmassen nicht weniger als 200g/m²
- d) Anpassung an europäische Direktiven
- e) Die Verlegelänge und die Muffentiefe wurden den Erfordernissen der Praxis angepasst.

Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen — Anforderungen und Prüfverfahren

Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour canalisations d'eau — Prescriptions et méthodes d'essai

Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines — Requirements and test methods

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.2

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Technische Anforderungen	10
4.1 Allgemeines	10
4.1.1 Rohre und Formstücke duktile Gusseiserne	10
4.1.2 Oberflächenbeschaffenheit und Ausbesserungen	11
4.1.3 Verbindungsarten und Verbindung mit anderen Außendurchmessern	11
4.1.4 Stoffe in Kontakt mit Wasser für den menschlichen Gebrauch	12
4.2 Druckklasse	12
4.3 Maßanforderungen	13
4.3.1 Dicke von Rohren und Formstücken	13
4.3.2 Durchmesser	13
4.3.3 Länge	14
4.3.4 Geradheit der Rohre	17
4.4 Werkstoffkennwerte	17
4.4.1 Festigkeitseigenschaften	17
4.4.2 Härte	18
4.5 Umhüllungen und Auskleidungen für Rohre	18
4.5.1 Allgemeines	18
4.5.2 Zinküberzug mit Deckbeschichtung	18
4.5.3 Zementmörtelauskleidung	19
4.6 Umhüllungen und Auskleidungen für Formstücke und Zubehörteile	21
4.6.1 Allgemeines	21
4.6.2 Beschichtung	21
4.7 Kennzeichnung der Rohre, Formstücke und Zubehörteile	21
4.7.1 Rohre und Formstücke	21
4.7.2 Zubehörteile	22
4.8 Dichtheit	22
5 Anforderungen an die Funktionsfähigkeit von Verbindungen und Rohrsätteln	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Bewegliche Verbindungen	23
5.2.1 Allgemeines	23
5.2.2 Prüfbedingungen	23
5.2.3 Prüfparameter	24
5.3 Bewegliche längskraftschlüssige Verbindungen	25
5.4 Flanschverbindungen, angegossen, eingeschraubt, angeschweißt und lose	25
5.5 Rohrsättel	26
5.5.1 Prüfbedingungen	26
5.5.2 Ringraum	27
6 Prüfverfahren	27
6.1 Rohrmaße	27
6.1.1 Wanddicke	27
6.1.2 Außendurchmesser	27
6.1.3 Innendurchmesser	27
6.1.4 Länge	28
6.2 Geradheit der Rohre	28
6.3 Zugversuch	28
6.3.1 Proben	28
6.3.2 Herstellen des Probestabes	28
6.3.3 Einrichtung und Prüfverfahren	29

6.3.4	Prüfergebnisse	29
6.4	Brinellhärte.....	30
6.5	Dichtheitsprüfung für Rohre und Formstücke im Werk	30
6.5.1	Allgemeines	30
6.5.2	Schleudergussrohre.....	30
6.5.3	Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile.....	30
6.6	Masse des Zinküberzuges	31
6.7	Dicke der Beschichtung.....	31
6.8	Dicke der Zementmörtelauskleidung	32
7	Prüfungen der Funktionsfähigkeit.....	32
7.1	Druckfestigkeit der Zementmörtelauskleidung.....	32
7.2	Dichtheit beweglicher Verbindungen	32
7.2.1	Allgemeines	32
7.2.2	Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen positiven Innendruck	33
7.2.3	Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen negativen Innendruck	34
7.2.4	Dichtheit der beweglichen Steckmuffenverbindungen gegen positiven Außendruck	34
7.2.5	Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen dynamischen Innendruck	35
7.3	Dichtheit und mechanische Beständigkeit der Flanschverbindungen.....	35
7.4	Dichtheit und mechanische Beständigkeit der Rohrsättel	36
7.4.1	Positiver Innendruck	36
7.4.2	Negativer Innendruck.....	37
8	Maßtabellen.....	37
8.1	Muffenrohre.....	37
8.2	Flanschrohre.....	41
8.3	Formstücke für Muffenverbindungen.....	41
8.3.1	Allgemeines	41
8.3.2	Flanschmuffen	41
8.3.3	Einflanschstücke	43
8.3.4	Überschiebmuffe	43
8.3.5	Doppelmuffe 90° (1/4) Bögen	45
8.3.6	Doppelmuffe 45° (1/8) Bögen	45
8.3.7	Doppelmuffen-Bögen 22°30' (1/16)	47
8.3.8	Doppelmuffen-Bögen 11°15' (1/32)	47
8.3.9	Alle Muffen-T-Stücke.....	49
8.3.10	Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig.....	51
8.3.11	Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig, DN 300 bis DN 700	53
8.3.12	Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig, DN 800 bis DN 2000	54
8.3.13	Doppelmuffenübergangsstücke	55
8.4	Formstücke für Flanschverbindungen	57
8.4.1	Allgemeines	57
8.4.2	Doppelflansch-Bögen 90° (1/4)	58
8.4.3	Doppelflansch-Fußbögen 90° (1/4)	58
8.4.4	Doppelflanschbögen 45° (1/8).....	60
8.4.5	Doppelflanschbögen 22°30' (1/16)	61
8.4.6	Doppelflanschbögen 11°15' (1/32)	61
8.4.7	Alle Flansch-T-Stücke.....	62
8.4.8	Alle Flansch-T-Stücke, DN 300 bis DN 700	64
8.4.9	Alle Flansch-T-Stücke, DN 800 bis DN 2000	65
8.4.10	Doppelflanschübergangsstücke.....	66
8.4.11	Blindflansche PN 10	68
8.4.12	Blindflansche PN 16	68
8.4.13	Blindflansche PN 25	70
8.4.14	Blindflansche PN 40	70
8.4.15	Reduzierflansche PN 10.....	71
8.4.16	Reduzierflansche PN 16.....	72
8.4.17	Reduzierflansche PN 25.....	73
8.4.18	Reduzierflansche PN 40.....	73

	Seite
9 Konformitätsbewertung	74
9.1 Allgemeines	74
9.2 Erstprüfung der Funktionsfähigkeit.....	74
9.2.1 Allgemeines	74
9.2.2 Eigenschaften	75
9.2.3 Behandlung von Rechenwerten und Bemessung	75
9.2.4 Kriterien der Probenahme, Prüfung und Konformität.....	75
9.3 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	76
9.3.1 Allgemeines	76
9.3.2 Für alle Hersteller geltende WPK-Anforderungen.....	77
9.3.3 Herstellerspezifische Anforderungen des WPK-Systems	79
Anhang A , (normativ) Zulässige Drücke.....	81
A.1 Allgemeines	81
A.2 Muffenrohre (siehe 8.1)	81
A.3 Flanschstücke für Muffenverbindungen (siehe 8.3).....	82
A.4 Flanschrohre (siehe 8.2) und Formstücke für Flanschverbindungen (siehe 8.4)	82
Anhang B (informativ) Längsbiegefestigkeit der Rohre	83
Anhang C (informativ) Ringsteifigkeit der Rohre	84
Anhang D (informativ) Andere mögliche Umhüllungen und Auskleidungen, Einsatzbereich, Bodenbeschaffenheit	86
D.1 Andere mögliche Umhüllungen und Auskleidungen	86
D.1.1 Rohre	86
D.1.2 Formstücke und Zubehörteile	86
D.2 Einsatzbereich, Bodenbeschaffenheit.....	87
D.2.1 Standardbeschichtungen.....	87
D.2.2 Zink-Aluminium-Legierung mit oder ohne andere Metalle	87
D.2.3 Verstärkte Umhüllungen	88
Anhang E (informativ) Einsatzbereich, Wasserbeschaffenheit	89
Anhang F (informativ) Zusammenhang zwischen den ehemaligen K-Klassen und den derzeitigen Druckklassen.....	90
Anhang G (informativ) Berechnungsverfahren für erdverlegte Rohrleitungen, Überdeckungshöhen	91
G.1 Berechnungsverfahren	91
G.1.1 Berechnungsgleichung	91
G.1.2 Druck aus der Erdlast.....	91
G.1.3 Druck aus der Verkehrslast	92
G.1.4 Bettungsfaktor, K	92
G.1.5 Faktor für den Seitendruck, f	92
G.1.6 Modul der Bodenreaktion, E'	93
G.2 Überdeckungshöhen	93
Literaturhinweise	94

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 545:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 203 „Gusseiserne Rohre, Formstücke und ihre Verbindungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 545:2006 ersetzen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informative Anhang B, C, D, E, F oder G, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anhang A dieser Norm ist normativ.

Diese Norm ist in Übereinstimmung mit den allgemeinen Anforderungen, die bereits von CEN/TC 164 für das Gebiet der Wasserversorgung erstellt wurden.

Hinsichtlich eventueller ungünstiger Auswirkungen des von dieser Norm betroffenen Produktes auf die Güte des für den menschlichen Gebrauch bestimmten Wassers gilt:

- diese Norm macht keine Angaben über mögliche Einschränkungen bei der Verwendung dieses Produktes in einem Mitgliedstaat der EU oder der EFTA;
- es wird darauf aufmerksam gemacht, dass bis zur Annahme nachprüfbarer europäischer Kriterien die bestehenden nationalen Regelungen hinsichtlich der Verwendung und/oder der Eigenschaften dieses Produktes in Kraft bleiben.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen und die diesbezüglichen Prüfverfahren fest, die auf gusseiserne Rohre, Formstücke und ihre Verbindungen zur Errichtung von Rohrleitungen außerhalb von Gebäuden anwendbar sind:

- zum Transport von Wasser (z. B. Wasser für den menschlichen Gebrauch, Brandbekämpfung, Schneekanonen, Bewässerung, Wasserkraftanlagen, Rohrleitungen für wiederaufbereitetes Wasser usw.);
- mit oder ohne Innendruck;
- oberirdisch oder erdverlegt.

Diese Norm gilt für Rohre, Formstücke und Zubehörteile, die:

- mit Muffen, Flanschen oder Einsteckenden versehen sind;
- mit Umhüllung und Auskleidung geliefert werden;
- für Temperaturen flüssiger Medien zwischen 0 °C, jedoch außerhalb des Frostbereiches, und 50 °C geeignet sind;
- nicht für die Anwendung in Bereichen, die Bestimmungen zum Brandverhalten unterliegen, vorgesehen sind.

ANMERKUNG 1 Dies schließt besondere Vereinbarungen für die Verwendung dieser Produkte bei höheren Temperaturen nicht aus.

Diese Norm gilt für Rohre und Formstücke, die nach einem beliebigen Gießverfahren oder aus gegossenen Einzelteilen hergestellt werden, ebenso für die entsprechenden Verbindungen und Zubehörteile für den Nennweitenbereich von DN 40 bis einschließlich DN 2000.

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an Werkstoffe, Abmessungen und Grenzabmaße, mechanische Eigenschaften und die Standardumhüllungen und Auskleidungen von Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen fest. Sie enthält ebenfalls Anforderungen an die Funktion aller Rohrleitungsteile, einschließlich der Verbindungen. Ausführung der Verbindungen und Form der Dichtungen liegen außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Europäischen Norm.

Darüber hinaus wird auf die Leistungsanforderungen an Kupplungen, Flanschadapter und Sattelstücke, die für den Gebrauch mit Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen hergestellt sind, Bezug genommen.

ANMERKUNG In dieser Norm sind alle Drücke relative Drücke und werden in bar ausgedrückt (100 kPa = 1 bar).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 196-1, *Prüfverfahren für Zement — Teil 1: Bestimmung der Festigkeit*

EN 197-1, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

EN 681-1, *Elastomerdichtungen — Werkstoffanforderungen für Rohrleitungsdichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung — Teil 1: Vulkanisierter Gummi*

EN 805:2000, *Wasserversorgung — Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden*

EN 1092-2, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 2: Gusseisenflansche*

EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

EN ISO 4016, *Sechskantschrauben mit Schaft — Produktklasse C (ISO 4016:1999)*

EN ISO 4034, *Sechskantmuttern — Produktklasse C (ISO 4034:1999)*

EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2005)*

EN ISO 7091, *Flache Scheiben — Normale Reihe — Produktklasse C (ISO 7091:2000)*

EN 14901, *Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen — Epoxidharzbeschichtung (für erhöhte Beanspruchung) von Formstücken und Zubehörteilen aus duktilem Gusseisen — Anforderungen und Prüfverfahren*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

duktilen Gusseisen

Gusseisen, das für Rohre, Formstücke und Zubehörteile verwendet wird, bei dem der Grafit überwiegend in kugelförmiger Form vorliegt

3.2

Rohr

Gussstück mit gleichmäßiger lichter Weite, gerader Achse, entweder mit Muffe, Einsteckende oder Flanschen versehen, ausgenommen Flansch-Muffenstücke, Einflanschstücke sowie Überschiebmuffen, die als Formstücke gelten

3.3

Formstück

Gussstück, außer Rohr, das eine Abzweigung der Rohrleitung, eine Richtungs- oder Durchmesseränderung zulässt. Darüber hinaus werden auch Flansch-Muffenstücke, Einflanschstücke sowie Überschiebmuffen als Formstücke angesehen

3.4

Zubehörteil

jedes andere Gussstück/Produkt, außer ein Rohr oder Formstück, das für eine Rohrleitung benötigt wird, z. B.:

- Druckringe und Schrauben für bewegliche mechanische Verbindungen (siehe 3.14);
- Druckringe, Schrauben und Klemmringe für bewegliche längskraftschlüssige Muffenverbindungen (siehe 3.15);
- Rohrsättel für Armaturenanschlüsse;
- lose Flansche sowie Vorschweiß- oder Gewindeflansche;
- Flanschadapter für den Gebrauch mit Rohren und Formstücken aus Gusseisen (siehe 4.1.3.3);
- Kupplungen für den Gebrauch mit Rohren und Formstücken aus Gusseisen (siehe 4.1.3.3);

Armaturen jeder Art fallen nicht unter den Begriff Zubehörteil.

ANMERKUNG Großbereichsflanschadapter und -kupplungen sind in EN 14525 festgelegt.

3.5

Bauteil

alle in 3.2 bis 3.4 festgelegten Produkte

3.6

Flansch

Ende eines Rohres, Formstückes oder Zubehöerteils, das senkrecht zu dessen Achse steht, mit gleichmäßig auf einem Lochkreis angeordneten Schraubenlöchern

ANMERKUNG Ein Flansch kann befestigt (z. B. angegossen oder angeschweißt) oder lose sein. Ein loser Flansch besteht aus einem Ring, einteilig oder aus mehreren miteinander verbundenen Ringabschnitten, der auf der einen Seite eine Eindrehung besitzt und vor dem Herstellen der Verbindung frei auf dem Rohrschaft gedreht werden kann.

3.7

Einsteckende

Ende eines Rohres oder Formstückes, das in die Muffe eingesteckt wird

3.8

Einsteckbereich

Bereich der maximalen Einstecktiefe des Einsteckendes zuzüglich 50 mm

3.9

Muffe

erweitertes Ende eines Rohres oder Formstückes, das zur Herstellung der Verbindung mit dem Einsteckende des nächsten Bauteils dient

3.10

Dichtung

Dichtelement einer Verbindung

3.11

Verbindung

Verbindung der Enden von zwei Rohren und/oder Formstücken, bei der eine Dichtung zum Abdichten verwendet wird

3.12

bewegliche Verbindung

Verbindung, die sowohl während als auch nach deren Einbau eine ausgeprägte Abwinkelung zulässt und eine geringfügige Achsverschiebung erlaubt

3.13

bewegliche Steckmuffenverbindung

bewegliche Verbindung, die durch Einschieben des Einsteckendes durch die Dichtung in die Muffe des nächsten Bauteiles hergestellt wird.

3.14

bewegliche mechanische Verbindung

bewegliche Verbindung, bei der die Abdichtung durch Verpressen der Dichtung mit mechanischen Mitteln, wie z. B. einem Druckring, erfolgt

3.15

bewegliche längskraftschlüssige Verbindung

bewegliche Verbindung, in der eine Vorrichtung das Auseinanderziehen der Verbindung verhindert

3.16

Flanschverbindung

Verbindung zwischen zwei mit Flanschen versehenen Enden

3.17

Nennweite (DN)

alphanumerische Bezeichnung der Größe für Bauteile in einem Rohrleitungssystem, die für Referenzzwecke verwendet wird. Sie umfasst die Buchstaben DN, gefolgt von einer dimensionslosen ganzen Zahl, die indirekt mit der physikalischen Größe der Bohrung oder dem Außendurchmesser der Anschlüsse, ausgedrückt in Millimetern, in Beziehung steht

[EN ISO 6708:1995]

3.18

Nenndruck (PN)

alphanumerische Kenngröße für Referenzzwecke, bezogen auf eine Kombination von mechanischen und maßlichen Eigenschaften eines Bauteils eines Rohrleitungssystems. Sie umfasst die Buchstaben PN gefolgt von einer dimensionslosen Zahl

[EN 1333:2006]

ANMERKUNG Alle Teile der gleichen Nennweite DN, die mit der gleichen PN-Zahl gekennzeichnet sind, haben miteinander kompatible Anschlussmaße.

3.19

Dichtheitsprüfdruck

Druck, dem ein Bauteil während der Fertigung zur Sicherstellung seiner Dichtheit ausgesetzt wird

3.20

zulässiger Bauteilbetriebsdruck (PFA)

höchster hydrostatischer Druck, dem ein Rohrleitungsteil im Dauerbetrieb standhält

[EN 805:2000]

3.21

Druckklasse

PFA einer Bauteilfamilie, einschließlich deren Verbindungen, entsprechend dem Nachweis durch alle in dieser Norm beschriebenen Prüfungen der Funktionsfähigkeit

3.22

höchster zulässiger Bauteilbetriebsdruck (PMA)

höchster zeitweise auftretender Druck, einschließlich Druckstoß, dem ein Rohrleitungsteil im Betrieb standhält

[EN 805:2000]

3.23

zulässiger Bauteilprüfdruck (PEA)

höchster hydrostatischer Druck, dem ein neu installiertes Rohrleitungsteil für relativ kurze Zeit standhält, um die Unversehrtheit und Dichtheit der Rohrleitung sicherzustellen

[EN 805:2000]

ANMERKUNG Dieser Prüfdruck unterscheidet sich vom Systemprüfdruck (STP), der auf den Berechnungsdruck der Rohrleitung bezogen ist, und dazu dient, deren Beschaffenheit und Dichtheit sicherzustellen; siehe auch A.1.

3.24

Ringsteifigkeit eines Rohres

Eigenschaft eines Rohres, die es ihm erlaubt, nach der Verlegung einer Ovalisierung durch äußere Belastung zu widerstehen

3.25

Prüfung der Funktionsfähigkeit

Nachweis der Funktionsfähigkeit durch eine einmalige Prüfung, die nur nach Änderung der Bauart wiederholt wird

3.26

Baulänge eines Muffenrohres

die Baulänge, L_e , entspricht der Gesamtlänge des Rohres (OL) abzüglich der vom Hersteller angegebenen maximalen Einstecktiefe (X), wie in Bild 5 dargestellt

3.27

genormte Länge

genormte Länge von Muffenrohren und -formstücken (L_u bzw. l_u für Abzweige) wie in Bild 5 für Rohre und in den Bildern 6 bis 15 für Formstücke dargestellt

ANMERKUNG Bei Muffenrohren und -formstücken entspricht die genormte Länge L_u der Gesamtlänge des Rohres (OL) abzüglich der vom Hersteller angegebenen maximalen Muffentiefe (DOS). Bei Flanschrohren und -formstücken (siehe Bilder 16 bis 22) ist die Normlänge (L bzw. l für Abzweige) gleich der Gesamtlänge.

3.28

Abweichung

herstellungsbedingte Grenzabweichung von der genormten Länge eines Rohres oder Formstückes

3.29

Ovalität

Unrundheit eines Rohrquerschnittes; sie ist gleich $100 \left(\frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \right)$

Dabei ist

A_1 die größte Achse in Millimeter;

A_2 die kleinste Achse in Millimeter.

3.30

Mindestdicke des Rohres

bei der Berechnung der Druckklasse verwendete Mindestdicke an einem beliebigen Punkt (siehe Tabellen 16 und 17)

3.31

Dicke für die Berechnung der Steifigkeit des Rohres

bei der Berechnung der Ringsteifigkeit des Rohres verwendete der Dicke beruhend auf Mindestdicke und DN

4 Technische Anforderungen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Rohre und Formstücke duktile Gusseiserne

Die Nennweiten, Druckklassen, Dicken, Längen sowie die Umhüllungen und Auskleidungen sind in 4.1.1, 4.2, 4.3.1, 4.3.3 sowie in 4.5 bzw. 4.6 beschrieben. Wenn Rohre und Formstücke mit anderen Druckklassen, Längen und/oder Umhüllungen bzw. Auskleidungen sowie anderen Formstücktypen als die in 8.3 und 8.4 aufgeführten unter Hinweis auf diese Norm geliefert werden, müssen sie alle anderen Anforderungen dieser Norm erfüllen.

ANMERKUNG 1 In Anhang F, Tabelle F.1 ist der Zusammenhang zwischen den ehemaligen K-Klassen und den derzeitigen Druckklassen durch DN angegeben.

ANMERKUNG 2 Andere Formstücke sind Abzweige mit anderen Winkeln sowie T-Stücke und Übergangsstücke mit anderen Kombinationen von DN × dn, Formstücke zur Entleerung usw.

Die genormten Nennweiten DN der Rohre und Formstücke sind wie folgt: 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1500, 1600, 1800, 2000.

Die zulässigen Drücke für Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen müssen Anhang A entsprechen.

ANMERKUNG 3 Die Anhänge B und C enthalten Angaben zur Längsbiegefestigkeit bzw. Ringsteifigkeit der Rohre aus duktilem Gusseisen.

ANMERKUNG 4 Werden gusseiserne Rohre, Formstücke und Zubehörteile und ihre Verbindungen unter den Bedingungen verlegt und betrieben, für die sie vorgesehen sind (siehe Anhänge D, E und G), behalten sie all ihre funktionellen Eigenschaften über ihre gesamte ökonomisch sinnvolle Betriebsdauer aufgrund der gleich bleibenden Werkstoffeigenschaften, der Formbeständigkeit ihres Querschnitts sowie der hohen Sicherheitsfaktoren bei ihrer Bemessung.

4.1.2 Oberflächenbeschaffenheit und Ausbesserungen

Rohre, Formstücke und Zubehörteile müssen frei von Fehlern und Oberflächenmängeln sein, die zu einer Nichtübereinstimmung mit den Abschnitten 4 und 5 führen können.

Bei Bedarf dürfen Rohre und Formstücke z. B. durch Schweißen ausgebessert werden, um Oberflächenmängel und örtliche Fehlstellen, die nicht durch die ganze Wanddicke verlaufen, zu beseitigen, unter der Voraussetzung, dass:

- die Ausbesserungen nach dem vom Hersteller schriftlich festgelegten Verfahren erfolgen; und
- die ausgebesserten Rohre und Formstücke alle Anforderungen der Abschnitte 4 und 5 erfüllen.

4.1.3 Verbindungsarten und Verbindung mit anderen Außendurchmessern

4.1.3.1 Allgemeines

Gummidichtwerkstoffe müssen den Anforderungen nach EN 681-1, Typ WA, entsprechen. Werden andere Werkstoffe als Gummi erforderlich (z. B. für Flanschverbindungen für hohe Temperaturen), so müssen sie der einschlägigen Europäischen Technischen Spezifikation oder, wo keine Europäische Technische Spezifikation besteht, der einschlägigen Internationalen Norm entsprechen.

4.1.3.2 Flanschverbindungen

Flansche müssen so ausgeführt sein, dass sie mit Flanschen verbunden werden können, deren Maße und Grenzabmaße mit EN 1092-2 übereinstimmen. Das stellt den Übergang auf alle Flanschstücke (Rohre, Formstücke, Armaturen usw.) mit gleichem PN, gleicher DN und gleicher Verbindungsart sicher.

Schrauben und Muttern müssen den Anforderungen nach EN ISO 4016 und EN ISO 4034, Festigkeitsklasse 4.6, entsprechen. Scheiben müssen, sofern erforderlich, EN ISO 7091 entsprechen.

Ogleich es den Übergang nicht beeinflusst, muss der Hersteller angeben, ob er seine Produkte üblicherweise mit festen oder losen Flanschen liefert.

Flanschdichtungen können einer der in EN 1514 enthaltenen Arten entsprechen.

4.1.3.3 Bewegliche Verbindungen

Bauteile mit beweglichen Verbindungen müssen bezüglich ihrer Außendurchmesser DE und Grenzabweichungen im Bereich der Einsteckenden mit 4.3.2.1 übereinstimmen. Dies bietet die Möglichkeit des Überganges zwischen Teilen, die mit unterschiedlichen beweglichen Verbindungen ausgestattet sind.

Die Auslegung der Muffen und Dichtungen für den Gebrauch mit den o. g. Einsteckenden muss bei allen möglichen Kombinationen von Grenzabweichungen:

- die Dichtheit unter minimaler Drucklast bei Scherlast und/oder Abwinkelung sicherstellen;
- sowohl Dichtheit als auch zufrieden stellende Befestigung (längskraftschlüssige Verbindung) bei Scherlast und/oder Abwinkelung sicherstellen;

Zusätzlich muss jede bewegliche Verbindungsart so ausgelegt sein, dass sie die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit nach Abschnitt 5 erfüllt.

Kupplungen und Flanschadapter, die für den Gebrauch mit Rohren und Formstücken aus Gusseisen hergestellt sind, müssen die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit von beweglichen Verbindungen entsprechend den Abschnitten 5 und 7 erfüllen.

ANMERKUNG 1 Für den Übergang auf bestimmte Verbindungsarten, die mit einem engeren Toleranzbereich für DE ausgelegt sind, sollten die Hinweise des Herstellers befolgt werden, um eine angemessene Funktionsfähigkeit der betreffenden Verbindung bei hohen Drücken sicherzustellen (z. B. Messung und Auswahl der Außendurchmesser).

ANMERKUNG 2 Für den Übergang in bestehenden Leitungen, die möglicherweise Außendurchmesser haben, die nicht mit 4.3.2.1 übereinstimmen, sollten die Hinweise des Herstellers für einen sachgerechten Übergang befolgt werden (z. B. Übergangsstücke).

ANMERKUNG 3 Bei der Verwendung von Bauteilen verschiedener Hersteller ist sorgfältig sicherzustellen, dass die Anforderungen an die Prüfungen der Funktionsfähigkeit erfüllt sind.

4.1.3.4 Rohrsättel

Rohrsättel für Entnahmeanschlüsse, die für den Gebrauch mit Rohren aus Gusseisen hergestellt sind, müssen die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit von beweglichen Verbindungen entsprechend den Abschnitten 5 und 7 erfüllen.

4.1.4 Stoffe in Kontakt mit Wasser für den menschlichen Gebrauch

Bauteile eines Rohrleitungssystems enthalten verschiedene Stoffe, die in dieser Norm beschrieben sind. Wenn sie unter den Bedingungen eingesetzt werden, für die sie ausgelegt sind, dürfen gusseiserne Rohre, Formstücke und ihre Verbindungen, wenn sie in dauerndem oder zeitweiligem Kontakt mit Wasser, das für den menschlichen Gebrauch bestimmt ist, stehen, dessen Güte nicht so weit verändern, dass sie mit den Anforderungen der nationalen Richtlinien nicht mehr entspricht.

Aus diesem Grund muss auf das einschlägige nationale Regelwerk und Normen Bezug genommen werden, die EN-Normen, so weit vorhanden, umsetzen, welche den Einfluss von Stoffen auf die Wasserbeschaffenheit behandeln, sowie auf die Anforderungen an äußere Systeme und Bauteile nach EN 805.

4.2 Druckklasse

Die Druckklasse eines Bauteils wird durch folgende Kombination festgelegt:

- die Funktionsfähigkeit der Verbindung;
- die konstruktionsbezogene Funktionsfähigkeit des Bauteils.

Siehe Anhang A.

4.3 Maßanforderungen

4.3.1 Dicke von Rohren und Formstücken

Die Mindest-Gusswanddicke von Rohren mit DN 40 bis DN 2000 ist in Abhängigkeit von Nennweite (DN) und Druckklasse (PFA) in den Tabellen 16 und 17 angegeben.

Bei den Formstücken ist die in den Tabellen und Bildern in 8.3 und 8.4 angegebene Nenn-Wanddicke e die Nennwanddicke für den Hauptteil des Körpers. Hohe örtliche Spannungen, die von der Form des Gussstückes abhängen (z. B. am Innenradius von Bögen, am Übergang vom Abzweig zum Körper bei Abzweigformstücken usw.), können an bestimmten Stellen eine Erhöhung der tatsächlichen Wanddicke erfordern.

Anhang A enthält die maximalen Werte für PFA, PMA und PEA.

4.3.1.1 Grenzabweichungen

Die Grenzabweichungen für die Nennwanddicke von nichtgeschleuderten Rohren und Formstücken müssen Tabelle 1 entsprechen. Die Messung der Wanddicke muss nach 6.1.1 erfolgen.

Tabelle 1 — Grenzabweichungen der Dicke von nichtgeschleuderten Rohren und Formstücken

Art des Gussstückes	Nenngusswanddicke e mm	Grenzabweichungen für die Nennwanddicke ^a mm
Nichtgeschleuderte Rohre und Formstücke	$\leq 7,0$	$- 2,3$
	$> 7,0$	$-(2,3 + 0,001 \text{ DN})$
^a Es ist nur ein unteres Grenzabmaß angegeben, um eine ausreichende Beständigkeit gegen Innendruck sicherzustellen.		

4.3.2 Durchmesser

4.3.2.1 Außendurchmesser

8.1 gibt die Werte der Außendurchmesser DE der beschichteten Einsteckenden von Rohren und Formstücken sowie deren maximal zulässige Grenzabweichungen an, wenn sie mittels Circometer nach 6.1.2 gemessen werden. Diese Grenzabweichungen gelten für die Einsteckenden aller Druckklassen der Rohre und Formstücke.

ANMERKUNG 1 Gewisse Arten von beweglichen Verbindungen arbeiten innerhalb eines engeren Toleranzbereiches (siehe 4.1.3.3).

Bis DN 300 muss der Außendurchmesser des Rohrschaftes, gemessen mittels Circometer, eine Verbindung über mindestens zwei Drittel der Rohrlänge, gemessen vom Einsteckende, ermöglichen, wenn sie an der Baustelle gekürzt werden müssen.

Über DN 300 gilt dasselbe für 5 % der Rohre.

Zusätzlich muss die Ovalität (siehe 3.29) an den Einsteckenden der Rohre und Formstücke:

- für DN 40 bis DN 200 innerhalb der Grenzabmaße von DE (siehe Tabellen 16 und 17) bleiben; und darf
- 1 % für DN 250 bis DN 600 oder 2 % für DN > 600 nicht überschreiten.

ANMERKUNG 2 Bezüglich der Notwendigkeit und der Einrichtungen zum Runden sollten die Anweisungen des Herstellers befolgt werden; einige Arten von beweglichen Verbindungen lassen die maximale Ovalität ohne Runden des Einsteckendes vor dem Herstellen der Verbindung zu.

4.3.2.2 Innendurchmesser

Die Nennwerte für die Innendurchmesser von Schleudergussrohren, in Millimeter, sind gleich der Zahl, die die Nennweite DN bezeichnet, und die Grenzabweichungen müssen den Angaben in Tabelle 2 entsprechen, die für ausgekleidete Rohre gelten.

Diese Grenzabweichungen sind anwendbar auf Rohre bis zur maximalen DN, wie sie für jede Druckklasse in Tabelle 3 und auf Zementmörtelschichtdicken, wie sie für jede Druckklasse in Tabelle 9 angegeben sind. Für größere Gusswanddicken und/oder Zementmörtelschichtdicken gelten diese Grenzabmaße nicht.

ANMERKUNG In Abhängigkeit vom Fertigungsverfahren von Gussrohren und ihren Auskleidungen werden Innendurchmesser mit dem unteren Grenzabmaß nur örtlich über die Rohrlänge auftreten.

Die Übereinstimmung muss entweder nach 6.1.3 oder durch Berechnung mit den Messwerten für Rohraußendurchmesser, Gusswanddicke und Auskleidungsschichtdicke nachgewiesen werden.

Tabelle 2 — Grenzabweichungen der Innendurchmesser

DN	Grenzabweichung ^a mm
40 bis 1000	–10
1100 bis 2000	–0,01 DN
^a Nur die untere Grenze ist angegeben.	

Tabelle 3 — Maximale DN für die Grenzabweichungen der Innendurchmesser für die Druckklassen

	Klasse 25	Klasse 30	Klasse 40	Klasse 50	Klasse 64	Klasse 100
Maximale DN	2 000	2 000	600	250	250	250

4.3.3 Länge

4.3.3.1 Genormte Längen von Muffenrohren

Rohre müssen in den in Tabelle 4 angegebenen genormten Längen geliefert werden.

Tabelle 4 — Genormte Längen von Muffenrohren

DN	Genormte Längen L_u^a m
40 und 50	3
60 bis 600	5 oder 5,5 oder 6
700 und 800	5,5 oder 6 oder 7
900 bis 1 400	6 oder 7 oder 8,15
1 500 bis 2 000	8,15
^a Siehe 3.27.	

Die zulässigen Abweichungen (siehe 3.28) von der genormten Länge L_u der Rohre müssen wie folgt sein:

- für die genormte Länge 8,15 m $\pm$ 150 mm;
- für alle anderen genormten Längen $\pm$ 100 mm.

Rohre müssen mit einer Länge innerhalb des folgenden Bereiches hergestellt sein: genormte Länge zuzüglich oder abzüglich der zulässigen Abweichung; sie müssen in dieser Herstelllänge zuzüglich oder abzüglich der in Tabelle 7 festgelegten Grenzabweichungen ausgeführt sein.

Der Hersteller muss die Angaben zu seinen Herstelllängen bereitstellen.

Die genormte Länge muss nach 6.1.4 gemessen werden und innerhalb der in Tabelle 7 angegebenen Grenzabweichungen liegen.

Von der Gesamtanzahl der zu liefernden Muffenrohre einer jeden Nennweite darf der Anteil an kürzeren Rohren 10 % nicht übersteigen; in diesem Fall darf die Längenkürzung:

- bis 0,15 m bei Rohren, von denen Probestücke abgetrennt wurden (siehe 4.4);
- bis 2 m durch 0,5-m-Abschnitte unter DN 700;
- bis 3 m durch 0,1-m-Abschnitte ab DN 700

betragen.

4.3.3.2 Genormte Längen von Flanschrohren

Rohre müssen in den genormten Längen, wie in Tabelle 5 angegeben, geliefert werden.

Tabelle 5 — Genormte Längen von Flanschrohren

Rohrtyp	DN	Genormte Längen L^a m
mit Gussflanschen	40 bis 2 000	0,5 oder 1 oder 2 oder 3
mit Gewinde- oder Schweißflanschen	40 bis 600	2 oder 3 oder 4 oder 5
	700 bis 1 000	2 oder 3 oder 4 oder 5 oder 6
	1 100 bis 2 000	4 oder 5 oder 6 oder 7
^a Siehe 3.27. Andere Längen sind lieferbar.		

4.3.3.3 Genormte Längen von Formstücken

Formstücke müssen mit den in 8.3 und 8.4 angegebenen genormten Längen geliefert werden.

ANMERKUNG Es werden zwei Maßreihen angegeben, Reihe A entsprechend ISO 2531 und Reihe B, die im Allgemeinen bis DN 450 begrenzt ist.

Die zulässigen Abweichungen (siehe 3.28) von den genormten Längen der Reihe-A-Formstücke müssen den Angaben in Tabelle 6 entsprechen. Für die Formstücke der Reihe B ist keine Abweichung zulässig. Formstücke müssen mit einer Länge innerhalb des folgenden Bereiches hergestellt sein: genormte Länge zuzüglich oder abzüglich der zulässigen Abweichung; sie müssen in dieser Herstelllänge zuzüglich oder abzüglich der in Tabelle 7 festgelegten Grenzabweichungen ausgeführt sein.

Tabelle 6 — Zulässige Längenabweichung

Formstück-Typ	DN	Abweichung mm
Flansch-Muffenstücke Einflansch-Stücke Überschiebmuffenstücke, Übergangsstücke	40 bis 1 200 1 400 bis 2 000	± 25 ± 35
T-Stücke	40 bis 1 200 1 400 bis 2 000	+50/–25 +75/–35
Bögen 90° (1/4)	40 bis 2 000	$\pm (15 + 0,03 \text{ DN})$
Bögen 45° (1/8)	40 bis 2 000	$\pm (10 + 0,025 \text{ DN})$
Bögen 22°30' und 11°15' (1/16 und 1/32)	40 bis 1 200 1 400 bis 2 000	$\pm (10 + 0,02 \text{ DN})$ $\pm (10 + 0,025 \text{ DN})$

4.3.3.4 Grenzabweichungen der Längen

Die Grenzabweichungen müssen den Werten in Tabelle 7 entsprechen.

Tabelle 7 — Grenzabweichungen der Längen

Art der Gussstücke	Grenzabweichungen mm
Muffenrohre (ganze Länge oder gekürzt)	−30/+70
Formstücke für Muffenverbindungen	± 20
Rohre und Formstücke für Flanschverbindungen	± 10 ^a
^a Kleinere Grenzabweichungen sind möglich, jedoch nicht kleiner als ± 3 mm für Nennweiten bis einschließlich DN 600 und ± 4 mm für Nennweiten über DN 600.	

4.3.4 Geradheit der Rohre

Rohre müssen gerade sein, mit einer maximalen Abweichung von 0,125 % ihrer Länge.

Die Verifizierung dieser Anforderung erfolgt üblicherweise durch Sichtprüfung; im Zweifels- oder Streitfall muss die Abweichung jedoch nach 6.2 gemessen werden.

4.4 Werkstoffkennwerte

4.4.1 Festigkeitseigenschaften

Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen müssen die in Tabelle 8 angegebenen Festigkeitswerte besitzen.

Die Zugfestigkeit muss nach 6.3 geprüft werden.

Tabelle 8 — Festigkeitseigenschaften

Art der Gussstücke	Mindest-Zugfestigkeit R_m MPa	Mindest-Bruchdehnung A %	
	DN 40 bis DN 2000	DN 40 bis DN 1000	DN 1100 bis DN 2000
Schleudergussrohre	420	10	7
Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile	420	5	5
Die 0,2%-Dehngrenze ($R_{p0,2}$) kann bestimmt werden. Sie darf nicht kleiner sein als: — 270 MPa, wenn $A \geq 12$ % bei DN 40 bis DN 1000 oder $A \geq 10$ % bei DN 1000; — 300 MPa in anderen Fällen. Für Schleudergussrohre von DN 40 bis DN 1000 und einer Mindest-Wanddicke von ≥ 12 mm muss die Bruchdehnung mindestens 7 % betragen.			

4.4.2 Härte

Die Härte der verschiedenen Bauteile muss die Bearbeitung durch Schneiden, Drehen, Bohren und/oder maschinell mit üblichen Werkzeugen zulassen. Als Referenzhärteprüfung ist die Brinellhärteprüfung nach 6.4 durchzuführen.

Die Brinellhärte darf bei Rohren 230 HBW und bei Formstücken und Zubehörteilen 250 HB nicht überschreiten. Bei durch Schweißen hergestellten Bauteilen ist in der Wärmeeinflusszone der Schweißnaht eine höhere Brinellhärte zulässig.

4.5 Umhüllungen und Auskleidungen für Rohre

4.5.1 Allgemeines

Alle Rohre müssen mit einer Umhüllung und einer Auskleidung geliefert werden.

Die grundlegende Spezifikation für Rohrumhüllungen und -auskleidungen ist ein metallischer Zinküberzug mit Deckbeschichtung nach 4.5.2 und eine Zementmörtelauskleidung nach 4.5.3.

Die Verbindungsflächen sind im Allgemeinen wie folgt beschichtet:

- Außenoberfläche der Einsteckenden: wie Rohrumhüllung;
- Flansche und Muffen (Stirnfläche und Muffeninnenfläche): bituminöse Beschichtung oder eine Kunstharzbeschichtung, entweder allein oder zusätzlich zu einer Grundierung oder zum Zinküberzug.

Dies schließt die Möglichkeit nicht aus, dass die obere Abweichungsgrenze für den Außendurchmesser DE des beschichteten Einsteckendes aufgrund von konstruktiven Besonderheiten den in 8.1 festgelegten Wert überschreiten kann, vorausgesetzt der Übergang zwischen Produkten ist durch die Verbindungsausführung gewährleistet.

Alle fertigen Auskleidungen müssen 4.1.4 entsprechen.

Rohre mit Gussflanschen dürfen wie Formstücke beschichtet werden (siehe 4.6).

Die maximale Fluidtemperatur darf für einige Polymerbeschichtungen auf 35 °C begrenzt werden. Müssen diese Beschichtungen höheren Temperaturen ausgesetzt werden, sollten zusätzliche Prüfungen der Funktionsfähigkeit durchgeführt werden.

Je nach den äußeren und inneren Einsatzbedingungen können auch andere, in Anhang D beschriebene Umhüllungen und Auskleidungen verwendet werden.

ANMERKUNG Der Einsatzbereich von Rohren mit Umhüllungen und Auskleidungen nach diesem Dokument ist in den Anhängen D und E angegeben.

4.5.2 Zinküberzug mit Deckbeschichtung

4.5.2.1 Allgemeines

Die Umhüllungen duktiler Schleudergussrohre muss aus einer metallischen Zinkschicht bestehen, die mit einer zinkverträglichen Bitumen- oder Kunstharz-Deckbeschichtung versehen ist. Beide Schichten müssen werksseitig aufgebracht werden.

Das Zink wird üblicherweise nach der Wärmebehandlung auf die Glühhaut der Rohre aufgebracht; nach Maßgabe des Herstellers kann es auch auf die gestrahlte Rohroberfläche aufgebracht werden. Vor dem Aufbringen von Zink muss die Rohroberfläche trocken und frei von Rost oder lose anhaftenden Teilchen sowie von Fremdstoffen wie Öl oder Fett sein.

4.5.2.2 Eigenschaften des Überzuges

Der metallische Zinküberzug muss die Rohroberfläche bedecken und einen dichten, durchgehenden und gleichmäßigen Überzug bilden. Er muss frei von Fehlstellen, wie bloßen Stellen oder fehlender Haftung, sein. Die Gleichmäßigkeit des Überzuges muss durch Sichtprüfung nachgewiesen werden. Wenn sie nach 6.6 gemessen wird, darf die mittlere flächenbezogene Zinkmasse nicht weniger als 200 g/m² betragen. Die Reinheit des verwendeten Zinks muss mindestens 99,99 % betragen.

Die Deckbeschichtung muss die metallische Zinkschicht gleichmäßig auf der gesamten Oberfläche bedecken und muss frei von Fehlstellen, wie bloßen Stellen oder fehlender Haftung, sein. Die Gleichmäßigkeit der Deckbeschichtung muss durch Sichtprüfung nachgewiesen werden. Wenn sie nach 6.7 gemessen wird, darf die mittlere Dicke der Deckbeschichtung nicht weniger als 70 µm betragen und die örtliche Mindestschichtdicke nicht weniger als 50 µm.

4.5.2.3 Ausbesserungen

Beschädigungen an Umhüllungen, bei denen die Fläche des völligen Abtrags des metallischen Zinks und der Deckbeschichtung eine Breite von 5 mm übersteigt, sowie unbeschichtet gebliebene Stellen (z. B. unter Probenträgern, siehe 6.6) müssen ausgebessert werden.

Ausbesserungen müssen wie folgt ausgeführt werden, durch:

- Spritzen von metallischem Zink in Übereinstimmung mit 4.5.2.2 oder Auftragen einer Zinkstaubfarbe mit mindestens 90 % Zinkmasse im Trockenfilm; die mittlere flächenbezogene Masse der aufgetragenen Schicht darf nicht geringer sein als 150 g/m²; und
- Auftragen einer Deckbeschichtung in Übereinstimmung mit 4.5.2.2.

4.5.3 Zementmörtelauskleidung

4.5.3.1 Allgemeines

Sofern nicht in der entsprechenden Europäischen Norm angegeben, muss die Zementmörtelauskleidung von Rohren aus duktilem Gusseisen die folgenden Anforderungen erfüllen.

Die Zementmörtelauskleidung duktiler Gussrohre muss eine dichte gleichmäßige Beschichtung der Innenfläche des Rohrschaftes bilden.

Sie muss werksseitig im Rotationsschleuderverfahren oder durch Anschleudern mittels Schleuderkopf oder mittels einer Kombination dieser Verfahren eingebracht werden. Glätten mit einer Kelle ist zulässig.

Vor dem Einbringen der Auskleidung muss die metallische Rohroberfläche frei von losen Teilchen sowie von Öl oder Fett sein.

Die Zementmörtelmischung muss aus Zement, Sand und Wasser bestehen. Werden Beimengungen verwendet, müssen diese 4.1.4 entsprechen und angegeben werden. Das Massenverhältnis Sand/Zement darf 3,5 nicht überschreiten. Während des Mischens hängt das Massenverhältnis Gesamtwasser zu Zement vom Fertigungsverfahren ab und muss so eingestellt werden, dass die Auskleidung 4.5.3.2 und 4.5.3.3 entspricht.

Der Zement muss einer der in EN 197-1 aufgeführten sein. Die ausgehärtete Auskleidung muss 4.1.4 entsprechen. Das in der Mörtelmischung verwendete Wasser muss DWD 98/83/EG entsprechen. Tonerdezement kann für Rohwasser oder für spezielle Anwendungsfälle verwendet werden.

Nach Einbringen des Frischmörtels muss eine kontrollierte Reifung durchgeführt werden, um eine ausreichende Hydratation des Zements sicherzustellen.

Die ausgehärtete Auskleidung muss 4.1.4, 4.5.3.2 und 4.5.3.3 entsprechen.

4.5.3.2 Festigkeit der Auskleidung

Wenn die Druckfestigkeit der Zementmörtelauskleidung nach 7.1 gemessen wird, darf sie nach 28 Tagen Reifezeit nicht geringer als 50 MPa sein.

ANMERKUNG Die Druckfestigkeit der Auskleidung steht in direktem Bezug zu anderen funktionellen Eigenschaften wie hohe Dichte, gute Haftung und geringe Porosität.

4.5.3.3 Schichtdicke und Oberflächenbeschaffenheit

Die Nennschichtdicke der Zementmörtelauskleidung und ihr Grenzabmaß müssen Tabelle 9 entsprechen. Wenn sie in Übereinstimmung mit 6.8 gemessen werden, muss die Auskleidungsschichtdicke innerhalb des angegebenen Grenzabmaßes liegen.

Die Oberfläche der Zementmörtelauskleidung muss gleichmäßig und glatt sein. Abdrücke der Kelle, vereinzelt hervorstehende Sandkörner und mit dem Fertigungsverfahren verbundene Oberflächentexturen sind zulässig. Es dürfen jedoch keine Vertiefungen oder örtlichen Fehlstellen vorhanden sein, die die Schichtdicke so weit verringern, dass sie unter den Mindestwert nach Tabelle 9 sinkt.

Ein feines Rissnetz oder Haarrisse in Verbindung mit einer zementangereicherten Oberfläche können in der trockenen Auskleidung auftreten. Schrumpfrisse, die bei zementgebundenen Stoffen naturbedingt sind, können ebenfalls in trockenen Auskleidungen auftreten. Nach der Reifezeit und unter normalen Lagerbedingungen dürfen die Rissbreite und der damit verbundene Versatz der Rissflanken (Ablösung) die in Tabelle 9 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 9 — Schichtdicke der Zementmörtelauskleidung

DN	Schichtdicke		Maximale Rissbreite und maximaler radialer Versatz
	mm		
	Nennwert	Grenzabweichung ^a	mm
40 bis 300	4	−1,5	0,4
350 bis 600	5	−2,0	0,5
700 bis 1 200	6	−2,5	0,6
1 400 bis 2 000	9	−3,0	0,8

^a Es ist nur das untere Grenzabmaß gegeben.

Zementmörtelauskleidungen an Rohrenden dürfen eine Abschrägung von maximal 20 mm Länge haben.

ANMERKUNG Die Lagerung der Rohre und Formstücke in heißer und trockener Umgebung kann zur Ausdehnung der Gussrohre und zum Schrumpfen der Zementmörtelauskleidung führen, was wiederum zu flächigen Ablösungen und zu Schrumpfrissen führen kann, die die in Tabelle 9 angegebene Breite überschreiten können. Bei erneutem Benetzen der Auskleidung mit Wasser wird diese durch die Aufnahme von Feuchtigkeit quellen, die Risse werden sich gemäß den Angaben in Tabelle 9 schließen und eventuell durch einen Selbstheileneffekt ausheilen.

4.5.3.4 Ausbesserungen

Zu Ausbesserungen von beschädigten Stellen von Auskleidungen muss entweder Zementmörtel (siehe 4.5.3.1) oder ein vergleichbarer synthetischer Mörtel verwendet werden; das Auftragen kann mit manuellem Werkzeug erfolgen.

Vor dem Auftragen des Ausbesserungsmörtels muss die beschädigte Stelle bis auf die intakte Auskleidung oder die Metalloberfläche ausgeschlagen werden und alle losen Bestandteile sind zu entfernen. Nach der Ausbesserung muss die Auskleidung den Anforderungen nach 4.5.3.1, 4.5.3.2, 4.5.3.3 und 4.1.4 genügen.

4.6 Umhüllungen und Auskleidungen für Formstücke und Zubehörteile

4.6.1 Allgemeines

Alle Formstücke, Zubehörteile und nichtgeschleuderten Rohre müssen mit einer Umhüllung und Auskleidung Beschichtung entweder mit Farbe nach 4.6.2 oder mit Epoxid nach EN 14901 geliefert werden; Formstücke können auch eine Zementmörtelauskleidung nach 4.5.3 erhalten, entweder maschinell oder von Hand eingebracht, sowohl zusätzlich zu als auch anstatt der vorgenannten Beschichtung.

Alle fertigen Auskleidungen müssen 4.1.4 entsprechen.

Je nach den äußeren und inneren Einsatzbedingungen können auch andere, in Anhang D beschriebene Umhüllungen und Auskleidungen verwendet werden.

ANMERKUNG Der Einsatzbereich von Formstücken mit Umhüllungen und Auskleidungen nach diesem Dokument ist in den Anhängen D und E angegeben.

Die Korrosionsbeständigkeit von Zubehörbestandteilen aus einem anderen Metall als duktilem Gusseisen muss mindestens der von beschichteten Gusseisenteilen entsprechen. Die Korrosionsbeständigkeit muss entweder eine Werkstoffeigenschaft sein oder durch ein geeignetes Schutzüberzugssystem erreicht werden.

4.6.2 Beschichtung

4.6.2.1 Allgemeines

Das Beschichtungsmaterial für Bauteile bis einschließlich DN 600 muss aus Kunstharz und für Bauteile über DN 600 aus Bitumen oder Kunstharz bestehen. Geeignete Zusätze (wie Lösemittel, anorganische Füllstoffe usw.) sind zulässig, um das Aufbringen und Trocknen zu erleichtern. Vor dem Aufbringen der Beschichtung muss die Gussoberfläche trocken, frei von Rost, losen Teilchen oder Fremdstoffen, z. B. Öl oder Fett, sein. Die Beschichtung muss werksseitig aufgebracht werden.

4.6.2.2 Eigenschaften der Beschichtungen

Die Beschichtung muss die gesamte Oberfläche des Gussstückes gleichmäßig bedecken und ein glattes und homogenes Erscheinungsbild zeigen. Sie muss ausreichend trocken sein, um sicherzustellen, dass die beschichteten Teile nicht aneinanderhaften.

Wenn die Schichtdicke nach 6.7 gemessen wird, muss die mittlere Schichtdicke mindestens 70 µm und die örtliche Mindestschichtdicke mindestens 50 µm betragen.

4.7 Kennzeichnung der Rohre, Formstücke und Zubehörteile

4.7.1 Rohre und Formstücke

Alle Rohre und Formstücke müssen leserlich und dauerhaft gekennzeichnet und mindestens mit folgenden Angaben versehen sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers;
- Kennzeichen des Herstellungsjahres;
- Kennzeichen für duktile Gusseisen;

- DN;
- Nenndruck PN bei Flanschen für Flanschbauteile;
- Hinweis auf diese Europäische Norm, d. h. EN 545;
- Druckklasse von Schleudergussrohren.

Die ersten fünf Angaben müssen eingegossen oder eingeschlagen sein. Die übrigen Kennzeichnungen können durch ein beliebiges anderes Verfahren aufgebracht werden, z. B. auf dem Gussstück aufgemalt sein.

4.7.2 Zubehöerteile

Alle Zubehöerteile müssen leserlich und dauerhaft gekennzeichnet und mindestens mit folgenden Angaben versehen sein:

- Name oder Kennzeichen des Herstellers;
- Kennzeichen des Herstelljahres;
- DN;
- Nenndruck PN bei Flanschen für Flanschbauteile;
- Hinweis auf diese Europäische Norm, d. h. EN 545;
- PFA von Kupplungen und Sattelstücken.

Diese Kennzeichnungen können bei Bedarf aufgemalt oder der Verpackung beigelegt werden.

4.8 Dichtheit

Rohre, Formstücke und Verbindungen müssen so ausgelegt sein, dass sie bei ihrem zulässigen Prüfdruck (PEA) wasserdicht sind:

- Rohre und Formstücke sind nach 6.5 zu prüfen und dürfen keine sichtbare Undichtheit, kein Schwitzen oder irgendein anderes Anzeichen für ein Versagen zeigen;
- Verbindungen müssen den Anforderungen an die Funktionsfähigkeit nach Abschnitt 5 entsprechen.

5 Anforderungen an die Funktionsfähigkeit von Verbindungen und Rohrsätteln

5.1 Allgemeines

Um ihre Eignung für den Einsatz auf dem Gebiet der Wasserversorgung sicherzustellen, müssen alle Verbindungen und Rohrsättel die Anforderungen an die Funktionsfähigkeit nach Abschnitt 5 erfüllen.

Ein Ende einer Kupplung ist als die Verbindung zu klassifizieren, soweit beide Enden die gleiche Ausführung haben. Entspricht die Verbindungsausführung einer Kupplung einem Flanschadapter, muss lediglich die Kupplung oder der Flanschadapter geprüft werden.

Für jede der in Tabelle 10 angegebenen Gruppen muss an mindestens einer Nennweite DN eine Prüfung der Funktionsfähigkeit durchgeführt werden. Eine DN ist für eine Gruppe repräsentativ, wenn die Funktionsfähigkeit für den gesamten Abmessungsbereich auf denselben Auslegungsparametern basiert. Wenn eine Gruppe Produkte unterschiedlicher Konstruktion und/oder Herstellungsverfahren enthält, muss die Gruppe unterteilt werden.

Tabelle 10 — DN-Gruppen für die Prüfungen der Funktionsfähigkeit

DN-Gruppen	40 bis 250	300 bis 600	700 bis 1 000	1 100 bis 2 000
Bevorzugte DN in jeder Gruppe	200	400	800	1600

Sind Flansche vorhanden, muss für jede der in Tabelle 10 angegebenen Gruppen an mindestens einer PN eine Prüfung der Funktionsfähigkeit durchgeführt werden. Die zu prüfende PN ist die höchste PN je Flansch-ausführung. Eine PN ist für eine Gruppe repräsentativ, wenn die Funktionsfähigkeit für den gesamten Abmessungsbereich auf denselben Auslegungs-Parametern basiert. Wenn eine Gruppe Produkte unterschiedlicher Konstruktion und/oder Herstellungsverfahren enthält, muss die Gruppe unterteilt werden.

Wenn bei einem Hersteller eine Gruppe nur eine DN oder PN enthält, so kann diese DN oder PN als Teil der benachbarten Gruppe angesehen werden, vorausgesetzt, dass sie von gleicher Ausführung ist und nach demselben Verfahren hergestellt wurde.

5.2 Bewegliche Verbindungen

5.2.1 Allgemeines

Alle Verbindungen müssen so ausgeführt sein, dass sie voll abwinkelbar sind; folglich darf die vom Hersteller anzugebende zulässige Abwinkelbarkeit nicht geringer sein als:

- 3°30' für DN 40 bis DN 300;
- 2°30' für DN 350 bis DN 600;
- 1°30' für DN 700 bis DN 2000.

Alle Verbindungen müssen so ausgelegt sein, dass sie eine ausreichend große Längsbeweglichkeit besitzen; die zulässige Längsverschiebung muss vom Hersteller angegeben werden.

ANMERKUNG Dies erlaubt der erdverlegten Rohrleitung, sich den Bodenbewegungen anzupassen und/oder Temperatureinflüsse ohne zusätzliche Spannungen aufzunehmen.

5.2.2 Prüfbedingungen

Alle Verbindungsausführungen müssen unter den ungünstigsten Bedingungen der Grenzabmaße und Bewegungen der Verbindungen wie unten angegeben einer Prüfung der Funktionsfähigkeit unterzogen werden:

- a) Verbindung mit größtem Ringraum (siehe 5.2.3.1), achsgleich, bis zu dem vom Hersteller anzugebenden größten Maß auseinander gezogen und unter Scherlast (siehe 5.2.3.3);
- b) Verbindung mit größtem Ringraum (siehe 5.2.3.1), bis zu dem vom Hersteller anzugebenden maximalen Wert abgewinkelt (siehe 5.2.1).

Die Verbindungen dürfen keine sichtbare Undichtheit zeigen und die mit den Verbindungen geprüften Rohre oder Formstücke dürfen keine nachteiligen Beschädigungen aufweisen, wenn sie den in Tabelle 11 angegebenen Prüfungen unterzogen werden.

Tabelle 11 — Prüfung der Funktionsfähigkeit von Verbindungen

Prüfung	Prüfanforderungen	Prüfbedingungen	Prüfverfahren
Positiver hydrostatischer Innendruck	Prüfdruck: (1,5 PFA + 5) bar Prüfdauer: 2 h Keine sichtbare Undichtheit	Verbindung mit größtem Ringraum, achsgleich und auseinander gezogen, mit Scherlast	Nach 7.2.2
		Verbindung mit größtem Ringraum, abgewinkelt	
Negativer Innendruck	Prüfdruck: -0,9 bar ^a Prüfdauer: 2 h Maximale Druckänderung während der Prüfung: 0,09 bar	Verbindung mit größtem Ringraum, achsgleich und auseinander gezogen, mit Scherlast	Nach 7.2.3
		Verbindung mit größtem Ringraum, abgewinkelt	
Positiver hydrostatischer Außendruck	Prüfdruck: 2 bar Prüfdauer: 2 h Keine sichtbare Undichtheit	Verbindung mit größtem Ringraum, achsgleich, mit Scherlast	Nach 7.2.4
Zyklischer hydrostatischer Innendruck	24 000 Druckzyklen Prüfdruck: zwischen PMA und (PMA - 5) bar Keine sichtbare Undichtheit	Verbindung mit größtem Ringraum, achsgleich und auseinander gezogen, mit Scherlast	Nach 7.2.5
^a 0,9 bar unter Atmosphärendruck (etwa 0,1 bar absoluter Druck).			

Prüfung 3 (positiver hydrostatischer Außendruck) ist nicht erforderlich für mechanische Verbindungen, wenn diese mittels Prüfverfahren 1 und 2 einer Prüfung der Funktionsfähigkeit unterzogen wurden.

5.2.3 Prüfparameter

5.2.3.1 Ringraum

Alle Verbindungen müssen mit den extremen Fertigungstoleranzen einer Prüfung der Funktionsfähigkeit unterzogen werden, so dass der Ringraum zwischen den Dichtflächen der Muffe und dem Einsteckende dem größtmöglichen Auslegungswert +0 %/-5 % entspricht. Um den geforderten Ringraum zu erhalten, ist eine Bearbeitung der Muffeninnenflächen für die Prüfung der Funktionsfähigkeit zulässig, auch wenn dadurch der erzielte Durchmesser leicht außerhalb der üblichen Fertigungstoleranz liegen kann.

5.2.3.2 Rohrwanddicke

Alle Verbindungen müssen mit einem Einsteckende mit mittlerer Gusswanddicke (auf einer Länge von $2 \times DN$ in Millimeter vom Einsteckende) entsprechend dem für das Rohr angegebenen Wert, für das die Verbindung ausgelegt ist, plus 10 %, minus 0 %, einer Prüfung der Funktionsfähigkeit unterzogen werden. Es ist zulässig, die Rohrinnenfläche am Einsteckende zu bearbeiten, um die geforderte Wanddicke zu erhalten.

5.2.3.3 Scherbeanspruchung

Alle Verbindungen müssen einer Prüfung der Funktionsfähigkeit mit einer auf die Verbindungen wirkenden resultierenden Scherkraft von mindestens $30 \times DN$, in Newton, unterzogen werden, wobei die Masse des Rohres und seines Inhaltes sowie die Geometrie der Prüfeinrichtung zu berücksichtigen sind (siehe 7.2.2).

5.3 Bewegliche längskraftschlüssige Verbindungen

Alle längskraftschlüssigen Verbindungen müssen so ausgeführt sein, dass sie zumindest halbbeweglich sind; die vom Hersteller angegebene Abwinkelbarkeit darf nicht kleiner sein als die Hälfte des in 5.2.1 angegebenen Wertes.

Alle längskraftschlüssigen Verbindungsarten müssen nach 7.2 einer Prüfung der Funktionsfähigkeit entsprechend den Anforderungen von 5.2.2 und 5.2.3 unterzogen werden, ausgenommen wenn:

- die Bedingung der Längsverschiebbarkeit von 5.2.2 a) nicht angewendet werden darf;
- bei den Prüfungen unter positivem Innendruck keine äußere axiale Längskraftschlüssigkeit vorhanden sein darf, so dass die Verbindung dem vollen Enddruck ausgesetzt ist.

Während der Prüfungen mit positivem Innendruck muss die Längsverschiebung einen Endwert erreichen.

Wenn bei einer längskraftschlüssigen Verbindung die Funktionen Längskraftschlüssigkeit und Dichtung voneinander unabhängig sind, braucht diese Verbindung der Prüfung 2 und der Prüfung 3 nach 5.2.2 dann nicht unterzogen werden, wenn die längskraftfreie Art der Verbindung diese Prüfungen bestanden hat.

5.4 Flanschverbindungen, angegossen, eingeschraubt, angeschweißt und lose

Um die Festigkeit und die Dichtheit unter Betriebsbedingungen nachzuweisen, müssen Flanschverbindungen einer Prüfung der Funktionsfähigkeit unterzogen werden. Wenn sie nach 7.3 geprüft werden, dürfen sie unter kombinierter Belastung mit einem hydrostatischen Innendruck und einem Biegemoment nach Tabelle 12 keine sichtbare Undichtheit aufweisen, dabei gilt:

- der Druck beträgt $(1,5 PN + 5)$ bar;
- das entsprechende Biegemoment erhält man durch Addition der Biegemomente, die sich aus der Masse der Einzelteile und der Wasserfüllung in der Prüfeinrichtung ergeben und aus einer eventuellen äußeren Belastung, die in Abhängigkeit von der Stützweitenlänge der Prüfeinrichtung errechnet wird (siehe 7.3).

Jede vom Hersteller angebotene Ausführung einer Flanschverbindung ist einer Prüfung der Funktionsfähigkeit nach Tabelle 10 zu unterziehen.

ANMERKUNG Die in Tabelle 12 angegebenen Biegemomente entsprechen denjenigen, die sich aus der Masse der Rohre und der Wasserfüllung über eine freie Rohrlänge L zwischen den Auflagen ergeben, mit:

- $L = 8$ m für Nennweite bis DN 250;
- $L = 12$ m für Nennweite ab DN 300.

Tabelle 12 — Biegemomente für die Prüfung der Funktionsfähigkeit von Flanschverbindungen

DN	Biegemoment kN·m	DN	Biegemoment kN·m
40	0,7	500	63
50	0,9	600	87
60	1,3	700	116
65	1,4	800	146
80	1,8	900	181
100	2,3	1 000	222
125	2,9	1 100	265
150	4,0	1 200	313
200	6,0	1 400	423
250	8,6	1 500	475
300	26,0	1 600	548
350	33,8	1 800	625
400	42	2 000	770
450	51		

5.5 Rohrsättel

5.5.1 Prüfbedingungen

Alle Ausführungen von Rohrsätteln sind Prüfungen der Funktionsfähigkeit unter den ungünstigsten Grenzbedingungen wie folgt zu unterziehen:

- bei senkrecht angebrachtem und mit Entnahmeventil versehenem Auslass, einem entsprechend den Herstelleranweisungen auf dem Rohr montierten Sattelstück und einer Sattelstückverbindung mit maximalem Ringraum (siehe 5.5.2) ist ein Drehmoment, in Nm, auf das Entnahmeventil aufzubringen, das das 3fache der Nennweite DN des größten für das Sattelstück vorgesehenen Entnahmeventils, mindestens jedoch 100 Nm beträgt.
- bei waagerecht angebrachtem und mit Entnahmeventil versehenem Auslass, einem entsprechend den Herstelleranweisungen auf dem Rohr montierten Sattelstück und einer Sattelstückverbindung mit maximalem Ringraum (siehe 5.5.2) ist eine senkrecht wirkende Kraft von 500 N auf das quadratische Oberteil des waagerechten Ventils aufzubringen.

Bei den Prüfungen nach Tabelle 13 darf die Sattelverbindung keine sichtbaren Undichtheiten und die Sattelstücke dürfen keine beeinträchtigenden Beschädigungen aufweisen und ihre relative Beweglichkeit darf 3 mm nicht überschreiten.

5.5.2 Ringraum

Alle Sattelstücke sind bei den maximalen vom Hersteller angegebenen Grenzwerten den Prüfungen der Funktionsfähigkeit zu unterziehen, wobei der Ringraum zwischen den Dichtflächen des Sattelstückes und dem Rohrschaft dem maximalen Auslegungswert $+0\%/-5\%$ entspricht. Innenflächen des Sattelstückes dürfen bearbeitet werden, um den erforderlichen Ringraum für die Prüfungen der Funktionsfähigkeit zu erzielen, auch wenn die sich daraus ergebenden Maße des Sattelstückes geringfügig außerhalb der üblichen Fertigungstoleranzen liegen.

Tabelle 13 — Prüfungen der Funktionsfähigkeit von Rohrsätteln

Prüfung	Prüfanforderungen	Prüfbedingungen	Prüfverfahren
1 Positiver hydrostatischer Innendruck	Prüfdruck: $(1,5 \text{ PFA} + 5) \text{ bar}$ Prüfdauer: 2 h Keine sichtbare Undichtheit	Verbindung mit größtem Ringraum	Nach 7.4.1
2 Negativer Innendruck	Prüfdruck: $-0,9 \text{ bar}^a$ Prüfdauer: 2 h Maximale Druckänderung während der Prüfung: 0,09 bar	Verbindung mit größtem Ringraum	Nach 7.4.2
^a 0,9 bar unter Atmosphärendruck (etwa 0,1 bar absoluter Druck).			

6 Prüfverfahren

6.1 Rohrmaße

6.1.1 Wanddicke

Die Übereinstimmung der Rohrwanddicke mit den Anforderungen muss vom Hersteller nachgewiesen werden. Er kann dazu eine Kombination verschiedener Mittel verwenden, z. B. direkte Wanddickenmessung, mechanische Messung oder mittels Ultraschall.

Die Gusswanddicke muss mit geeigneten Messgeräten, die eine Fehlergrenze von $\pm 0,1 \text{ mm}$ haben, gemessen werden.

6.1.2 Außendurchmesser

Muffenrohre müssen an ihrem Einsteckende mit Circometer gemessen oder mit einer Gut/Schlecht-Lehre überprüft werden. Zusätzlich müssen sie visuell auf Einhaltung der zulässigen Qualität am Einsteckende geprüft werden, und im Zweifelsfall müssen die größte und kleinste Achse mit geeigneten Geräten gemessen oder mit einer Gut/Schlecht-Lehre überprüft werden.

6.1.3 Innendurchmesser

Der Innendurchmesser der ausgekleideten Rohre muss mit geeigneten Messgeräten bestimmt werden:

- a) entweder 200 mm oder mehr vom Rohrende entfernt müssen zwei rechtwinklig zueinander liegende Messungen durchgeführt werden. Der Mittelwert aus diesen beiden Messungen kann dann berechnet werden;

oder

- b) der Innendurchmesser des Rohres muss mit Gut/Schlecht-Lehren gemessen werden.